

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**USO ÓPTIMO DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN
HUALLANCA - PIERINA 138 KV**

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR:
ABAD SILVERIO ALCA ALVARO**

**PROMOCIÓN
1984 - I**

LIMA - PERU

2013

**USO ÓPTIMO DE LA LINEA DE TRANSMISIÓN
HUALLANCA – PIERINA 138 KV**

Este trabajo está dedicado al extraordinario esfuerzo de mis padres, esposa e hijos que, sin su apoyo hubiera sido muy difícil realizarlo.

SUMARIO

En la planificación y operación de la Línea de transmisión L-1127, 138KV, 40MW Huallanca-Pierina no se considero el comportamiento de baja cargabilidad debido a la poca carga de 9.3 MW en la Mina dado que estaba en proyecto la conexión hacia Huaraz por intermedio de una ampliación de la línea de transmisión en 138KV que no se llevo a concretar en su momento, entonces se dio la inyección de reactivos capacitivos hacia la CH. Cañon del Pato.

Con la inyección de reactivos capacitivos hacia la barra de generación suceden diferentes escenarios de operación diferentes a los nominales de la central hidroeléctrica para las diversas alternativas que se plantearon en un inicio a fin de evitar una condición de inestabilidad y sea portadora de multas en ese sentido se plantea la necesidad de optimizar la línea L-1127 a través de la conexión de nuevas cargas ya que la mina Pierina se encuentra en plan de cierre.

ÍNDICE

Introducción	1
CAPITULO I.....	3
ANTECEDENTES.....	3
1.1 Objetivos	3
1.1.1 Objetivo general	3
1.1.2 Objetivos específicos.....	3
1.2 Alcance de la investigación.....	4
CAPITULO II.....	5
PROBLEMÁTICA.....	5
2.1 Origen de la línea de transmisión L-1127	5
2.2 Descripción de la problemática	5
2.3 Formulación del problema	5
2.4 Descripción de la línea de transmisión Huallanca - Pierina 138KV	6
2.5 Criterios técnicos para análisis eléctricos	8
2.5.1 Análisis de flujo de potencia.....	8
2.5.2 Criterios para la evaluación técnica.....	8
2.6 Criterios de facturación	8
2.6.1 Contrato de suministro de energía año 1998	8
2.6.2 Contrato de suministro de energía año 2004	9
2.7 Escenarios de operación	9
2.8 Operación con la carga compensada	9
2.9 Operación sin la carga compensada	13
2.10 Operación capacitiva	16

2.11	Operación con carga compensada y reactor en línea	17
CAPITULO III		20
ALTERNATIVAS PROPUESTAS		20
3.1	Contexto del proyecto	20
3.2	La demanda	21
3.3	Proyección de máxima demanda y energía	21
3.4	Alternativas de Hidrandina para la interconexión Pierina-Huaraz	21
3.4.1	Alternativa 2:.....	21
3.4.2	Alternativa 3:.....	22
3.4.3	Alternativa 4A:	22
3.4.4	Alternativa 4B:	23
3.4.5	Alternativa 6A:	23
3.4.6	Alternativa 6B:	24
3.4.7	Alternativa 6C:.....	24
3.4.8	Alternativa 6D:.....	25
3.5	Alternativas de Consult Pro Ingeniería S.A para la interconexión Pierina-Huaraz	25
3.5.1	Alternativa N° 1	25
3.5.2	Alternativa N° 2	25
CAPITULO IV		26
EVALUACIONES TÉCNICAS Y ECONÓMICAS.....		26
4.1	Evaluación técnica	26
4.2	Alternativa de S&Z Consultores Asociados para la interconexión Pierina-Huaraz	26
4.3	Alternativa de Hidrandina para la interconexión Pierina-Huaraz	26
4.4	Alternativas de Consult Pro Ingeniería S.A para la interconexión Pierina-Huaraz	26
4.4.1	Análisis de flujo de potencia.....	29
4.4.2	Análisis de Flujo de potencia para la Alternativa 1.....	32

4.4.3	Análisis de Flujo de potencia para la Alternativa 2.....	36
4.5	Evaluación económica.....	40
4.6	Alternativa S&Z Consultores Asociados S.A.	40
4.7	Alternativas Hidrandina.....	41
4.8	Alternativa Consult Pro Ingeniería S.A.....	45
4.8.1	Beneficios por venta de energía.....	45
4.8.2	Ahorro por compra de energía.....	45
4.8.3	Resultados de la evaluación económica.....	46
4.8.4	Elección de la alternativa seleccionada.....	46
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	47
	ANEXOS.....	48
	Anexo I Lugar geográfico y diagramas unifilares.....	49
	Anexo II Diagramas unifilares auxiliares.....	54
	Anexo III Proyección de la demanda y energía.....	56
	Anexo IV Criterios de facturación y contratos de energía 1998-2004.....	60
	Anexo V Base de datos del SEIN 2012-2016.....	67
	Anexo VI Factor de carga y billing history Pierina.....	70
	Anexo VII Referencias del flujo de potencia.....	72
	Anexo VIII Alternativa de S&Z Consultores Asociados para la interconexión Pierina- Huaraz.....	75
	Anexo IX Esquema unifilar general alternativa de Hidrandina.....	79
	Anexo X Definiciones.....	83
	Anexo XI Estimación de costos de las alternativas.....	85
	Anexo XII Plan de cierre mina Pierina.....	89
	BIBLIOGRAFÍA.....	91

INTRODUCCIÓN

La compañía Minera Barrick Misquichilca S.A - MBM S.A creó una empresa CTA SA para poder instalar una Línea de Transmisión dado que su negocio era Minera y de acuerdo a la Norma no podía administrar una Línea de transmisión.

La CTA SA instalo una línea de transmisión de 40-50 MW ,138 KV. De aproximadamente de 86.7 Km que se inicia del patio de llaves de la Central de Huallanca hasta la SE de Pierina de la cual alimenta a una carga aproximada de 8 a 9 MW.

L a CTA SA realizo un contrato de compra de Energía a la Empresa Generadora Duke Energy Egenor como Cliente Libre.

Cuando la UEA de Pierina entra en operaciones encuentra permanentemente la condición de una línea con baja carga y por efecto mismo entregando energía Reactiva Capacitiva a la Barra de Generación y con ello de acuerdo al Contrato pagándose una fuerte multa por consumo de reactiva Capacitiva (US\$ 22 000.00).

Iniciándose con ello las coordinaciones entre ambas empresas generadora y transmisora debido a que al entregar energía capacitiva le estaba apoyando a su generación en compensar la energía reactiva inductiva en sus bornes, de baja temperatura de trabajo porque no iba a generar energía Inductiva y por ende el mayor tiempo de vida y ahorrándose un Compensador Sincrónico por esa razón.

En primera instancia de las coordinaciones la Generadora hacia prevalecer el Contrato que era entre las partes Ley, aun sabiendo que técnicamente la generadora se estaba beneficiando de ello.

En segunda instancia la acción tomada por UEA Pierina es eliminar el Banco de Capacitores como mejora del Factor de Potencia en la barra de 13.8 KV. (fdp de 0.95 a fdp de 0.84) para no seguir aumentando los reactivos capacitivos y disminuirlos debido a la carga inductiva de las plantas de beneficio, aun así sacrificando la estabilidad de la red en la Barra de 13.8 KV. (Se redujo la multa a US\$ 18 000.00).

En Tercera Instancia y paralela a la Segunda instancia Se empezó a realizar un anteproyecto de Instalación de un banco de Inductores para compensar la energía reactiva capacitiva teniéndose el concurso de 03 empresas del rubro para el estudio de factibilidad, ingeniería de detalles y ejecución.

Sabiendo la generadora la acción que se estaba tomando con la Tercera Instancia Se reanudaron las coordinaciones a pedido de la generadora y concedió un acuerdo de

rebaja del 50% a dicha multa y con una mejoría en el próximo contrato de energía que se eliminaría dicha multa, en concepto de la energía reactiva capacitiva siempre en cuando no le ocasione gasto por ello.

Con esta acción y sin gasto alguno de Inversión (de acuerdo a los proveedores el estudio, ingeniería de detalles y ejecución estaba por los US\$ 400 000.00 y eso se recuperaba en menos de 02 años operativos de la Línea) se redujo dicha multa a US\$ 9 000.00 y la Gerencia de Pierina acordó que no se iba a realizar ninguna acción de compensación de Energía reactiva Capacitiva

En el Nuevo contrato de energía se eliminaría los cobros de la energía reactiva capacitiva , que también favorecería a la nueva UEA Lagunas Norte que abriría la empresa que también se iba a encontrar en las mismas condiciones operativas de línea de baja carga.

En dicho contrato futuro Se tendría una franja en determinar la potencia contratada porque estamos usando un diagrama de carga mensual casi constante que daría un costo base que es más barato la energía en curva costo media y curva costo punta .

También en el Nuevo contrato se usaría el Grupo electrógeno de emergencia para otros casos como cuando exista restricción de Energía y control de la Demanda Máxima u otra acción que se requeriría su uso.

Teniendo una línea paralela a la línea de alimentación de Hidrandina se proyecta que a un tiempo determinado de 10 años aproximado , dicha línea de Pierina que bajaría su carga por Cierre de Mina pasaría a un distribuidor de energía y complementaria la carga a distribuir solucionando problemas de sobrecarga en el transformador que alimenta al Callejón de Huaylas.

Para ello La CTA SA realizo estudios en paralelo con Hidrandina SA para tener la mejor alternativa de solución de las cuales Hidrandina SA presento varias con los diversos costos, presentando a la CTA SA dichas alternativas de solución-

CTA SA contrato los servicios de una empresa Consultora para evaluar las alternativas presentadas y dar las mejores condiciones de Operación y Mantenimiento para ambas empresas, S&Z Consultores designo una alternativa la más conveniente en Operación, Mantenimiento, Protección y Estabilidad del sistema Eléctrico del Callejón de Huaylas.

La CTA SA presento por intermedio de otra empresa de Ingeniería para evaluar y determinar la alternativa definitiva y con ello realizar el Diseño e Ingeniería Básica del sistema Eléctrico del Callejón de Huaylas

CAPITULO I ANTECEDENTES

La mina Pierina se abastece de energía a través de la línea de transmisión de código L-1127 en 138 KV la cual tiene una longitud de 87 Km. La misma que une las subestaciones de Cañón del Pato-Huallanca y Pierina en 138KV.

La Cia. Minera Barrick, compra energía a la empresa Egenor SA en la Barra en 138 KV de la Subestación Cañón del Pato-Huallanca.

Según los contratos de energía a clientes libres, la energía reactiva inductiva mensual comprendida entre el 0% y el 30% de la energía activa mensual registrada, estará libre de cargo. La energía reactiva inductiva mensual consumida en exceso al 30% de la energía activa mensual registrada, se valorizara según los precios regulados por el OSINERGMIN vigentes para el mes de facturación.

De los perfiles de carga obtenidos del medidor de facturación que se encuentra en la Huallanca 138 KV. Se observo que la mina Pierina en la barra de 138KV. Tiene un factor de potencia de 0.99 capacitivo a pesar de que en 13.8KV en Pierina, su factor de potencia es igual a 0.85 Ind.

El resultado de las simulaciones del flujo de carga confirmo el alto factor de potencia en Huallanca el cual se debe a la influencia capacitiva de la Línea L-1127

Con respecto a los contratos entre los clientes libres son factibles las coordinaciones técnicas que pueda haber entre las partes involucradas para llegar a un acuerdo en la cual ambas partes estén en condiciones favorables técnico-económico.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Optimizar el uso de la línea de transmisión L-1127, mediante la evaluación del comportamiento estable de la Línea de Transmisión con baja carga en el Sistema Eléctrico conectada a las centrales de generación eléctrica y evitar con los diversos métodos de compensación las inyecciones de energía Capacitiva que puedan provocar distorsiones y fallas en el sistema Eléctrico

1.1.2 Objetivos específicos

- Evaluar los distintos escenarios de comportamientos de las líneas de transmisión y su influencia en los costos, mediante su diseño y modelado.

- Análisis de los contratos de energía y su influencia en los costos técnicos económicos.

1.2 Alcance de la investigación

En el presente trabajo se busca analizar la estabilidad de tensión en el sistema eléctrico y se cuantificará el aporte de reactivos de la línea de transmisión con baja carga.

Se darán así mismo recomendaciones y/o soluciones a los problemas que se puedan generar en la red ante los comportamientos de las diversas situaciones de cargas presentadas.

Se darán las condiciones y observaciones para las coordinaciones entre generadoras y clientes libres para analizar situaciones técnicas presentadas en cada comportamiento individual de Líneas de Transmisión así asegurar un contrato de energía favorable para ambas.

Se analizarán las diversas alternativas técnico-económicas para cuando es una línea independiente y que se puedan acoplar otras y ver las condiciones favorables económicas y de cargas para un comportamiento normal en los sistemas eléctricos.

CAPITULO II PROBLEMÁTICA

2.1 Origen de la línea de transmisión L-1127

La Cía. Minera Barrick Misquichilca SA había adquirido de Resource Arequipa un Yacimiento de Oro llamado Pierina, que se encuentra ubicado a 10Km. En Línea recta de Huaraz.

Para explotar dicho yacimiento se necesitaba alimentar por intermedio de una línea de transmisión y la norma prohibía que una Cía. Minera supervise y administre una Línea de transmisión, con esa premisa la Cía. Minera formo una Cía. que se encargue que es La Cía. transmisora Andina SA que se encargo de la factibilidad, diseño y ejecución de la línea de transmisión de 138 KV. Independiente que nacía en el Patio de llaves de la Sub. Estación del Cañón del Pato-Huallanca y terminaba en el Patio de llaves de la Sub. Estación de Pierina.

2.2 Descripción de la problemática

La Línea de transmisión con baja carga inyectando Energía Reactiva Capacitiva hacia la barra de generación y pudiendo provocar costos adicionales como multas a la empresa por efecto mismo del contrato de energía realizada entre Barrick y EGENOR con respecto a la cantidad inyectada de Energía Capacitiva en su comportamiento con respecto a la carga.

En el área de trabajo de la generadora se encuentran cargas especiales como la siderúrgica de Chimboțe, que hacia fuertes variaciones de tensión y ocasionaba disturbios en la red cuando utilizaba los equipos de fundición.

2.3 Formulación del problema

- Cuáles deben ser los criterios a considerar para evitar la inyección de Energía Reactiva Capacitiva en las Barra Generadora.
- Qué condiciones especiales se considerara en los flujos de carga del sistema.
- Cuáles serán los impactos en los diversos comportamientos de la línea de transmisión en la Barra de Generación.
- Cuáles serán los impactos en los costos y sus facturaciones en energía.
- Como se podría evitar en los diversos comportamientos de cargas las multas generadas por el contrato de energía en sí.

- Como se realizarían las comunicaciones entre ambas Empresas para discutir las cuestiones técnicas y llegar a acuerdos satisfactorios para ambos aun teniendo de por medio contratos Legales.

2.4 Descripción de la línea de transmisión Huallanca - Pierina 138KV

a) General

- Tensión** : 138 KV.
- Circuitos**: Simple desde la S.E. Cañón del Pato hasta la S.E. Pierina
- Ubicación**: El trazado considera el paso por la región de Cordillera Negra.
- Trazado**: Desde el inicio de la Línea en la S.E Cañón del Pato de la Central Hidroeléctrica hasta el portal de la S.E. Pierina

b) Características técnicas de la línea

- longitud de la línea**: 86.7 Km.
- vano medio**: 369 m.
- cable conductor**: HAWK. Conductor de Aluminio con alma de acero
- material**: ACSR HAWK
- sección transversal**: 281.1 mm²/477 MCM
- diámetro nominal**: 21.80 mm
- peso**: 977.9 kg/km.
- formación no alambres x diámetro**: 26x3.44/7x2.68 mm.
- carga de ruptura**: 86.73 KN.
- capacidad de corriente**: 640 A.
- resistencia eléctrica máxima en C°=20c°**: 0.11986 Ohmio/km.
- cantidad de conductores por fase**: 1

c) conjunto de suspensión y anclaje

Se utilizaran aisladores tipo estándar de disco, tipo bola y /o rotula, de vidrio templado con las siguientes características:

- Tipo**: Ball & socket
- Diámetro (mm)**: 255
- Espaciamiento (mm)**: 146
- Distancia de fuga 8mm)**: 320
- Resistencia Electromecánica (KN)**: 120
- Tensión de Arco seco (KV)**: 70
- Tensión de Arco húmedo (KV)**: 40

Suspensión:

Se emplearan cadenas simples, formadas por 13 aisladores tipo estándar de 10 KN de resistencia electromecánica mínima. Se utilizaran armaduras preformadas excepto en la suspensión puente.

Anclaje:

Las cadenas estarán formadas por 14 aisladores de 120 KN de resistencia electromecánica mínima, mayoritariamente sin tensor y solo para 2 Torres con tensor.

d) Accesorios

Para el conductor y cable de Guarda empalmes tipo compresión y amortiguadores tipo atockbridge.

e) cables de guarda

La línea tendrá un cable de guarda tipo E.H.S instalado a lo largo de toda la línea, de las siguientes características:

- i. **Tipo:** E.H.S. 3/8"
- ii. **Diámetro (mm):** 9.53
- iii. **Peso Aproximado (Kg/m):**0.409
- iv. **Resistencia a la ruptura mínimo (tm):** 7.000
- v. **Modulo de elasticidad (Kg/mm²):** 11.000

f) Estructuras

Estructuras metálicas auto soportantes para simple circuito en 220KV. De acero galvanizado, constituidas por reticulados de sección angular, con disposición vertical de conductores. Será utilizada una familia de estructuras con más de diez (10) años de aplicación en líneas existentes en Chile.

Los tipos serán 22 A.1 estructuras de suspensión y 22.A30, 22 A.70 y 22A.90 estructuras de anclaje.

g) conexión a tierra

Mediante pletina de Acero galvanizado de 5x5 mm², enterrado 0.6 m.

h) fundaciones

Se emplearan fundaciones normales de hormigón o del tipo parrilla metálica, según se requiera, independiente para cada pata.

i) calidad del hormigón

La calidad del hormigón de las fundaciones debe ser la siguiente:

- i. H-20 para las fundaciones sin armaduras de fierro.
- ii. H-25 para fundaciones con armaduras de fierro.

i) accesorios de las estructuras

Cada estructura deberá ser provista de 2 (dos) placas de numeración, 1 (una) placa de peligro de muerte y 1 placa de identificación de Línea para 8 (ocho) estructuras.

Las placas son de aluminio con las siguientes dimensiones en mm:

- i. 240x450x0.8 las de numeración.
- ii. 300x450x0.8 las de peligro de muerte.

Se estima que 50 estructuras requieren de protección antitrepeado.

2.5 Criterios técnicos para análisis eléctricos

2.5.1 Análisis de flujo de potencia.

El objeto de realizar el análisis de flujo de potencia, es básicamente para verificar el comportamiento del sistema eléctrico

2.5.2 Criterios para la evaluación técnica.

Los Criterios operativos del sistema eléctrico, sirven para evaluar los valores obtenidos de las simulaciones de Flujo de Potencia estos son:

- a) Tensión: La tolerancia de variación de tensión en las barras debe estar comprendido entre 95% y 105% de la tensión nominal.
- b) Carga límite en líneas y transformadores. Operación normal:
 - Líneas: Hasta el 100% de su Potencia nominal (MVA),
 - Transformadores: Hasta el 100% de su Potencia nominal (MVA).
- c) Factor de potencia de la carga igual a 0,9.

2.6 Criterios de facturación

Cuando se tienen Líneas de Transmisión que trabajan con baja carga en el receptor se pueden usar métodos de compensación reactiva inductiva para lograr un factor de potencia aceptable con la barra de generación de las especificaciones del contrato de energía a clientes libres, la energía reactiva inductiva mensual comprendida entre el 0% y el 30% de la energía activa mensual registrada, estará libre de cargo. La Energía reactiva inductiva mensual consumida en exceso al 30% de la energía activa mensual registrada y la energía reactiva capacitiva mensual registrada se valorizaran según los precios regulados por el OSINERGMIN vigentes para el mes de facturación (ANEXO IV).

Los comportamientos En los flujos de carga van a depender mucho con que factor de potencia se encuentra la carga del receptor y con que carga se está trabajando y los valores asociadas a su respectiva tensión determinaran el comportamiento en las barras de generación.

2.6.1 Contrato de suministro de energía año 1998

El contrato de suministro de energía del año 1998 de este proyecto se detalla en el ANEXO IV

2.6.2 Contrato de suministro de energía año 2004

El contrato de suministro de energía del año 2004 de este proyecto se detalla en el ANEXO IV

2.7 Escenarios de operación

Los escenarios se detallan a continuación:

2.8 Operación con la carga compensada

- Carga con fdp = 0.96 inductivo
- Potencia Activa = 9.4 MW.

Tabla N° 2.1 - Energía asociada 1999 enero-junio

Centro De Costo	Equipo	January	February	March	April	May	Jun
601	Chancadora Primaria	51.898	46.722	50.258	46.508	50.277	60.833
	Compresora	48.288	39.139	46.636	47.327	49.859	44.739
	Transformador 480 V.	72.400	49.259	48.900	48.910	49.580	53.500
602	Chancadora Cono #1	69.645	13.265	52.333	46.370	47.246	61.172
	Chancadora Cono #2	84.609	22.137	63.122	52.477	46.230	72.364
	Transformador 480 V.	58.200	59.110	111.690	108.830	114.710	123.490
603	Overland C. Motor #1	360.548	294.092	396.323	325.976	360.948	469.819
	Overland C. Motor #2	357.770	291.702	372.900	321.540	357.324	463.690
	Motor Ore Bin	63.588	51.121	64.329	56.293	62.546	83.434
	Transformador 480 V.	35.434	37.100	43.548	37.891	42.282	46.057
	TOTAL CHANCADO	421.358	342.823	437.229	1092.122	1181.002	1479.098
604	Bombas de Leach Pad	181.278	163.569	161.219	166.253	175.000	178.484
605	Merrill Crowe	600.406	539.757	699.580	702.500	725.363	737.950
	TOTAL MERRY	781.684	703.326	860.799	868.753	900.363	916.434
606	Refineria	413.108	359.824	419.750	421.500	435.218	442.770
608	Destrucción de Cianuro	0.000	0.000	0.000	26.165	23.880	7.160
609	Sistema de Agua	144.481	53.095	64.272	68.492	78.870	97.116
	Mina y Administración	59.849	35.125	104.408	103.990	112.270	116.920
	TOTAL	2601.502	2055.017	2774.828	2581.022	2731.602	3059.498

Tabla N° 2.2 - Energía asociada 1999 julio-diciembre

Centro De Costo	Equipo	jul	ago	setiembre	Octubre	noviembre	diciembre
601	Chancadora Primaria	57.437	53.148	48.779	58.197	48.906	54.181
	Compresora	50.281	50.888	63.57	72.703	53.794	51.497
	Transformador 480 V.	51.400	51.1	49.1	58.3	52.1	53.3
602	Chancadora Cono #1	66.306	67.19	64.991	69.803	45.992	61.103
	Chancadora Cono #2	72.860	57.146	38.543	83.692	54.254	64.075
	Transformador 480 V.	39.200	15.6	210.4	124.7	105.3	117.5
603	Overland C. Motor #1	425.263	463.215	351.017	444.995	321.215	384.869
	Overland C. Motor #2	419.547	447.033	346.493	440.656	317.056	380.507
	Motor Ore Bin	75.521	80.344	60.936	77.741	64.993	71.959
	Transformador 480 V.	44.169	50.908	63.954	77.308	37.536	42.665
	TOTAL CHANCADO	1301.984	1336.572	1297.783	1508.095	1101.146	1281.656
604	Bombas de Leach Pad	182.277	189.85	163.734	187.927	157.437	175.952
605	Merrill Crowe	737.800	700.775	547.244	626.013	241.325	545.956
	TOTAL MERRY	920.077	890.625	710.978	813.94	398.762	721.908
606	Refineria	442.680	420.465	328.346	375.608	144.795	327.574
608	Destrucción de Cianuro	21.030	81.64	50	5.9	6.2	5.4
609	Sistema de Agua	110.513	209.77	122.676	96.653	71.743	110.618
	Mina y Administración	128.300	120.4	109.9	124.9	110.5	117.9
	TOTAL	3059.498	2924.584	3049.472	2619.683	2925.095	1829.146

Tabla N° 2.3 - Facturación al 100%

PUNTO DE ENTREGA S.E. HUALLANCA 138 KV.		mar-99	
POTENCIA CONTRATADA HORAS PUNTA	6 000 KW	8,378 US/KW- mes	38 258,00
EXCESO DE POTENCIA EN HORAS DE PUNTA	0 KW	12,752US/KW- mes	0
DESCUENTO EN LA POT CONT. EN H.P. POR INDISPONIBILIDAD	0 KW	6,058 US/KW- mes	0
POTENCIA ADICIONAL CONTRATADA EN HORAS FUERA DE PUNTA	0 KW	1,817 US/KW- mes	0
EXCESO DE POTENCIA EN HORAS FUERA DE PUNTA	0 KW	3,834 US/KW- mes	0
DESCUENTO EN LA POT. CONTR. EN H.F.P. POR INDISPONIBILIDAD	0 KW	1,817 US/KW- mes	0
ENERGIA ACTIVA HORAS DE PUNTA	512 308 KWH	3,098 ctv.US/KWH	15 681,08
ENERGIA ACTIVA HORAS FUERA DE PUNTA	2 294 251 KWH	1,758ctv.US/KW H	40 332,93
ENERGIA REACTIVA INDUCTIVA	0 KVARH	0,433 ctv.US/KVARH	0,00
ENERGIA REACTIVA CAPACITIVA	2 493 751 KVARH	0,892 ctv.US/KVARH	22 244,28
SUB-TOTAL		2808559	116894.25
MAXIMA DEMANDA HORAS FUERA DE PUNTA	KW	5 824	
MAXIMA DEMANDA HORAS PUNTA	KW	5 244	

FLUJO DE POTENCIA

- carga pierina
Factor de Potencia = 0,9719783(INDUCTIVA)
P=7.67MW
Q=1.85 MVAR

Tabla 2.4 tensiones en barras

BARRAS	TENSIONES
HUALL138	142.94KV
PIERINA 138	142.753KV
PIERINA 13.80	13.984KV

Tabla 2.5 potencias por líneas

	LINE HUALL138- PIERINA138 (FLUJO de Pot DE SALIDA DE HUALL A PIERINA)	LINE HUALL138- PIERINA138 (FLUJO de Pot DE LLEGADA DE HUALL A PIERINA)
P	7.729MW	7.706MW
Q	-3.764MVAR	2.147MVAR
COSPHI	0.899(CAPACITIVO)	0.963(INDUCTIVO)

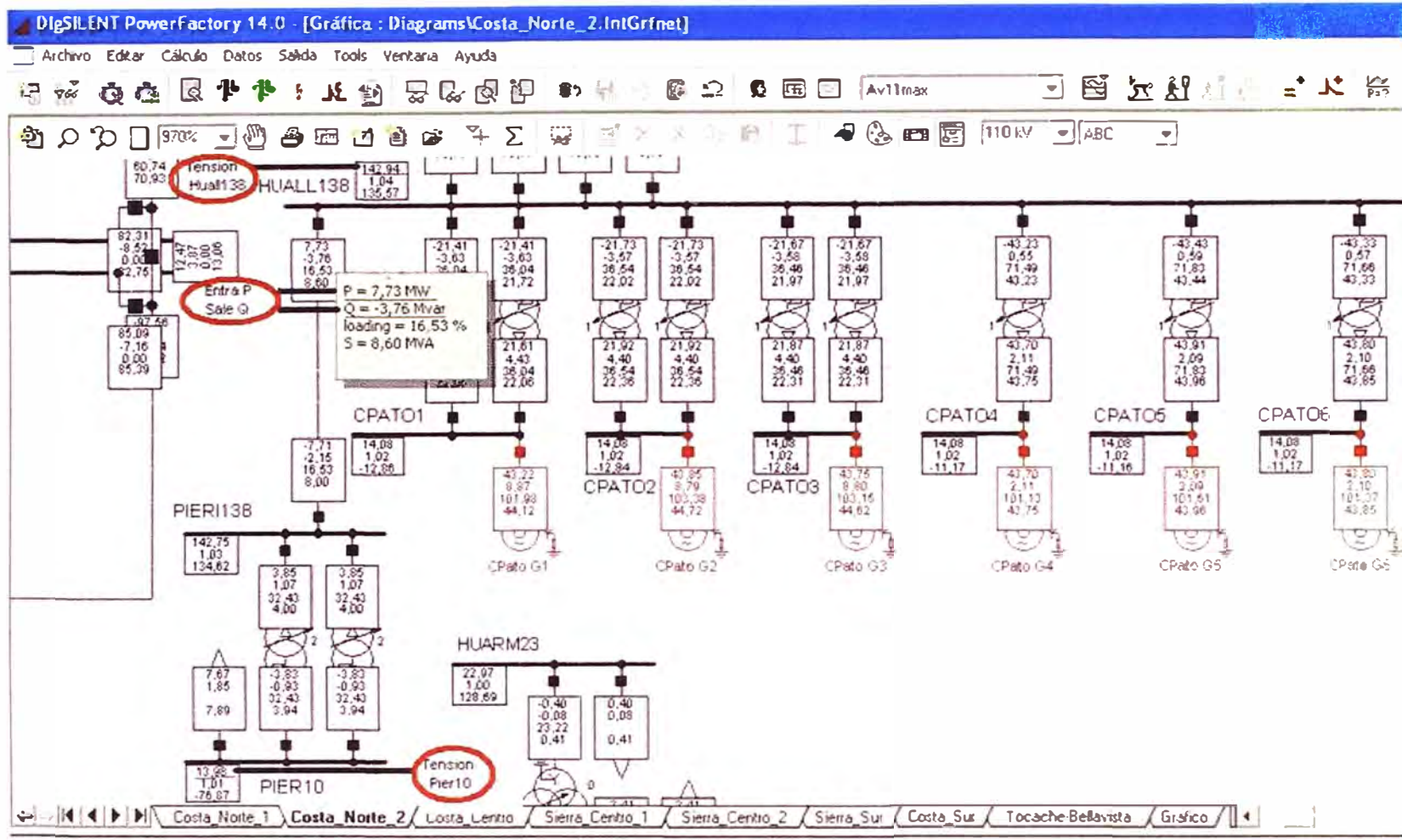


Figura N° 2.1 – Flujo de potencia en Digsilent

2.9 Operación sin la carga compensada

- Carga con fdp = 0.85 inductivo
- Potencia Activa = 9.4 MW.

Tabla N° 2.6 - Energía asociada 2000 enero-marzo

Centro de Costo	Equipo	January	February	March
601	Chancadora Primaria	75.098	53.627	50.258
	Compresora	54.388	60.561	46.636
	Transformador 480 V.	56.380	52.500	48.900
602	Chancadora Cono #1	56.884	69.538	52.333
	Chancadora Cono #2	65.106	106.031	63.122
	Transformador 480 V.	127.700	122.800	111.690
603	Overland C. Motor #1	425.001	362.980	396.323
	Overland C. Motor #2	419.332	357.660	372.900
	Motor Ore Bin	73.520	62.440	64.329
	Transformador 480 V.	63.047	60.520	43.548
	TOTAL CHANCADO	1416.456	1308.657	437.229
604	Bombas de Leach Pad	180.598	163.569	161.219
605	Merrill Crowe	736.106	539.757	699.580
	TOTAL MERRY	916.704	703.326	860.799
606	Refineria	441.664	359.824	419.750
608	Destrucción de Cianuro	46.508	0.000	0.000
609	Sistema de Agua	78.334	53.095	64.272
	Mina y Administración	114.790	35.125	104.408
	TOTAL	3014.456	2055.017	2774.828

Tabla N° 2.7 - facturación al 85% (sin capacitores en pierina)

PUNTO DE ENTREGA S.E. HUALLANCA 138 KV.		ene-00	
POTENCIA CONTRATADA HORAS PUNTA	7 200 KW	6,010 US/KW- mes	43 272.00
EXCESO DE POTENCIA EN HORAS DE PUNTA	0 KW	12,020US/KW- mes	0
DESCUENTO EN LA POT CONT. EN H.P. POR INDISPONIBILIDAD	0 KW	6,010 US/KW- mes	0
POTENCIA ADICIONAL CONTRATADA EN HORAS FUERA DE PUNTA	0 KW	1,803 US/KW- mes	0
EXCESO DE POTENCIA EN HORAS FUERA DE PUNTA	0 KW	3,606 US/KW- mes	0
DESCUENTO EN LA POT. CONTR. EN H.F.P. POR INDISPONIBILIDAD	0 KW	1,803 US/KW- mes	0
ENERGIA ACTIVA HORAS DE PUNTA	551 828 KWH	4,383 ctv.US/KWH	24 186.62
ENERGIA ACTIVA HORAS FUERA DE PUNTA	2 436 1837 KWH	2,297 ctv.US/KWH	55 959,12
ENERGIA REACTIVA INDUCTIVA	0 KVARH	0,432 ctv.US/KVARH	0,00
ENERGIA REACTIVA CAPACITIVA	1 901212 KVARH	0,864 ctv.US/KVARH	16 426.47
SUB-TOTAL	2988011		139844.2
MAXIMA DEMANDA HORAS FUERA DE PUNTA	KW	5 686	
MAXIMA DEMANDA HORAS PUNTA	KW	5 768	

0.046801772

Flujo de potencia

- carga pierina
Factor de Potencia = 0,84(INDUCTIVA)
P=7.67MW
Q=4.952 MVAR

Tabla N° 2.8- tensiones en barras

BARRAS	TENSIONES
HUALL138	142.874KV
PIERINA138	141.712KV
PIERINA10	13.727KV

Tabla N° 2.9 - potencias por líneas

	LINE HUALL138- PIERINA138 (FLUJO de Pot DE SALIDA HUALL A PIERINA)	LINE HUALL138- PIERINA138 (FLUJO de Pot DE LLEGADA HUALL A PIERINA)
P	7.734MW	7.709MW
Q	-0.525MVAR	5.327MVAR
COSPHI	0.998(CAPACITIVO)	0.823(INDUCTIVO)

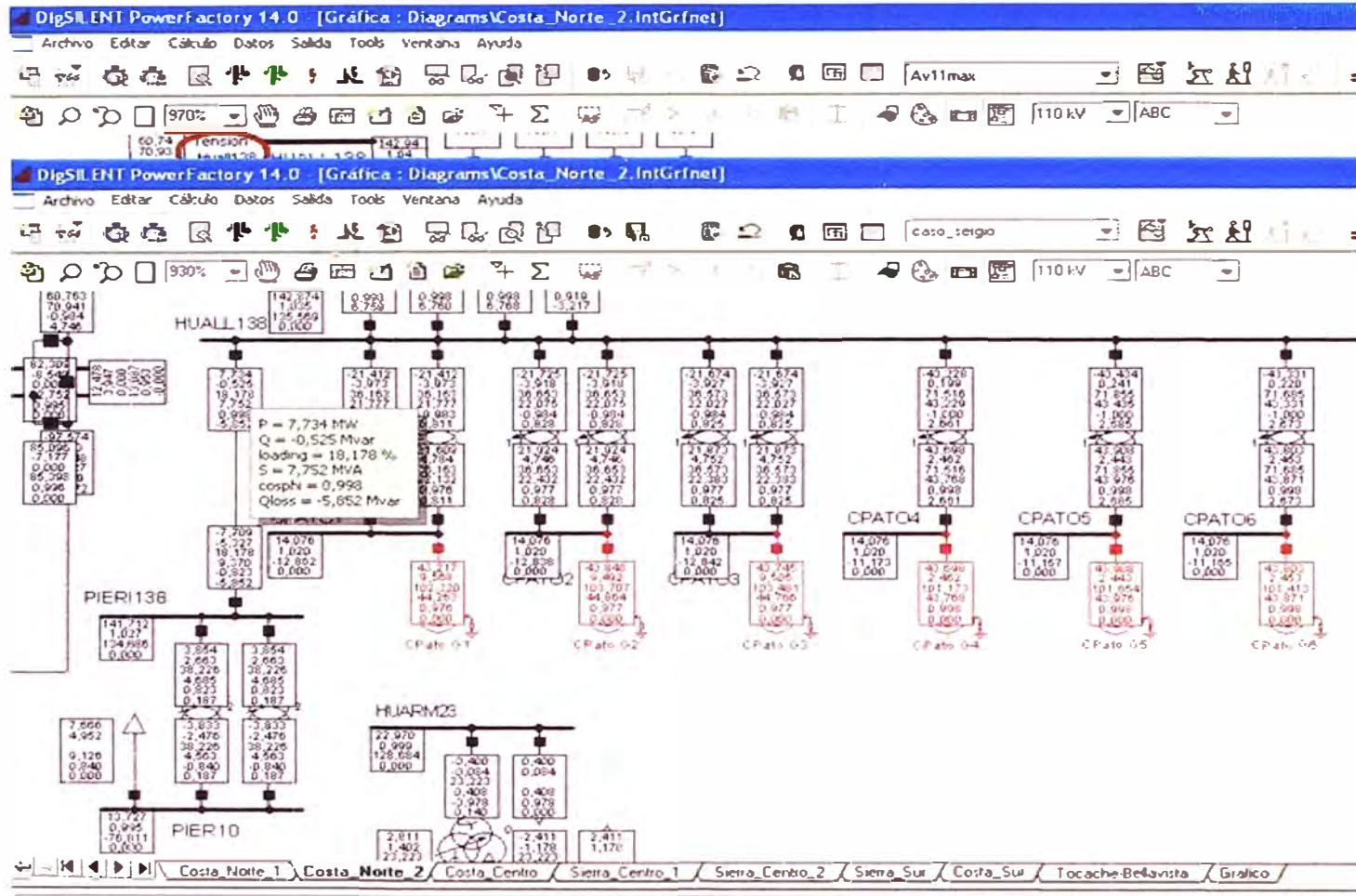


Figura N° 2.2 – Flujo de potencia en Digsilent

2.10 Operación capacitiva

- Carga con fdp = 0.96 inductivo
- Potencia Activa = 9.4 MW.

Tabla N° 2.10 - Energía asociada 2001 enero-abril

Centro de Costo	Equipo	January	February	March	Abril
601	Chancadora Primaria	68.620	41.459	41.459	44.531
	Compresora	72.219	79.557	79.557	85.418
	Transformador 480 V.	54.200	49.000	49.000	47.100
602	Chancadora Cono #1	59.780	64.298	64.298	60.258
	Chancadora Cono #2	69.729	52.775	52.775	63.207
	Transformador 480 V.	130.000	113.000	113.000	118.000
603	Overland C. Motor #1	427.666	373.757	373.757	451.761
	Overland C. Motor #2	422.169	357.154	357.154	406.202
	Motor Ore Bin	74.612	64.703	64.703	74.990
	Transformador 480 V.	67.253	57.786	57.786	55.547
	TOTAL CHANCADO	1446.248	1253.489	1253.489	1407.014
604	Bombas de Leach Pad	179.112	170.606	170.606	187.000
605	Merrill Crowe	641.963	415.269	801.019	800.925
	TOTAL MERRY	821.075	585.875	971.625	987.925
606	Refineria	385.178	249.161	480.611	480.555
608	Destrucción de Cianuro	10.840	0.000	16.650	39.710
609	Sistema de Agua	109.508	144.164	118.614	98.910
	Mina y Administración	128.700	118.000	126.900	114.000
	TOTAL	2901.548	2350.689	2774.828	3128.114

Tabla N° 2.11 - Facturación al 50%

PUNTO DE ENTREGA S.E. HUALLANCA 138 KV.		abr-01	
POTENCIA CONTRATADA HORAS PUNTA	6 800 KW	6,956 US/KW- mes	45 909.60
EXCESO DE POTENCIA EN HORAS DE PUNTA	0 KW	13,812US/KW- mes	0
DESCUENTO EN LA POT. CONT. EN H.P. POR INDISPONIBILIDAD	0 KW	6,956 US/KW- mes	0
POTENCIA ADICIONAL CONTRATADA EN HORAS FUERA DE PUNTA	0 KW	2,087 US/KW- mes	0
EXCESO DE POTENCIA EN HORAS FUERA DE PUNTA	0 KW	4,277 US/KW- mes	0
DESCUENTO EN LA POT. CONTR. EN H.F.P. POR INDISPONIBILIDAD	0 KW	2,124 US/KW- mes	0
ENERGIA ACTIVA HORAS DE PUNTA	484 504 KWH	4,277 ctv.US/KWH	20 722.24
ENERGIA ACTIVA HORAS FUERA DE PUNTA	2 620 599 KWH	2,590ctv.US/KW H	67 873.51
ENERGIA REACTIVA INDUCTIVA	0 KVARH	0,425 ctv.US/KVARH	0,00
ENERGIA REACTIVA CAPACITIVA	1 115 958 KVARH	0,850 ctv.US/KVARH	9 485.64
SUB-TOTAL		3105103	143991
MAXIMA DEMANDA HORAS FUERA DE PUNTA	KW		
MAXIMA DEMANDA HORAS PUNTA	KW		

0.046372372

2.11 Operación con carga compensada y reactor en línea

- Carga con fdp = 0.96 inductivo
- Potencia Activa = 9.4 MW.

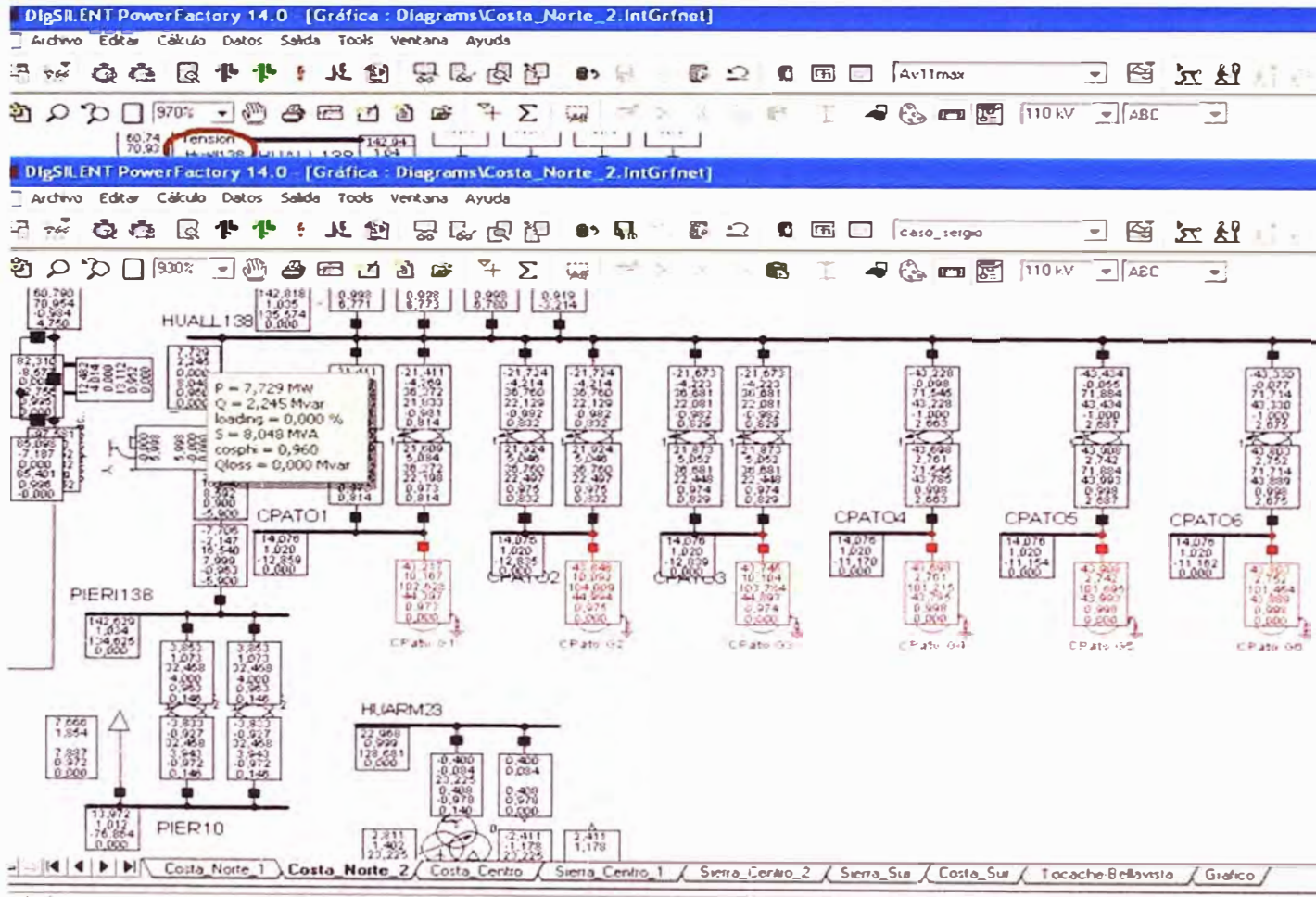


Figura N° 2.3 – Flujo de potencia en Digsilent

- CARGA PIERINA
Factor de Potencia = 0,9719783(INDUCTIVA)
P=7.67MW
Q=1.85MVAR

Tabla N° 2.12 DATOS DEL REACTOR

	REACTOR
TENSION NOMINAL	138KV
TIPO DE SHUNT	R-L
POTENCIA REACTIVA	5.6MVAR
TECNOLOGIA	3PH-'Y'

Tabla N° 2.13 TENSIONES EN BARRAS

BARRAS	TENSIONES
HUALL138	142.818KV
PIERINA138	142.629KV
PIERINA10	13.972KV

Tabla N° 2.14 POTENCIAS POR LINEAS

	LINE HUALL138-PIERINA138 (flujo de pot de salida de hualla pierina)	LINE HUALL138-PIERINA138 (flujo de pot de llegada de hualla pierina)
P	7.729MW	7.706MW
Q	2.245MVAR	2.147MVAR
COSPHI	0.96(INDUCTIVO)	0.963(INDUCTIVO)

CAPITULO III ALTERNATIVAS PROPUESTAS

Para una operación eficiente y confiable de sistemas eléctricos de potencia, el control de la tensión y potencia reactiva debería satisfacer los siguientes objetivos:

Tensiones en terminales de todos los equipos en el sistema deben estar dentro de los límites aceptables. Una prolongada operación de los equipos con tensiones fuera del rango aceptable podría afectar su desempeño y posiblemente provocarles daños irreparables.

- Maximizar la utilización de los sistemas de transmisión, sin deteriorar los márgenes de estabilidad del sistema.
- Minimizar el flujo de potencia reactiva para reducir las pérdidas RI^2 y XI^2 hasta un mínimo práctico. Así se asegura la operación eficiente de la transmisión.

El problema de mantener las tensiones dentro de límites requeridos es complicado por el hecho de que el sistema de transmisión conduce la energía eléctrica de muchas unidades de generación, suministrando potencia a un gran número de cargas. En ese sentido al variar las cargas, varían los requerimientos de potencia reactiva del sistema de transmisión.

Como la potencia reactiva no puede ser transmitida en grandes distancias, el control de la tensión tiene que ser efectuado utilizando equipos especiales esparcidos a través del sistema de transmisión. Desde luego que una tarea fundamental del ingeniero de sistemas de potencia es la apropiada selección y ubicación de los equipos de compensación; así como la coordinación de los mismos para obtener un efectivo control de la potencia reactiva y de la tensión.

3.1 Contexto del proyecto

Se elaboro el estudio de afianzamiento de Sub. Transmisión 138 KV Huallanca-Huaraz en la cual se desarrollaron los diseños definitivos de las Subestaciones; Huaraz 138/2.9/13.8 KV.

En este estudio se estimó la proyección de la demanda eléctrica de la zona, así como los centros de carga Huaraz, Caraz y Carhuaz, además se definieron los criterios básicos de diseño la ubicación y la configuración.

La CTA tiene la línea de transmisión que parte del pórtil de barras en 138KV del patio de llaves de la Sub. Estación Huallanca siguiendo la dirección sur pasa por zonas cercanas a las localidades de Caraz y Carhuaz hasta llegar a la mina Pierina ubicada a 10Km en dirección Nor- Oeste de la ciudad de Huaraz.

3.2 La demanda

Se estimó la proyección de la Demanda en base a datos de Máxima demanda y consumo de energía registradas en la zona durante el año 1996 y primeros meses de 1997. Estos datos fueron proporcionados por EGENOR SA e HIDRANDINA SA.

Para estimar la proyección de la demanda esta ha sido dividida en dos sectores:

-Servicio Público (ANEXO III)

-Grandes consumidores y proyectos de inversión (ANEXO III)

3.3 Proyección de máxima demanda y energía

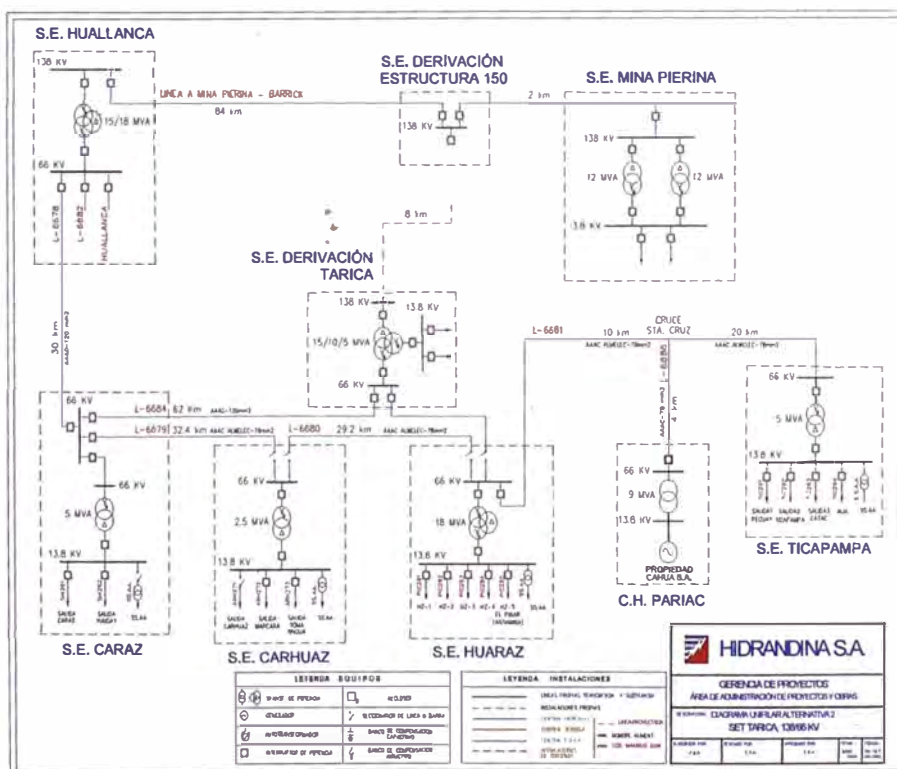
Las proyecciones de la máxima demanda y energía de la zona de influencia del proyecto y para el periodo comprendido entre los años 1997 y 2015 se muestran en el ANEXO III

A continuación se muestran en las alternativas planteadas

3.4 Alternativas de Hidrandina para la interconexión Pierina-Huaraz

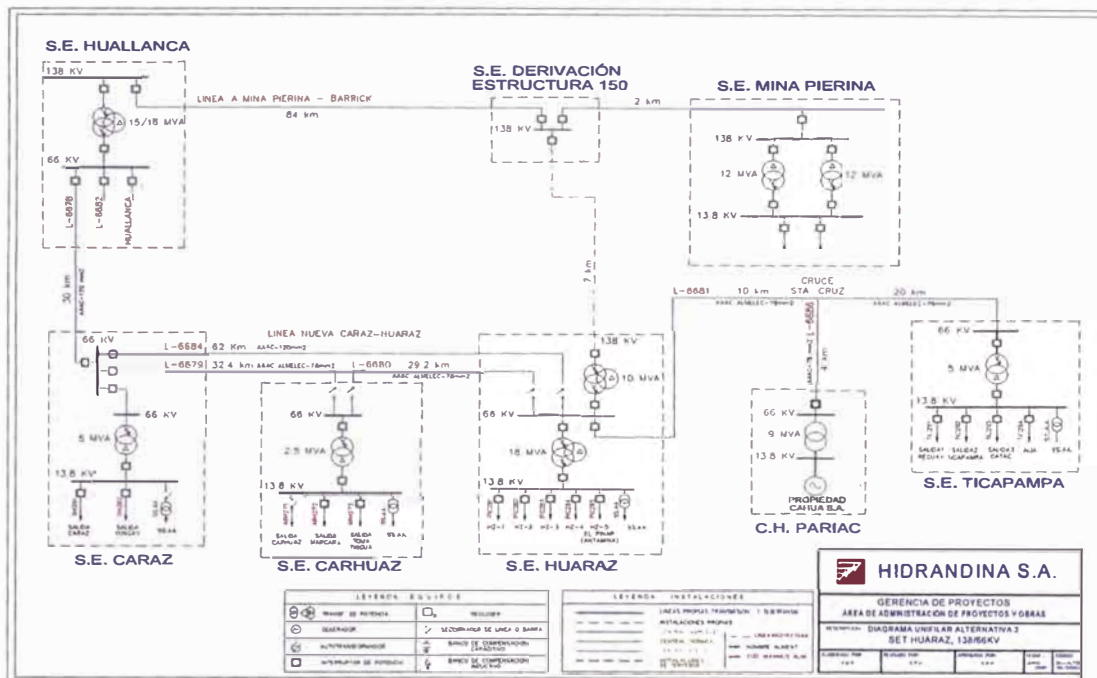
3.4.1 Alternativa 2:

SET Tarica 66/138 KV, 15/10/5 MVA



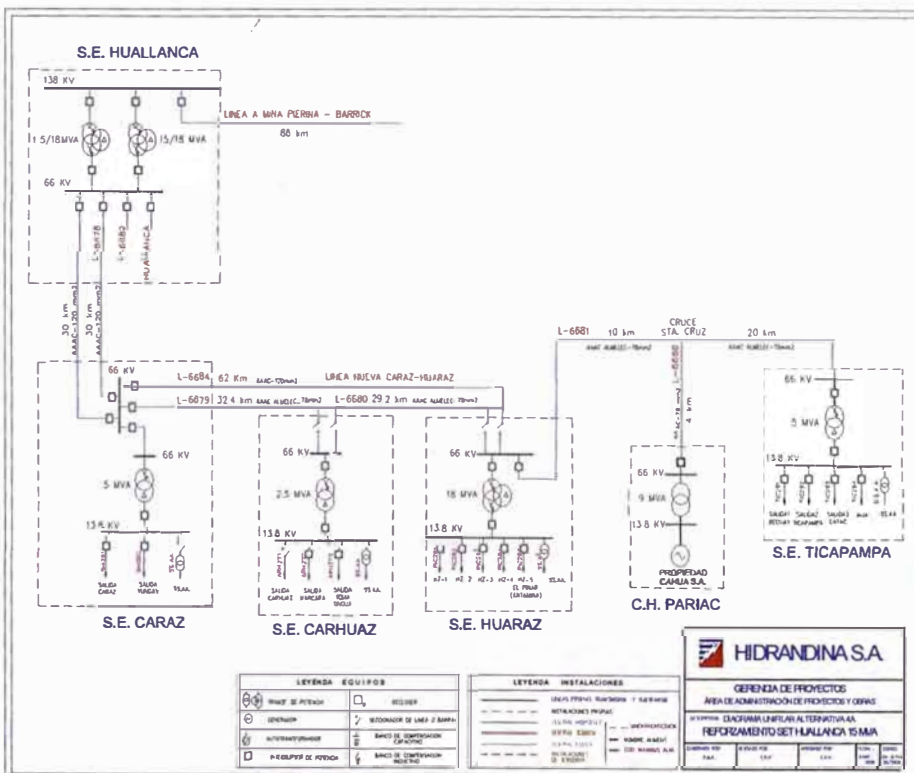
3.4.2 Alternativa 3:

SET Huaraz 66/138 KV, 10 MVA

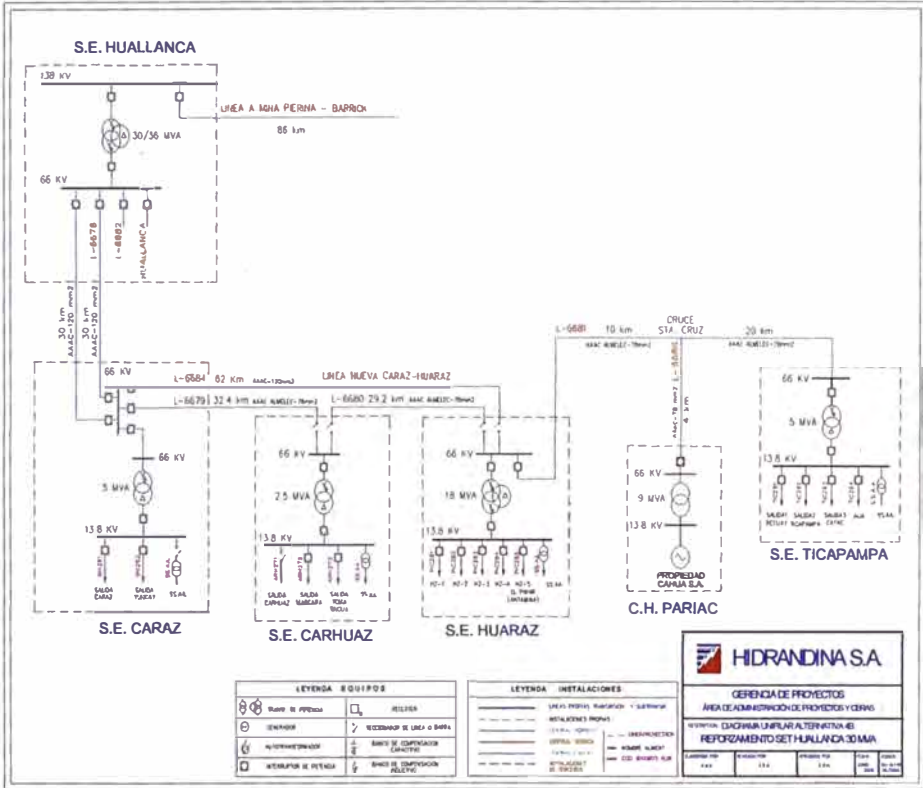


3.4.3 Alternativa 4A:

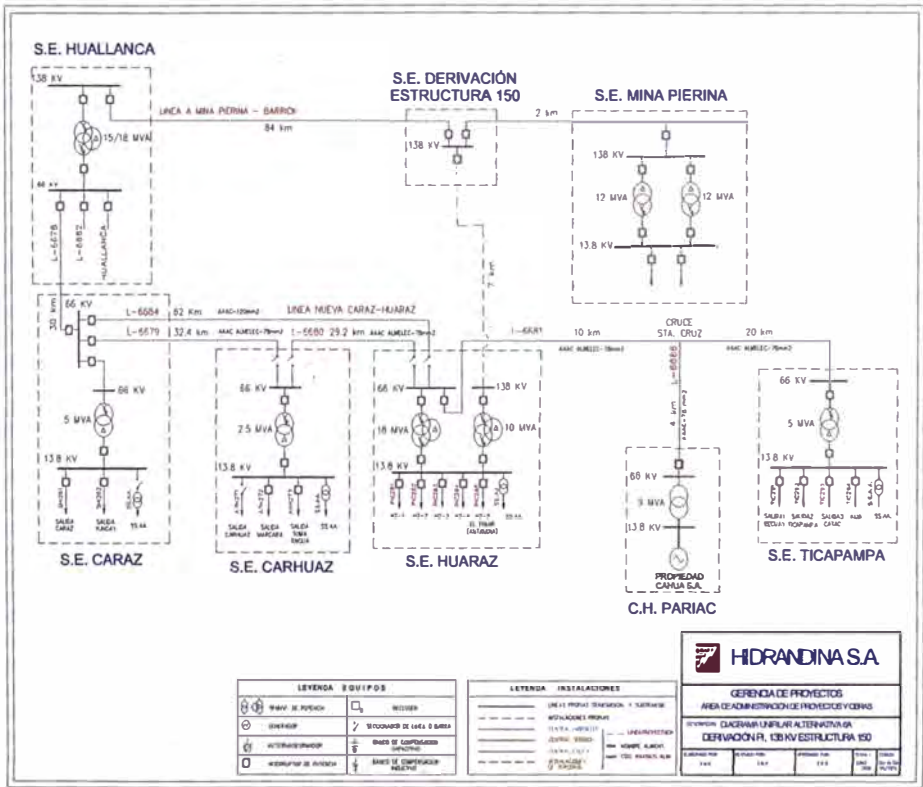
Reforzamiento SET Huallanca 15 MVA



3.4.4 Alternativa 4B:
Reforzamiento SET Huallanca 30 MVA

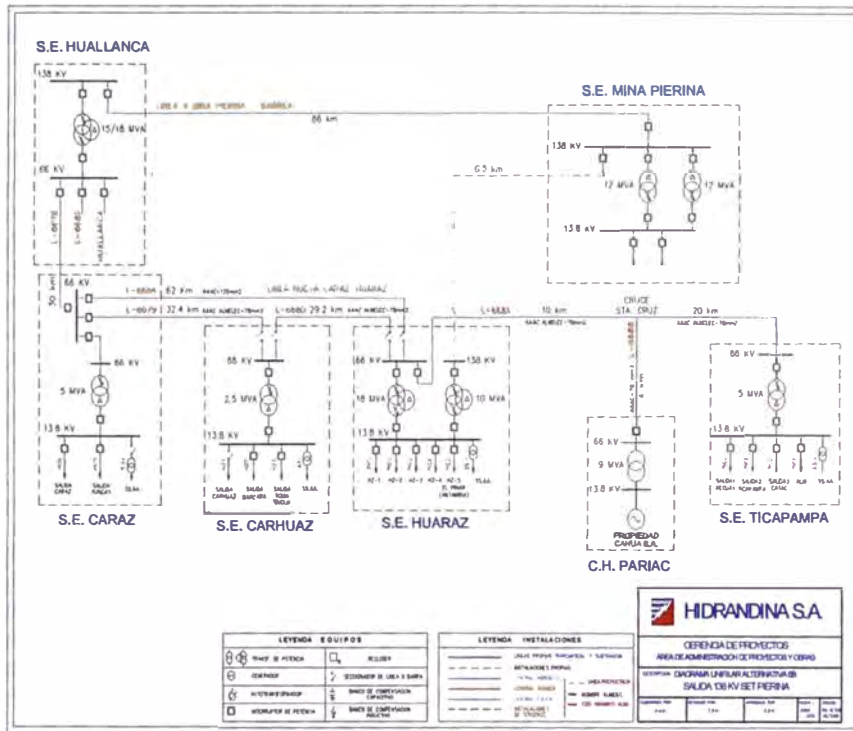


3.4.5 Alternativa 6A:
Derivación Estructura 150-SET Huaraz 138/13.8 KV, 10 MVA



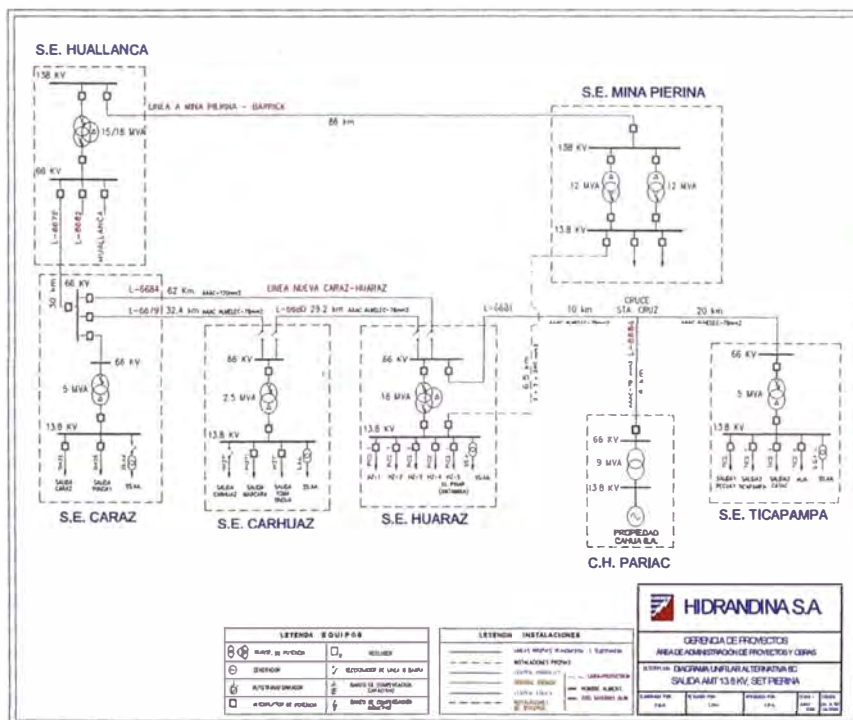
3.4.6 Alternativa 6B:

Derivación SET Pierina - Huaraz 138/13.8 KV, 10 MVA



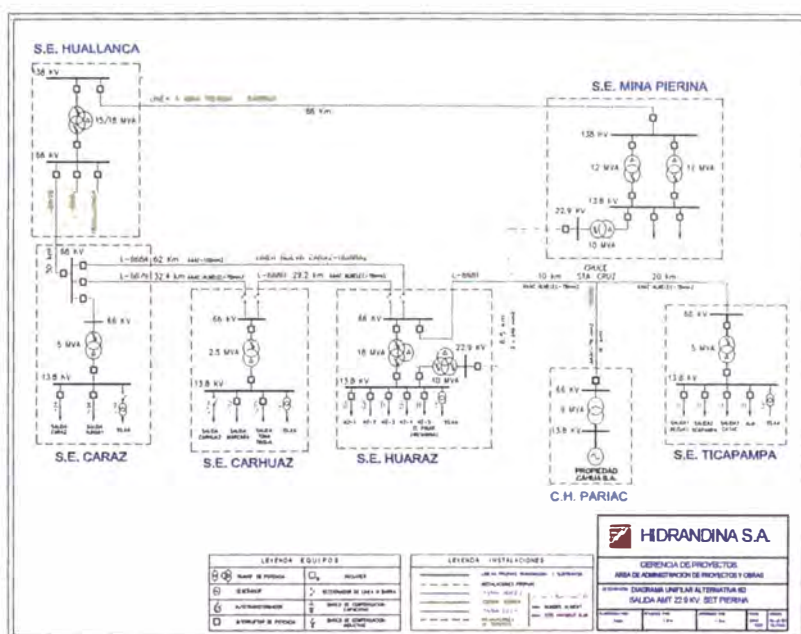
3.4.7 Alternativa 6C:

Derivación SET Pierina – Salida 13.8 KV (8 MVA)



3.4.8 Alternativa 6D:

Derivación SET Pierina – Salida 13.8 KV y SET 13.8/22.9 KV



3.5 Alternativas de Consult Pro Ingeniería S.A para la interconexión Pierina-Huaraz

Para el nuevo suministro de energía eléctrica al Callejón de Huaylas a partir de la actual línea de transmisión 138 KV Huallanca-Pierina, se plantean las siguientes alternativas:

3.5.1 Alternativa N° 1

Cerca de la estructura N° 180 de la Línea de Transmisión 138 KV Huallanca –Pierina, se plantea abrir la línea para construir la subestación Derivación 138/66 KV y mediante una línea de 66 KV conectarse con la subestación Huaraz (Picup) existente.

En el Anexo N° 1.3, se muestra el Sistema de Transmisión en 66 KV de la Alternativa I.

3.5.2 Alternativa N° 2

Similarmente, cerca de la estructura N° 180 de la Línea de Transmisión 138 KV Huallanca – Pierina, se plantea abrir la línea para construir un patio de llaves de 138 KV y mediante una línea de 138 KV llegar a una nueva subestación Huaraz 138/66 KV y conectarse con la subestación Huaraz (Picup) existente.

En el Anexo N° 1.4, se muestra el Sistema de Transmisión en 138 KV de la Alternativa II.

CAPITULO IV EVALUACIONES TÉCNICAS Y ECONÓMICAS

4.1 Evaluación técnica

El presente informe tiene por objeto dar un marco de referencia a CTA SA sobre los presupuestos totales de equipamiento electromecánico (Subestaciones, líneas de transmisión obras civiles y equipos de comunicación) necesarios para la interconexión subestaciones Huallanca-Pierina-Huaraz

4.2 Alternativa de S&Z Consultores Asociados para la interconexión Pierina-Huaraz

La primera propuesta considera abrir la Línea de Transmisión 138KV en la Torre de Anclaje No 180, por lo tanto se deberá instalar 03 Interruptores tal como se muestra en el ANEXO VIII, este esquema de conexionado garantiza alta confiabilidad y garantía del sistema eléctrico Huallanca-Pierina

4.3 Alternativa de Hidrandina para la interconexión Pierina-Huaraz

La propuesta de Hidrandina considera una derivación en "T" con un solo interruptor, también desde la torre de anclaje No 180, este se muestra en el ANEXO IX. No es confiable al 100%, de aplicarse este esquema se debería considerar: equipamiento nuevo, relés de protección numérico multifuncional y un replanteo del estudio de coordinación de protección y un nuevo seteo de estos equipos en SSEE Huallanca, Pierina y Huaraz.

4.4 Alternativas de Consult Pro Ingeniería S.A para la interconexión Pierina-Huaraz

Si el año 2007, la máxima demanda del Callejón de Huaylas es 19,78 MW y Santiago de Chuco 1,65 MW, el flujo de potencia en el transformador de Huallanca resulta 20,45 MW, el año 2010 si la carga conjunta es 23,1 MW el flujo será 22,3 MW y el 2015 cuando la carga alcance los 26,2 MW el flujo llegará a 25,7 MW con lo cual se producirá sobrecarga y fuertes caídas de tensión, aún con el ajuste del tal variable de Huallanca e implementación de bancos capacitores por 10 MVAR en la SE Huaraz. En general se tendría tensiones bajas y alto nivel de generación reactiva en CH Pariac, condición poco conveniente para la estabilidad del sistema.

Si se implementa la **Alt-1**, L.T. 138 KV Derivación-Huaraz, la máxima demanda del Callejón de Huaylas y Santiago de Chuco (año 2007) será abastecida por tres frentes distintos, estos son: CH Pariac (2.5+j1.25 MVA), transformador de Huallanca (10.45 MW) y L.T. 138 KV Huallanca-Pierina (18.87 MW), con lo cual, la tensión en Caraz resulta 1.015, en Carhuaz 1.002, en Huaraz 1.001 y Ticapampa 1.001 p.u, con el tap en posición -2, valores muy cercanos al valor nominal, con un nivel de pérdidas muy reducido (0.44 MW). El año 2010, el transformador de Huallanca transportará 10.80 MW y la L.T. 138 KV Huallanca-Pierina 18.20 MW, y el año 2015, 12.3 y 20 MW, respectivamente. Las tensiones y pérdidas estarían dentro de márgenes adecuados.

El año 2007, si se pierde la L.T. 66 KV Huallanca-Caraz, el flujo en la L.T. 138 KV Huallanca-Pierina resulta 27.9 MW y las tensiones en Caraz 0.956, en Carhuaz 0.959, en Huaraz 0.973 y en Ticapampa 0.975 p.u, si el tap se conserva en la posición -2. Las pérdidas se incrementan ligeramente a 0.69 MW. En los años 2010 y 2015, los flujos en la Línea serían 27.4 y 30.4 MW, ya que se prevé una reducción de carga de 1.95 en Pierina (una razón más para justificar el Proyecto).

Si se implementa la **Alt-2**, L.T. 66 KV Derivación-Huaraz, la demanda del Callejón de Huaylas y Santiago de Chuco (año 2007), también será abastecida por tres frentes distintos, estos son: CH Pariac 2.5 MW, transformador de Huallanca (10.7 MW) y L.T. 138 KV Huallanca-Pierina (18.67 MW), con lo cual, la tensión en Caraz resulta 1.013, en Carhuaz 0.998, en Huaraz 0.997 y Ticapampa 0.997 p.u, con el tap en posición -2, valores ligeramente menores que los señalados en el caso anterior, pero muy cercanos al valor nominal, con un nivel de pérdidas algo mayor (0.50 MW). El año 2010, el transformador de Huallanca transportará 11.0 MW y la L.T. 138 KV Huallanca-Pierina 18.0 MW, y el año 2015, 11.6 y 20.7 MW, respectivamente. Las tensiones y pérdidas estarían dentro de márgenes adecuados, aunque ligeramente más bajas y altas, respectivamente respecto al caso anterior.

El año 2007, si se pierde la L.T. 66 KV Huallanca-Caraz, el flujo en la L.T. 138 KV Huallanca-Pierina resulta 28.02 MW y las tensiones en Caraz 0.987, en Carhuaz 0.989, en Huaraz 1.003 y en Ticapampa 1.003 p.u, si el tap se ajusta a la posición -6. Las pérdidas se incrementan a 0.83 MW. En los años 2010 y 2015, los flujos en la línea serían 27.5 y 30.6 MW, por la reducción de carga de 1.95 de Pierina. Las pérdidas en las líneas Huallanca-Pierina, Caraz-Carhuaz-Huaraz llegarían a 0.8 y 0.9 MW, respectivamente.

En conclusión, el comportamiento en estado estacionario de ambas alternativas es satisfactorio, aunque con menores tensiones y mayores pérdidas en el caso de la Alt-2. Por consiguiente, la selección de la mejor alternativa pasa por un tema de costos.

Luego de la descripción de cada una de las alternativas planteadas, a continuación se presenta un resumen comparativo desde el punto de vista técnico que ofrecen las dos alternativas.

Seguridad del Servicio

Tomando en cuenta la importancia de la carga del Centro Minero Pierina y con la finalidad de mantener la seguridad del servicio de la actual línea de 138 KV Huallanca-Pierina, en ambas alternativas se ha planteado para la nueva S.E. Derivación, abrir la línea y tener una celda de entrada y una celda de salida con lo cual se tendría dos tramos de línea: Tramo I, Huallanca-Derivación de 82,97 km y Tramo II de Derivación – Pierina, 1,99 km.

Confiabilidad y Selectividad de la Protección de la Línea 138 KV

En ambas alternativas, para mantener la confiabilidad actual de la línea para el primer tramo de línea se ha considerado mantener la protección de distancia (primaria y secundaria) en la S.E. Huallanca (se tendría que reajustar esta protección a la nueva longitud de la línea) y en la llegada en la S.E. Derivación, instalar una protección de distancia. Para el segundo tramo debido a la corta distancia de este tramo se plantea instalar tanto en la salida en la S.E. Derivación como en la llegada en la S.E. Pierina una protección primaria a base de relés diferencial de línea con un cable de fibra óptica, del tipo ADSS (All Dielectric Self Supporting) instalado en las torres de la línea existente; y como protección secundaria se plantea un relé de sobre corriente direccional a tierra.

Facilidades y dificultades para la construcción de las Subestaciones

Para ambas alternativas la construcción de la subestación Derivación presenta las mismas facilidades y dificultades, con la única diferencia que en la Alternativa N° 1, para la subestación se requiere un menor terreno.

En cuanto a la llegada a la subestación Huaraz 66 KV, en el terreno actual de esta subestación cuenta con espacio reducido para ampliar, de tal manera que en la Alternativa N° 1 se ha considerado utilizar una celda compacta en gas de 66 KV. Para la Alternativa N° 2, se ha considerado construir una nueva subestación 138/66 KV cerca de la actual subestación Huaraz, con lo cual no se requiere instalar algún equipamiento en dicha subestación y la conexión se hará directamente a la celda de salida en 66 KV de la nueva subestación Huaraz.

Facilidades y dificultades para las entradas y salidas de líneas

Para la subestación Derivación, la entrada y salidas de las líneas se tiene las mismas facilidades y dificultades en ambas alternativas.

En la entrada a la subestación Huaraz existente, en ambas alternativas se tiene la dificultad de los cruces con las líneas en 66 KV. existentes, adicionalmente no se cuenta con un espacio dentro del terreno actual de la subestación para instalar la estructura

terminal de la línea de 66 KV.; por lo cual se tendría que adquirir el espacio necesario en el terreno vecino (actualmente es una chacra).

Suministro a los Servicios Auxiliares de las Subestaciones

En la Alternativa N° 1, para la subestación Derivación 138/66 KV., la alimentación a los servicios auxiliares en corriente alterna provendrá del devanado terciario del Transformador de Potencia a ser instalado en dicha subestación. En la Alternativa N° 2, como la subestación Derivación 138 KV. es sólo un patio de maniobras ya que no se instalará un transformador de potencia, se tendría que traer una línea de media tensión (13,8 KV.) de la subestación Huaraz existente para alimentar a sus servicios auxiliares, lo cual disminuye la confiabilidad del suministro de los servicios auxiliares.

En la Alternativa N° 1, para la celda de llegada en 66 KV. a la subestación Huaraz, se utilizará los servicios auxiliares existentes en dicha subestación. En la Alternativa N° 2, para la nueva subestación Huaraz 138/66 KV., la alimentación a los servicios auxiliares provendrá del devanado terciario del transformador de potencia a ser instalado en dicha subestación.

4.4.1 Análisis de flujo de potencia

Objetivo

Determinar la mejor alternativa de suministro y refuerzo del Sistema Eléctrico del Callejón de Huaylas conformado por las subestaciones Caraz, Carhuaz, Huaraz y Ticapampa, actualmente abastecido desde la C.H. Huallanca, mediante un transformador de potencia de 138/66/10 KV y 25/25/8.5 MVA, con taps variables bajo carga de $\pm 8\%$, cuya capacidad está por saturarse en los próximos años. Por otro lado, existe la L.T. 138 KV Huallanca-Pierina de 50 MVA cuya capacidad sólo se aprovecha en un 20%. Asimismo, la S.E. Pierina se encuentra localizada muy cerca de la S.E. Huaraz, por lo cual, es posible efectuar una Derivación a 2 km de Pierina, con el fin de enlazar dicho punto (Derivación) con la S.E. Huaraz, mediante una línea de 6,4 km.

Para establecer la mejor alternativa de suministro se efectúan simulaciones de flujo de potencia en condiciones de operación normal y contingencia, épocas de avenida y estiaje, horas de máxima y mínima demanda, y determinan las corrientes de cortocircuito para falla trifásica, monofásica y bifásica a tierra en las principales barras del sistema.

De acuerdo a los últimos registros de carga, la máxima demanda del Callejón de Huaylas es de 19.2 MW y la carga de Santiago de Chuco 3,7 MW. Por consiguiente, la restricción principal del suministro de dichas cargas se presenta en el transformador de potencia existente en Huallanca (138/66/10 KV y 25/25/8.5 MVA). Así como, en el sistema de transmisión de 66 KV conformado por líneas con conductor de AAAC de 120 y 78 mm², especialmente en los tramos Caraz-Carhuaz-Huaraz que abastecen la carga más

importante.

Dado que, la demanda principal se localiza en Huaraz (12,1 MW) una alternativa interesante para resolver el problema de saturación de transformador de Huallanca (138/66/10 KV) es utilizar la potencia instalada disponible de la L.T. 138 KV Huallanca-Pierina, simple terna de 84,97 km con conductor ACSR de 240 mm² cuya capacidad es 50 MVA, la misma que sólo es utilizado en un 20% por el Complejo Minero (9,3 MW).

La finalidad del análisis es definir la mejor alternativa de suministro y refuerzo del Sistema Transmisión Callejón de Huaylas, utilizando la capacidad disponible de la L.T. 138 KV Huallanca-Pierina mediante una derivación (a 2 km de Pierina) que conecte el punto denominado Derivación con la subestación Huaraz a través de un enlace en 138 ó 66 KV, de 6.5 km. En este sentido, se deja de lado la alternativa consistente en el refuerzo de la S.E. Huallanca con 2do transformador (similar al existente), implementación de 2do circuito de 66 KV entre Huallanca-Caraz de 29,1 km y reemplazo el conductor AAAC de 78 mm² de la L.T. 66 KV Caraz-Carhuaz-Huaraz por un AAAC de 120 mm², similar al de la L.T. 66 KV Caraz-Huaraz.

Alternativas de refuerzo del sistema de transmisión

Las alternativas de refuerzo del Sistema de Transmisión del Callejón de Huaylas son las siguientes:

Alt-1, LT 138 KV Derivación-Huaraz, simple terna de 6.5 km con conductor AAAC de 240 mm², y

Alt-2, LT 66 KV Derivación-Huaraz, simple terna de 6.5 km con conductor AAAC de 120

En ambos casos se contaría con un autotransformador de potencia de 138/66 KV y 30/40 MVA, con taps variables bajo carga de $\pm 10 \times 1\%$. En la **Alt-1**, el transformador estaría localizado en la S.E. Huaraz (138/66 KV) y la línea de suministro sería en 138 KV.

En la **Alt-2** el transformador estaría ubicado en la S.E. Derivación (138/66 KV) y la línea de suministro sería en 66 KV.

Criterios y metodología del análisis

Para establecer la mejor solución técnica del Proyecto se consideran 2 criterios:

1. el perfil de tensiones en todas las barras del sistema y
2. la capacidad de transmisión del sistema existente.

Asimismo, se tiene en consideración la existencia de la C.H. Pariac, cuya potencia disponible se estima en 2,5 MW constantes en condiciones de máxima y mínima demanda.

Para las simulaciones de Flujo de Potencia y cálculo de Cortocircuito, se emplean las siguientes definiciones y criterios en ANEXO X

Criterios generales

El sistema eléctrico de potencia debe tener capacidad suficiente y garantizada para transmitir la máxima generación de los proyectos hacia el SEIN. Para evaluar el nivel de confiabilidad se aplica el criterio N-1, es decir que el sistema debe mantener la capacidad de transporte con un componente fuera de servicio (línea o transformador).

La calidad de servicio significa energía a valores de tensión y frecuencia adecuados, $\pm 5\%$ para la tensión y $\pm 1\%$ para la frecuencia. La tensión se controlará ajustando Taps en los transformadores y generación reactiva en los compensadores síncronos, SVC o centrales eléctricas.

Criterios específicos**a) PARA LOS ESTUDIOS DE FLUJO DE POTENCIA.**

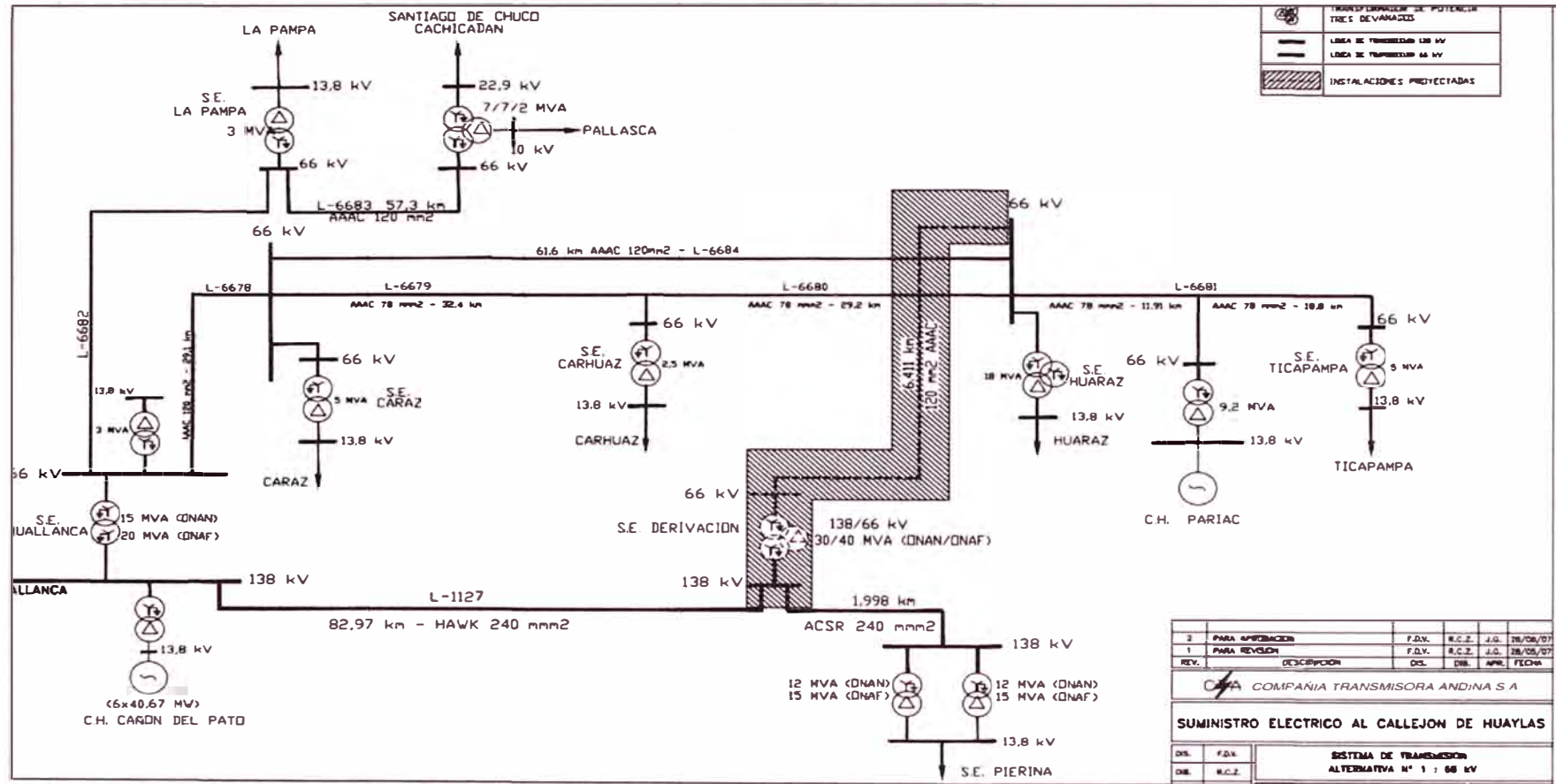
Los estudios de Flujo de Potencia simulan el comportamiento estacionario del sistema en diferentes condiciones de carga, generación y topología. Brindan información de los Flujos de Potencia en líneas y transformadores, nivel de tensión en barras, tensión de generación y potencia reactiva de las centrales eléctricas, posición de Taps en los transformadores, compensación reactiva capacitiva e inductiva y pérdidas de transmisión longitudinal y transversal.

Las condiciones de carga y generación simuladas para año hidrológico promedio, época de avenida y estiaje, son las siguientes:

HORA DE MAXIMA DEMANDA, equivalente a 5 horas de duración diaria, se extiende de las 18 a 23 horas de cada día, excepto los domingos y feriados, corresponde al 1er escalón de la curva de duración de 3 bloques.

HORA DE MINIMA DEMANDA, equivalente a 9 horas, se extiende entre las 23 y 8 horas de cada día.

4.4.2 Análisis de Flujo de potencia para la Alternativa 1



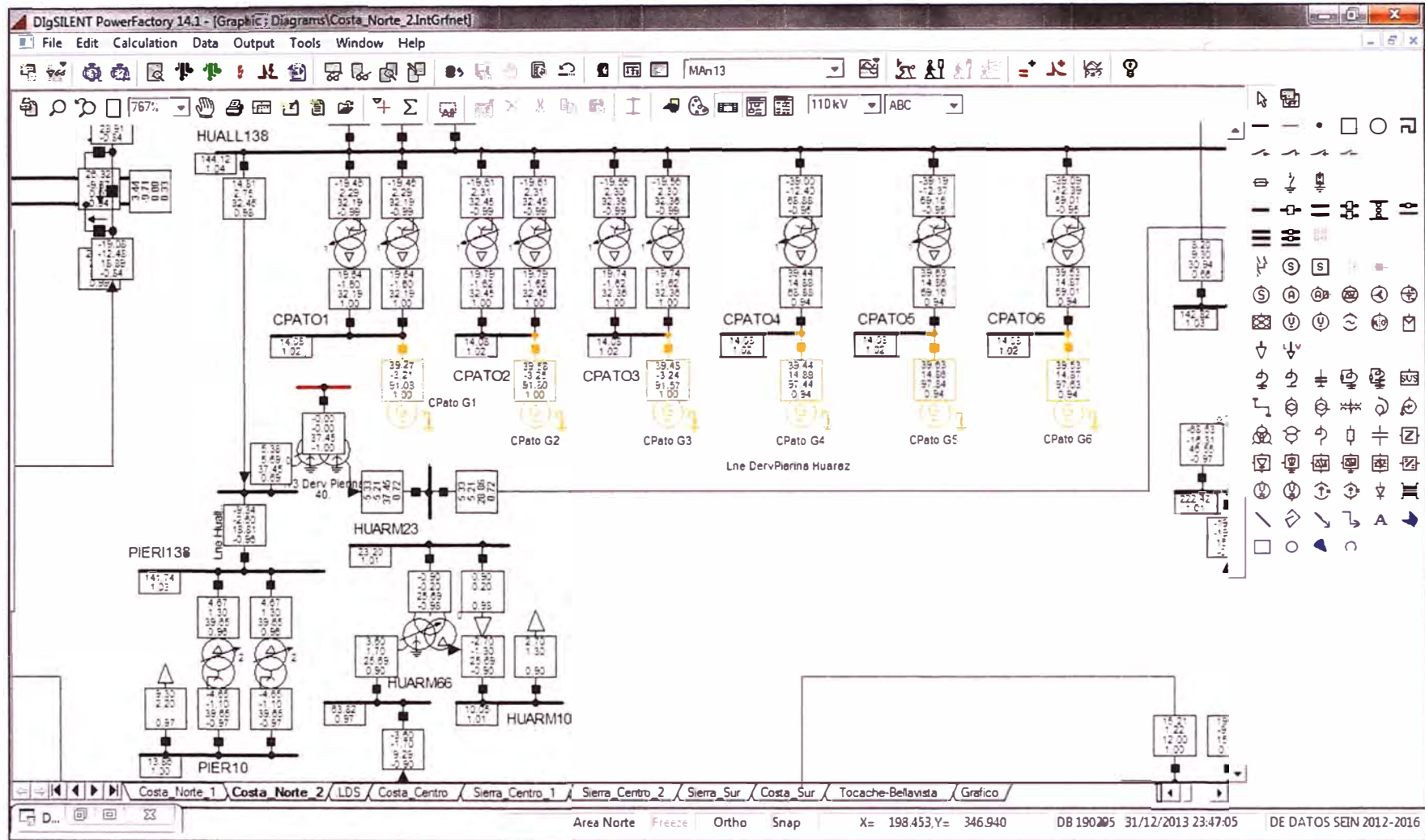


Figura N° 4.1 - Flujo de potencia en Digsilent – voltaje en zona de grupos

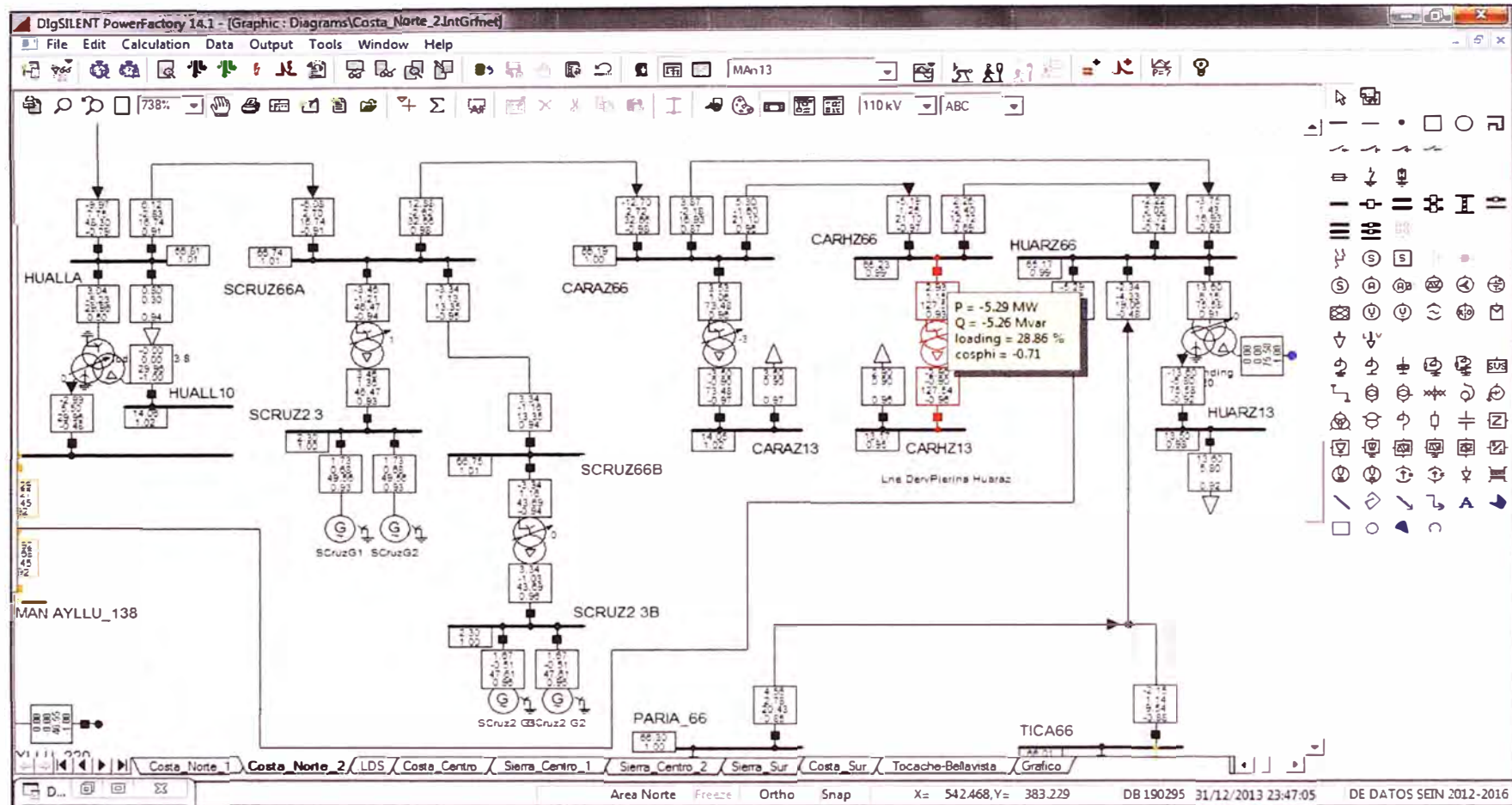


Figura N° 4.2 - Flujo de potencia en Digsilent – zona del transformador

- CARGA PIERINA
Factor de Potencia = 0.973142 (INDUCTIVA)
P= 9.3MW
- CARGA HUARAZ
Factor de Potencia = 0,92(INDUCTIVA)-
P=13.60MW
- Tabla N°3.1 tensiones en barras

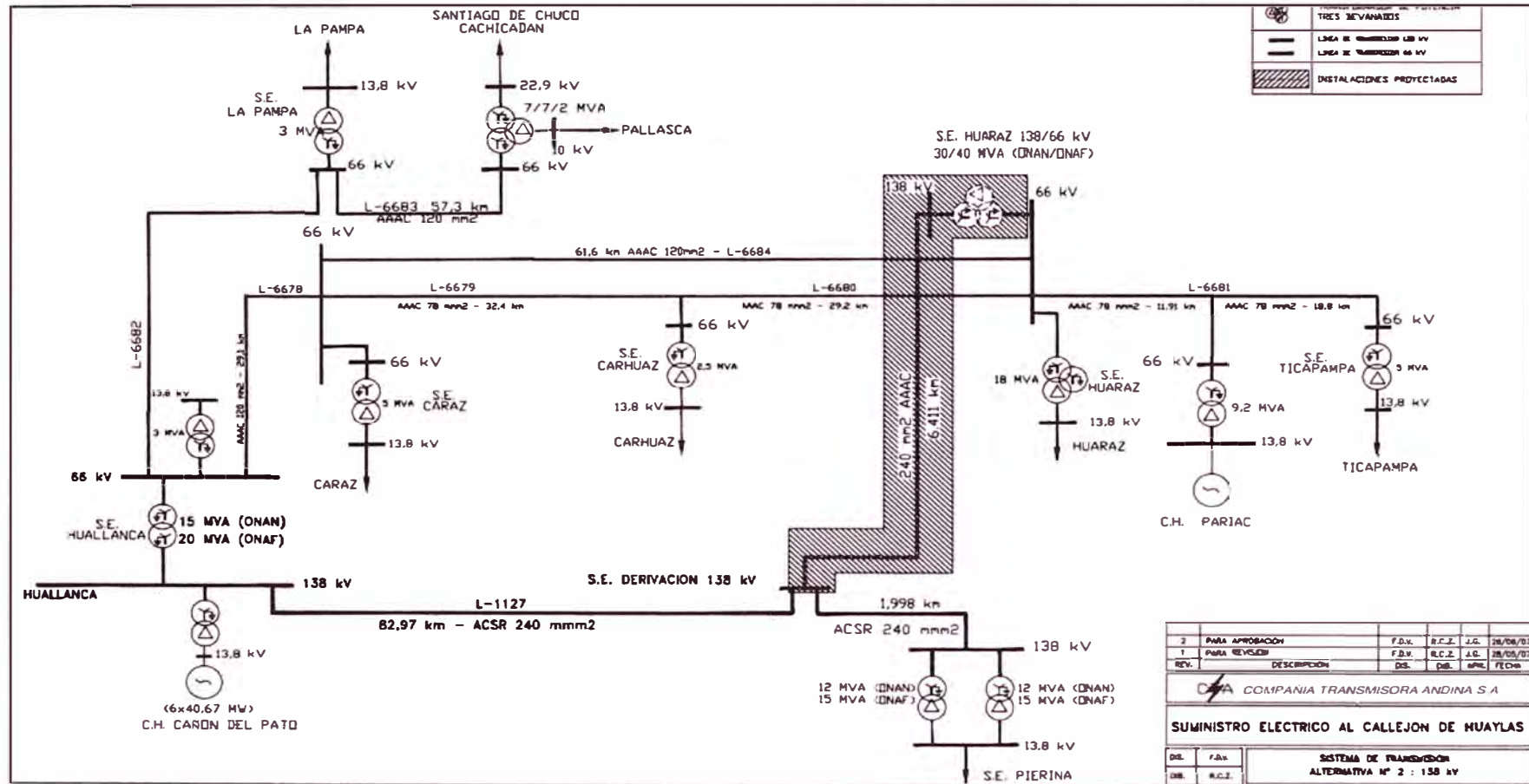
BARRAS	TENSIONES
HUALL138	144.12KV
PIERINA138	141.70KV
PIERINA13.8	13.86KV
HUARAZ13.8'	13.53KV

- Tabla N°3.2 potencias por líneas

	LINE HUALL138- PIERINA138 (FLUJO de Pot DE SALIDA DE HUALL A PIERINA)	LINE HUALL138- PIERINA138 (FLUJO de Pot DE LLEGADA DE HUALL A PIERINA)
P	14.74MW	9.34MW
Q	2.86MVAR	2.60MVAR

	LINE DERV.PIERINA138 HUARAZ138 (FLUJO de Pot DE SALIDA DE DERV.PIERINA A HUARAZ)	LINE DERV.PIERINA138 HUARAZ138 (FLUJO de Pot DE LLEGADA DE DERV.PIERINA A HUARAZ)
P	5.36MW	5.36MW
Q	5.85MVAR	6.28MVAR

4.4.3 Análisis de Flujo de potencia para la Alternativa 2



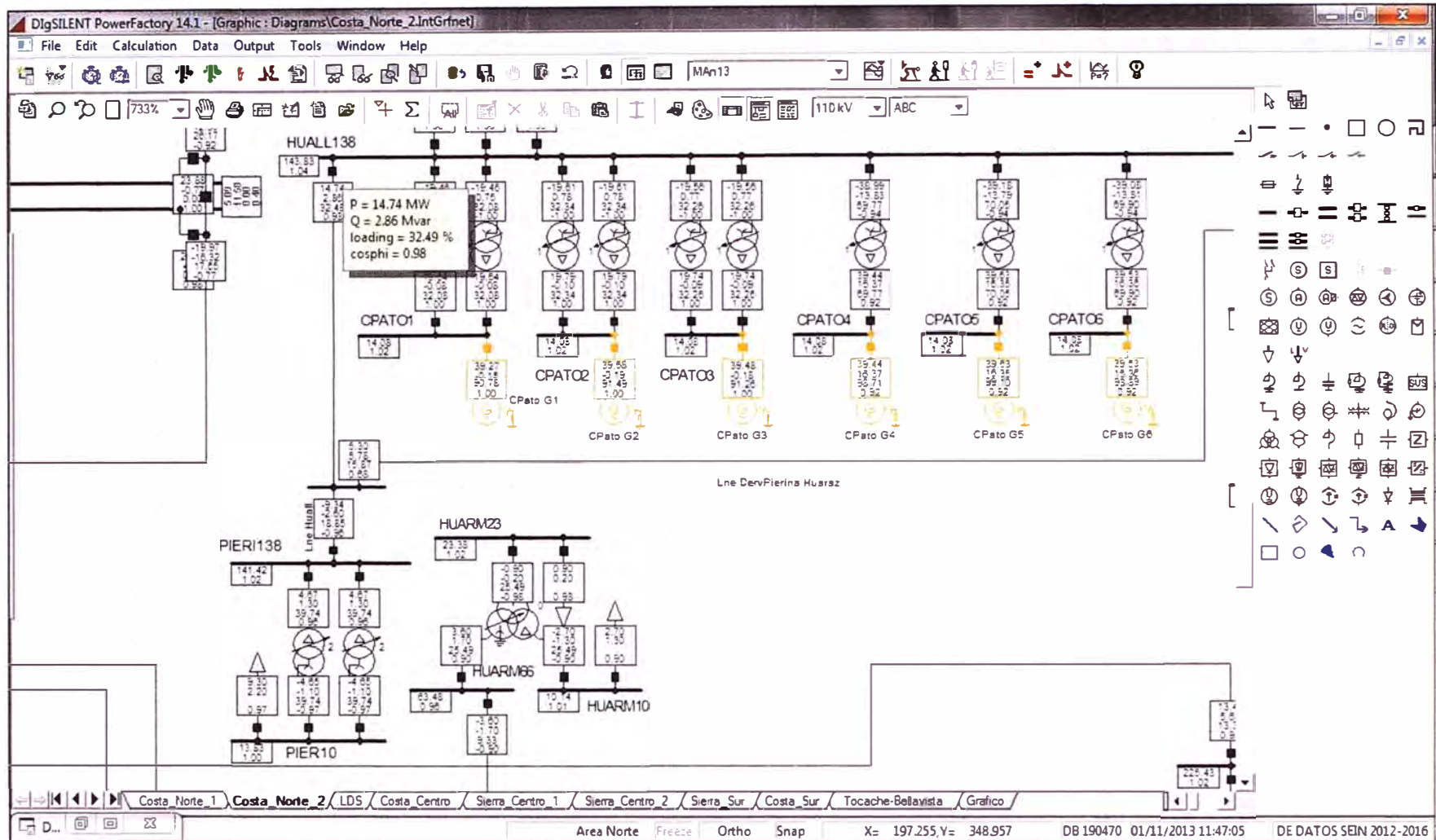


Figura N° 4.3 - Flujo de potencia en Digsilent – voltaje en zona de grupos

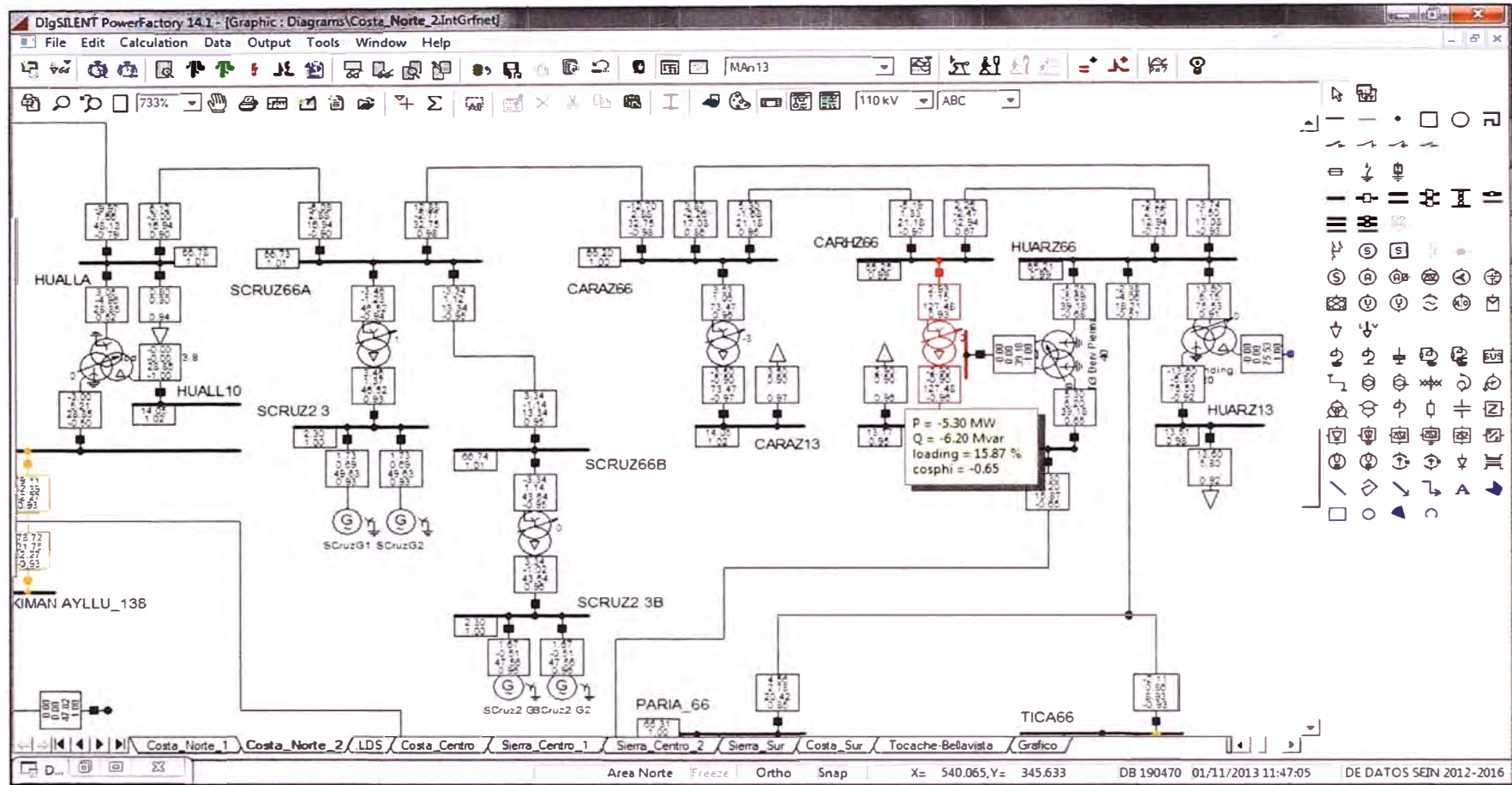


Figura N° 4.4 - Flujo de potencia en Digsilent – zona del transformador

- CARGA PIERINA
Factor de Potencia = 0.973142 (INDUCTIVA)
P= 9.3MW
- CARGA HUARAZ
Factor de Potencia = 0,92(INDUCTIVA)-
P=13.60MW
- Tabla N° 3.3 tensiones en barras

BARRAS	TENSIONES
HUALL138	143.83KV
PIERINA138	141.42KV
PIERINA13.8	13.83KV
HUARAZ13.8'	13.51KV

- Tabla N° 3.4 potencias por líneas

	LINE HUALL138- PIERINA138 (FLUJO de Pot DE SALIDA DE HUALL A PIERINA)	LINE HUALL138- PIERINA138 (FLUJO de Pot DE LLEGADA DE HUALL A PIERINA)
P	14.74MW	9.34MW
Q	2.86MVAR	2.60MVAR

	LINE DERV.PIERINA138 HUARAZ138 (FLUJO de Pot DE SALIDA DE DERV.PIERINA A HUARAZ)	LINE DERV.PIERINA138 HUARAZ138 (FLUJO de Pot DE LLEGADA DE DERV.PIERINA A HUARAZ)
P	5.30MW	5.30MW
Q	5.78MVAR	6.20MVAR

4.5 Evaluación económica

4.6 Alternativa S&Z Consultores Asociados S.A.

PRESUPUESTO TOTAL
ALTERNATIVA 1º S&Z CONSULTORES ASOCIADOS S.A.

DESCRIPCIÓN	SUMINISTROS US.\$	MONTAJE ELECTROMECAÁNICO US.\$	OBRAS CIVILES US.\$	TRANSPORTE DE EQUIPOS A OBRA US.\$	TOTAL US.\$
1. Alternativa "Entrada - Salida "					
1.1 Subestación "Entrada-Salida"	648 770,00	22 370,00	200 000,00	19 463,00	890 603,00
1.2 Subestación "Huaraz Nueva"	422 310,00	18 040,00	50 000,00	12 669,00	503 019,00
1.3 Línea de Transmisión 138 kV	166 538,00	18 246,00	80 116,00	5 000,00	269 900,00
1.4 Sistema de comunicaciones - radio	6 000,00	600,00		200,00	6 800,00
COSTO DIERECTO	1 243 618,00	59 256,00	330 116,00	37 332,00	1 670 322,00
Gastos Generales y Utilidades 20% del Costo Directo	248 723,60	11 851,20	66 023,20	7 466,40	334 054,40
Ingeniería de Detalle y Supervisión de Obras 8% del Costo Directo	99 489,44	4 740,48	26 409,28	2 986,56	133 625,76
TOTAL	1 591 831,04	75 847,68	422 548,48	47 784,96	2 138 012,16
IGV (18%)	286 529,59	13 652,58	76 058,73	8 601,29	384 842,19
TOTAL GENERAL (US\$)	1 878 360,63	89 500,26	498 607,21	56 386,25	2 522 854,35

4.7 Alternativas Hidrandina

**PRESUPUESTO TOTAL
ALTERNATIVA 2º HIDRANDINA**

DESCRIPCIÓN	SUMINISTROS US.\$	MONTAJE ELECTROMECÁNICO US.\$	OBRAS CIVILES US.\$	TRANSPORTE DE EQUIPOS A OBRA US.\$	TOTAL US.\$
2. Alternativa "Hidrandina"					
2.1 Subestación "derivación T"	273 290,00	12 290,00	120 000,00	8 200,00	413 780,00
2.1 Subestación "Huaraz Nueva"	422 310,00	18 040,00	50 000,00	12 670,00	503 020,00
2.3 Línea de Transmisión	166 538,00	18 246,00	80 116,00	5 000,00	269 900,00
COSTO DIRECTO	862 138,00	48 576,00	250 116,00	25 870,00	1 186 700,00
Gastos Generales y Utilidades 20% del Costo Directo	172 427,60	9 715,20	50 023,20	5 174,00	237 340,00
Ingeniería de Detalle y Supervisión de Obras 8% del Costo Directo	68 971,04	3 886,08	20 009,28	2 069,60	94 936,00
TOTAL	1 103 536,64	62 177,28	320 148,48	33 113,60	1 518 976,00
IGV (18%)	198 636,60	11 191,91	57 626,73	5 960,45	273 415,68
TOTAL GENERAL (US\$)	1 302 173,24	73 369,19	377 775,21	39 074,05	1 792 391,68

Alternativa 2:**SET Tarica 66/138 KV, 15/10/5 MVA**

Alternativa 2 : Sub estación Tarica 66/138 kV	Sub Estaciones				Cant	PU	Total US\$
	Huallanca Caraz	Huaraz	Tarica	Estruc 150 Pierina			
Bahía en 138 kV y Tablero de Control			1	3	4	480,000	1,920,000
Bahía en 66 kV y Tablero de Control			3		3	320,000	960,000
Celda en 22.9 kV protección y medición					0	40,000	0
Celda en 13.8 kV protección y medición			3		3	32,000	96,000
Transformador 66/138 kV, 15 MVA					0	400,000	0
Transformador 66/138 kV, 10 MVA					0	350,000	0
Transformador 66/138 kV, 30 MVA					0	700,000	0
Transformador 66/138/13.8 kV 15/10/5 MVA			1		1	490,000	490,000
Transformador 138 /13.8 kV 10 MVA					0	330,000	0
Transformador 13.8 /22.9, 10 MVA					0	90,000	0
Servicios Aux.y Cargador Rectificador			1	1	2	40,000	80,000
Obras Civiles			1	1	2	90,000	180,000
Sub Total SET							3,726,000
Línea en 138 kV				8	8	95,000	760,000
Línea en 66 kV					0	58,000	0
Línea en 22.9 kV					0	20,000	0
Línea en 13.8 kV				2	2	15,000	30,000
Subr Total Líneas							790,000
Total General							4,516,000

Alternativa 3:**SET Huaraz 66/138 KV, 10 MVA**

Alternativa 3 : Sub estación Huaraz 66/138 kV	Sub Estaciones				Cant	PU	Total US\$
	Huallanca Caraz	Huaraz	Tarica	Estruc 150 Pierina			
Bahía en 138 kV y Tablero de Control			1	3	4	480,000	1,920,000
Bahía en 66 kV y Tablero de Control			1		1	320,000	320,000
Celda en 22.9 kV protección y medición					0	40,000	0
Celda en 13.8 kV protección y medición					0	32,000	0
Transformador 66/138 kV, 15 MVA			0		0	400,000	0
Transformador 66/138 kV, 10 MVA			1		1	350,000	350,000
Transformador 66/138 kV, 30 MVA					0	700,000	0
Transformador 66/138/13.8 kV 15/10/5 MVA					0	490,000	0
Transformador 138 /13.8 kV 10 MVA					0	330,000	0
Transformador 13.8 /22.9, 10 MVA					0	90,000	0
Servicios Aux.y Cargador Rectificador			1	1	2	40,000	80,000
Obras Civiles			1	1	2	90,000	180,000
Sub Total SET							2,850,000
Línea en 138 kV				7	7	95,000	665,000
Línea en 66 kV					0	58,000	0
Línea en 22.9 kV					0	20,000	0
Línea en 13.8 kV				2	2	15,000	30,000
Subr Total Líneas							695,000
Total General							3,545,000

Alternativa 4A:**Reforzamiento SET Huallanca 15 MVA**

Alternativa 4A : Reforzar Capacidad 15 MVA Huallanca	Sub Estaciones				Cant	PU	Total US\$
	Huallanca Caraz	Huaraz	Tarica	Estruc 150 Pierina			
Bahía en 138 kV y Tablero de Control	1				1	480,000	480,000
Bahía en 66 kV y Tablero de Control	2	1			3	320,000	960,000
Celda en 22.9 kV protección y medición					0	40,000	0
Celda en 13.8 kV protección y medición					0	32,000	0
Transformador 66/138 kV, 15 MVA	1				1	400,000	400,000
Transformador 66/138 kV, 10 MVA					0	350,000	0
Transformador 66/138 kV, 30 MVA					0	700,000	0
Transformador 66/138/13.8 kV 15/10/5 MVA					0	490,000	0
Transformador 138 /13.8 kV 10 MVA					0	330,000	0
Transformador 13.8 /22.9, 10 MVA					0	90,000	0
Servicios Aux.y Cargador Rectificador					0	40,000	0
Obras Civiles	1	1			2	90,000	180,000
Sub Total SET							2,020,000
Línea en 138 kV					0	95,000	0
Línea en 66 kV	30				30	58,000	1,740,000
Línea en 22.9 kV					0	20,000	0
Línea en 13.8 kV					0	15,000	0
Subr Total Líneas							1,740,000
Total General							3,760,000

Alternativa 4B:**Reforzamiento SET Huallanca 30 MVA**

Alternativa 4B :	Sub Estaciones				Cant	PU	Total US\$
	Huallanca Caraz	Huaraz	Tarica	Estruc 150 Pierina			
Reforzar Capacidad 30 MVA Huallanca							
Bahia en 138 kV y Tablero de Control					0	480,000	0
Bahia en 66 kV y Tablero de Control		1			1	320,000	320,000
Celda en 22.9 kV proteccion y medicion					0	40,000	0
Celda en 13.8 kV proteccion y medicion					0	32,000	0
Transformador 66/138 kV, 15 MVA					0	400,000	0
Transformador 66/138 kV, 10 MVA					0	350,000	0
Transformador 66/138 kV, 30 MVA	1				1	700,000	700,000
Transformador 66/138/13.8 kV 15/10/5 MVA					0	490,000	0
Transformador 138 /13.8 kV 10 MVA					0	330,000	0
Transformador 13.8 /22.9, 10 MVA					0	90,000	0
Servicios Aux.y Cargador Rectificador					0	40,000	0
Obras Civiles	1	1			2	90,000	180,000
Sub Total SET							1,200,000
Linea en 138 kV					0	95,000	0
Linea en 66 kV	30				30	58,000	1,740,000
Linea en 22.9 kV					0	20,000	0
Linea en 13.8 kV					0	15,000	0
Subr Total Lineas							1,740,000
Total General							2,940,000

Alternativa 6A:**Derivación Estructura 150-SET Huaraz 138/13.8 KV, 10 MVA**

Alternativa 6A :	Sub Estaciones				Cant	PU	Total US\$
	Huallanca Caraz	Huaraz	Tarica	Estruc 150 Pierina			
Derivacion 138 kV Estructura 150							
Bahia en 138 kV y Tablero de Control		1		3	4	480,000	1,920,000
Bahia en 66 kV y Tablero de Control					0	320,000	0
Celda en 22.9 kV proteccion y medicion					0	40,000	0
Celda en 13.8 kV proteccion y medicion		1			1	32,000	32,000
Transformador 66/138 kV, 15 MVA					0	400,000	0
Transformador 66/138 kV, 10 MVA					0	350,000	0
Transformador 66/138 kV, 30 MVA					0	700,000	0
Transformador 66/138/13.8 kV 15/10/5 MVA					0	490,000	0
Transformador 138 /13.8 kV 10 MVA		1			1	330,000	330,000
Transformador 13.8 /22.9, 10 MVA					0	90,000	0
Servicios Aux.y Cargador Rectificador		1		1	2	40,000	80,000
Obras Civiles		1		1	2	90,000	180,000
Sub Total SET							2,542,000
Linea en 138 kV				7	7	95,000	665,000
Linea en 66 kV					0	58,000	0
Linea en 22.9 kV					0	20,000	0
Linea en 13.8 kV				2	2	15,000	30,000
Subr Total Lineas							695,000
Total General							3,237,000

Alternativa 6B:**Derivación SET Pierina - Huaraz 138/13.8 KV, 10 MVA**

Alternativa 6B :	Sub Estaciones				Cant	PU	Total US\$
	Huallanca Caraz	Huaraz	Tarica	Estruc 150 Pierina			
Salida SET 138 kV Pierina							
Bahia en 138 kV y Tablero de Control		1			1	480,000	960,000
Bahia en 66 kV y Tablero de Control					0	320,000	0
Celda en 22.9 kV proteccion y medicion					0	40,000	0
Celda en 13.8 kV proteccion y medicion		1			1	32,000	32,000
Transformador 66/138 kV, 15 MVA					0	400,000	0
Transformador 66/138 kV, 10 MVA					0	350,000	0
Transformador 66/138 kV, 30 MVA					0	700,000	0
Transformador 66/138/13.8 kV 15/10/5 MVA					0	490,000	0
Transformador 138 /13.8 kV 10 MVA					0	330,000	0
Transformador 13.8 /22.9, 10 MVA					0	90,000	0
Servicios Aux.y Cargador Rectificador		1			1	40,000	80,000
Obras Civiles		1			1	90,000	180,000
Sub Total SET							1,262,000
Linea en 138 kV				6.5	6.5	95,000	617,500
Linea en 66 kV					0	58,000	0
Linea en 22.9 kV					0	20,000	0
Linea en 13.8 kV					0	15,000	0
Subr Total Lineas							617,500
Total General							1,889,500

Alternativa 6C:

Derivación SET Pierina – Salida 13.8 KV (8 MVA)

Alternativa 6C : Salida SET Pierina 13.8 kV	Sub Estaciones			Cant	PU	Total US\$
	Huallanca Caraz	Huaraz	Tarica			
Bahía en 138 kV y Tablero de Control				0	480,000	0
Bahía en 66 kV y Tablero de Control				0	320,000	0
Celda en 22.9 kV proteccion y medición				0	40,000	0
Celda en 13.8 kV proteccion y medición		1		2	32,000	96,000
Transformador 66/138 kV, 15 MVA				0	400,000	0
Transformador 66/138 kV, 10 MVA				0	350,000	0
Transformador 66/138 kV, 30 MVA				0	700,000	0
Transformador 66/138/13.8 kV 15/10/5 MVA				0	490,000	0
Transformador 138 /13.8 kV 10 MVA				0	330,000	0
Transformador 13.8 /22.9, 10 MVA				0	90,000	0
Servicios Aux.y Cargador Rectificador				0	40,000	0
Obras Civiles		1		1	90,000	180,000
Sub Total SET						276,000
Línea en 138 kV				0	95,000	0
Línea en 66 kV				0	58,000	0
Línea en 22.9 kV				0	20,000	0
Línea en 13.8 kV				14	15,000	210,000
Subr Total Líneas						210,000
Total General						486,000

Alternativa 6D:

Derivación SET Pierina – Salida 13.8 KV y SET 13.8/22.9 KV

Alternativa 6D : Salida SET Pierina 22.9 kV	Sub Estaciones			Cant	PU	Total US\$
	Huallanca Caraz	Huaraz	Tarica			
Bahía en 138 kV y Tablero de Control				0	480,000	0
Bahía en 66 kV y Tablero de Control				0	320,000	0
Celda en 22.9 kV proteccion y medición		1		1	40,000	80,000
Celda en 13.8 kV proteccion y medición		1		1	32,000	64,000
Transformador 66/138 kV, 15 MVA				0	400,000	0
Transformador 66/138 kV, 10 MVA				0	350,000	0
Transformador 66/138 kV, 30 MVA				0	700,000	0
Transformador 66/138/13.8 kV 15/10/5 MVA				0	490,000	0
Transformador 138 /13.8 kV 10 MVA				0	330,000	0
Transformador 13.8 /22.9, 10 MVA			1	1	90,000	180,000
Servicios Aux.y Cargador Rectificador				0	40,000	0
Obras Civiles		1		1	90,000	180,000
Sub Total SET						504,000
Línea en 138 kV				0	95,000	0
Línea en 66 kV				0	58,000	0
Línea en 22.9 kV				7	20,000	140,000
Línea en 13.8 kV				0	15,000	0
Subr Total Líneas						140,000
Total General						644,000

Resumen de alternativas

Alternativa	Nombre	Inversiones US\$			Indicador
		SET	Líneas	Total	
2	Sub estación Tarica 66/138 kV	3,726,000	790,000	4,516,000	242%
3	Sub estación Huaraz 66/138 kV	2,850,000	695,000	3,545,000	190%
4A	Reforzar Capacidad 15 MVA Huallanca	2,020,000	1,740,000	3,760,000	201%
4B	Reforzar Capacidad 30 MVA Huallanca	1,200,000	1,740,000	2,940,000	157%
6A	Derivación 138 kV Estructura 150	2,542,000	695,000	3,237,000	173%
6B	Salida SET 138 kV Pierina	1,252,000	617,500	1,869,500	100%
6C	Salida SET Pierina 13.8 kV	276,000	210,000	486,000	26%
6D	Salida SET Pierina 22.9 kV	504,000	140,000	644,000	34%

4.8 Alternativa Consult Pro Ingeniería S.A

Para la selección de la mejor alternativa económica se realizó una estimación de costos que están en el ANEXO XI.

La evaluación económica de alternativas, donde se considera los costos de inversión de la línea de transmisión, subestaciones; los costos de las pérdidas en la línea de transmisión para la demanda requerida; los costos por compra de energía; y los costos por operación y mantenimiento.

En la evaluación económica no se considera el I.G.V. para ambas alternativas.

Asimismo se considera que el sistema eléctrico del Callejón de Huaylas se alimenta al 100% del presente proyecto, para lo cual se abrirán las líneas en 66 KV Huallanca-Caraz y Huallanca-Huaraz.

4.8.1 Beneficios por venta de energía

La venta de energía, que representa el beneficio por las inversiones realizadas, se cuantificará con el precio en barra en 66 KV en la S.E. Huaraz, llevado con el peaje calculado con las tarifas de energía del Osinergmin-Gart. Los resultados de los precios en barra de Huaraz en 66 KV se presentan en resumen siguiente:

Tabla N° 3.6 Beneficios por venta de energía

1.	DESTINO	Tensión KV	PPB S/./kW-mes	PEBP cS/kW-h	PEBF cS/kW-h
	S.E. Huaraz – Alt. I	66	25,036	13,448	11,901
	S.E. Huaraz – Alt. II	66	24,948	13,384	11,840

Donde:

PEBP : Precio de barra de la energía en horas de punta

PEBF : Precio de barra de la energía fuera de punta

PPB : Precio de barra de la potencia

4.8.2 Ahorro por compra de energía

Se cuantificará el ahorro por compra de energía, debido a la reducción de la tarifa de compra de energía y potencia, al conectarse ahora directamente a 138 KV, con respecto al costo de compra de energía en 66 KV. El resumen de la reducción de la tarifa se muestra a continuación:

Tabla N° 3.7 Ahorro por compra de energía

PPB (S/./kW-mes)			PEBP (cS/./kW-h)			PEBF(S/./kW-h)		
66 KV	138 KV	Reduc.	66 KV	138 KV	Reduc.	66 KV	138 KV	Reduc.
23,648	23,50	0,148	10,211	9,810	0,401	8,734	8,340	0,394

Donde:

PEBP : Precio de barra de la energía en horas de punta

PEBF : Precio de barra de la energía fuera de punta

PPB : Precio de barra de la potencia

4.8.3 Resultados de la evaluación económica

En el siguiente cuadro se presentan los resultados de la evaluación económica por alternativa.

Tabla N° 3.6 Resultados de la evaluación económica

2. Indicadores Económicos			
Descripción	Unid.	Alt. I	Alt. II
Tasa de Descuento	%	12%	12%
Valor Actual Neto del Beneficio Neto	mil \$	4 768	2 841
Relación Beneficio/Costo	B/C	1,13	1,08
Tasa Interna de Retorno	%	31,36	20,31
Periodo de Repago	Años	4,7	8,4

Como se puede apreciar la alternativa I presenta mejores indicadores económicos finales, y un periodo de repago de 4,7 años.

4.8.4 Elección de la alternativa seleccionada

De las alternativas planteadas se selecciona la Alternativa I para su implementación, debido a que presenta mejores indicadores económicos y menor tiempo de repago (4,7 años).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Se concluye que la línea de transmisión L-1127 opera en forma ineficiente debido a que es una línea planificada para 40MW y tan solo transmite 8MW operando con una cargabilidad de 15-20% debido a que la proyección en demanda de potencia y energía por parte de la minera Pierina no fue como lo planificado encontrándose en plan de cierre (ANEXO XII) y debido al elevado costo de operación por onza en el 2012 (ANEXO XII)
2. Con poca carga en la línea L-1127 se generan reactivos capacitivos debido al fenómeno del efecto Ferranti en el extremo donde es energizada la línea siendo en este caso la barra asociada a la CH Cañon del Pato, causándole inestabilidad en sus generadores llevándolos a un estado subexitado no siendo una condición favorable de operación para el generador síncrono.
3. Se podría conseguir estabilizar ese extremo energizado, es decir desviar la inyección de reactivos capacitivos a través de la conexión de un reactor en serie que absorba esos reactivos capacitivos, pero aun así la línea L-1127 seguiría siendo ineficiente, ya que sigue con baja cargabilidad.
4. La única forma de que opere en estado óptimo la línea L-1127 es simplemente conectándole más carga a fin de que opere con una cargabilidad cuando menos del 80% y en su estado nominal de 45MVA - 138KV
5. Habiendo realizado las evaluaciones técnicas y económicas, se planifica conectar más carga a la línea L-1127 como al ciudad de Huaraz a través de la interconexión con empresa de distribución Hidrandina

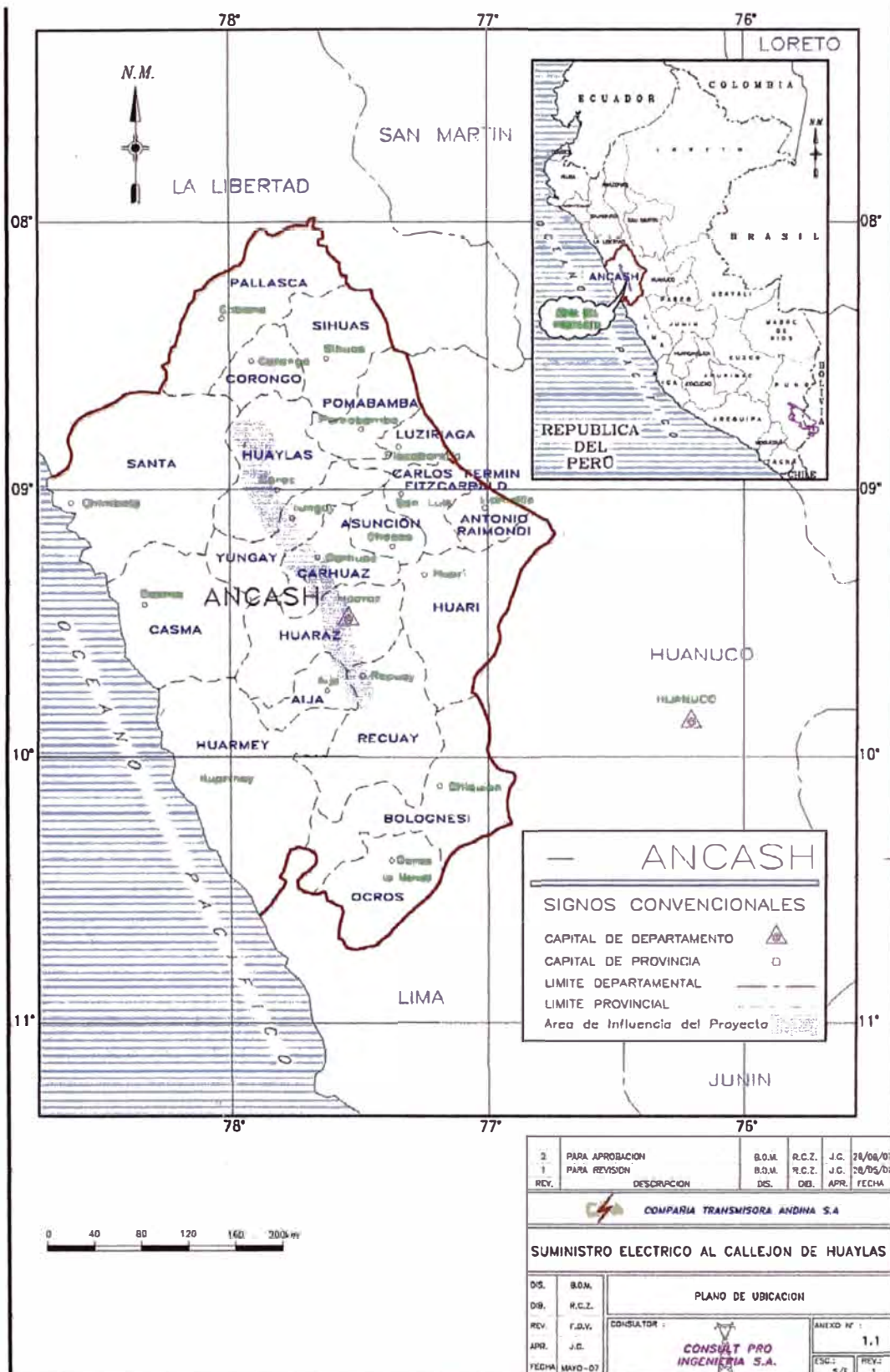
Recomendaciones

1. En tal sentido se recomienda optar por la alternativa I del estudio Consult Pro Ingeniería S.A, debido a las evaluaciones técnicas y económicas expuestas siendo el modelo PI (π) el adecuado y no un modelo "T".
2. El MEM en conjunto con ProInversion deberían involucrar y buscar la participación de los gobiernos regionales de Ancash con la empresa CTA administradora de la línea L-1127 a fin de poder conectar más pueblos y así hacer más óptima la línea de transmisión, ya que con los debidos y adecuados sistemas de protección existentes una línea de transmisión puede operar sin riesgo.

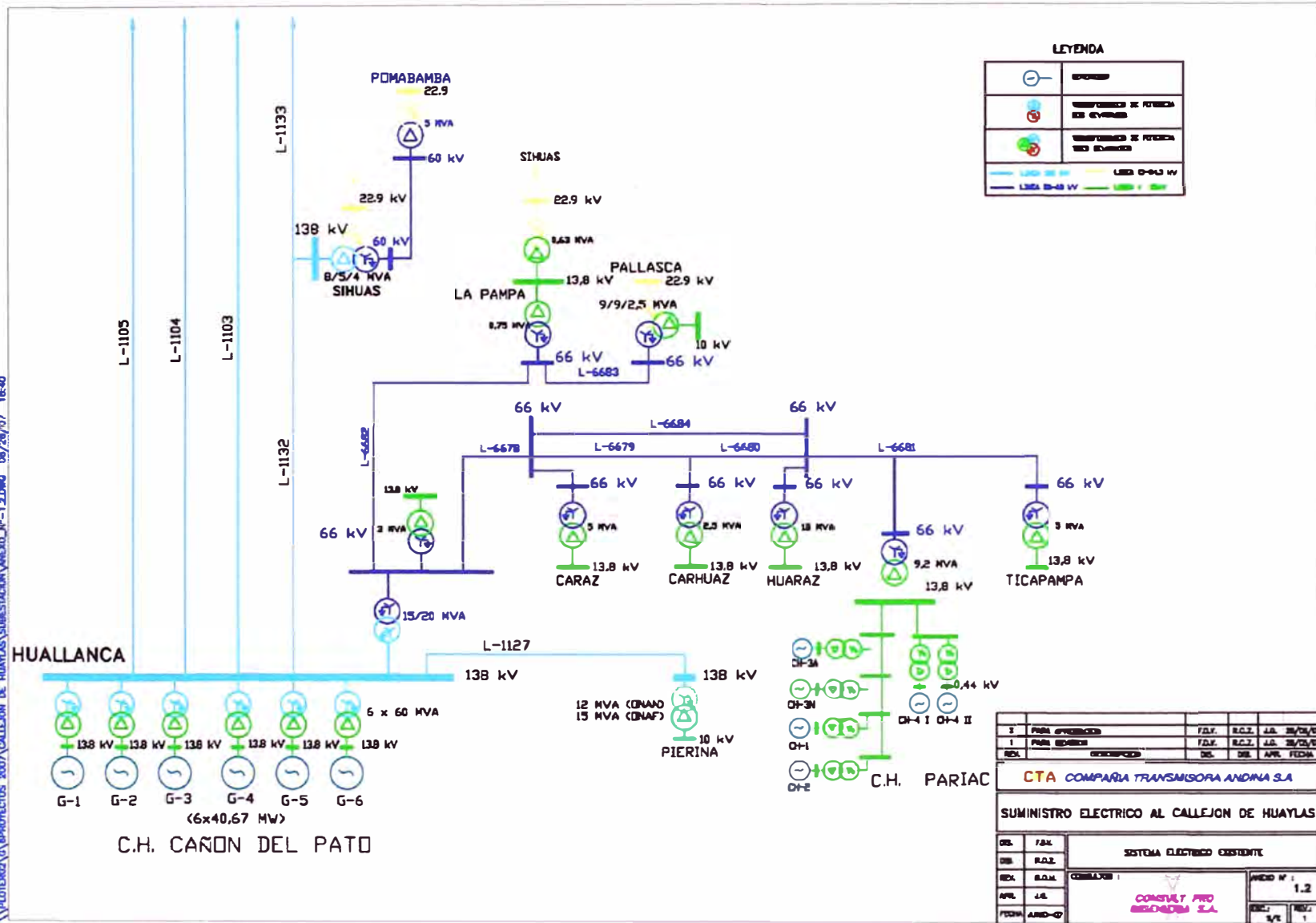
ANEXOS

ANEXO I
LUGAR GEOGRÁFICO Y DIAGRAMAS UNIFILARES

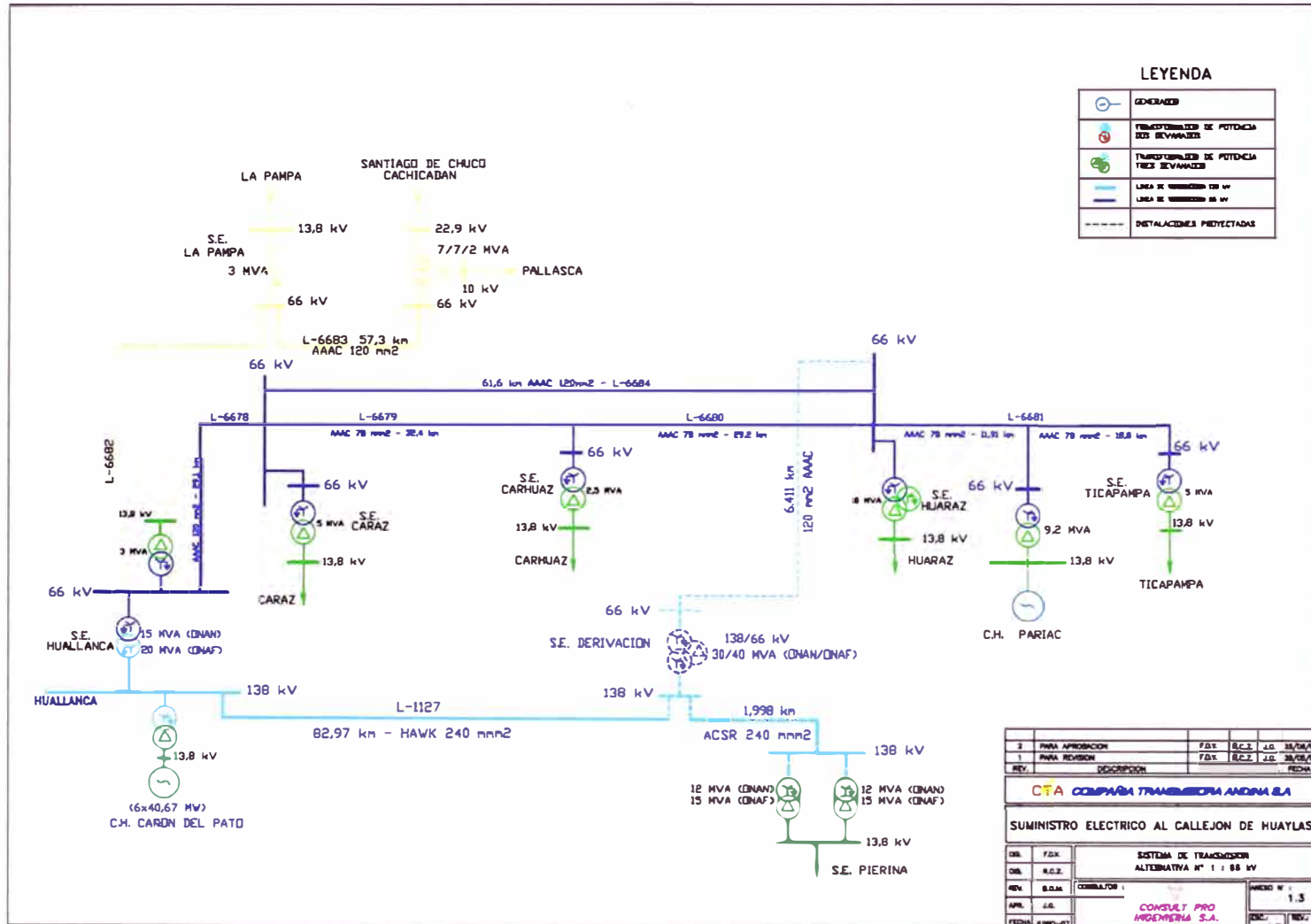
ANEXO_1.1 Plano de Ubicación

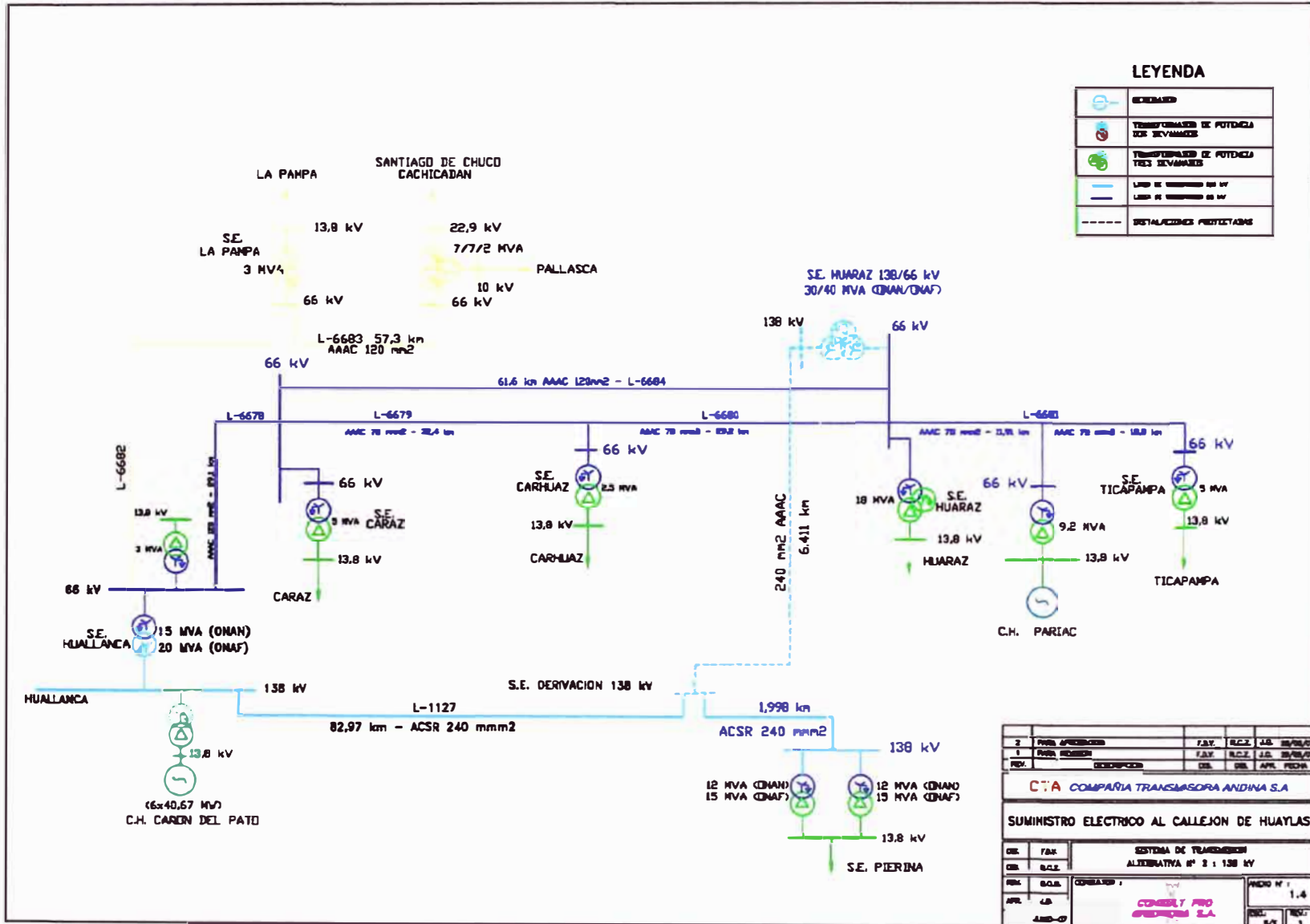


\\PL070203\VA\PROYECTOS_2007\CALLEJON DE HUAYLAS\SUBESTACION\ANEXO_1.2.DWG 09/29/07 16:40



ANEXO_1.2 Sistema Eléctrico Existente

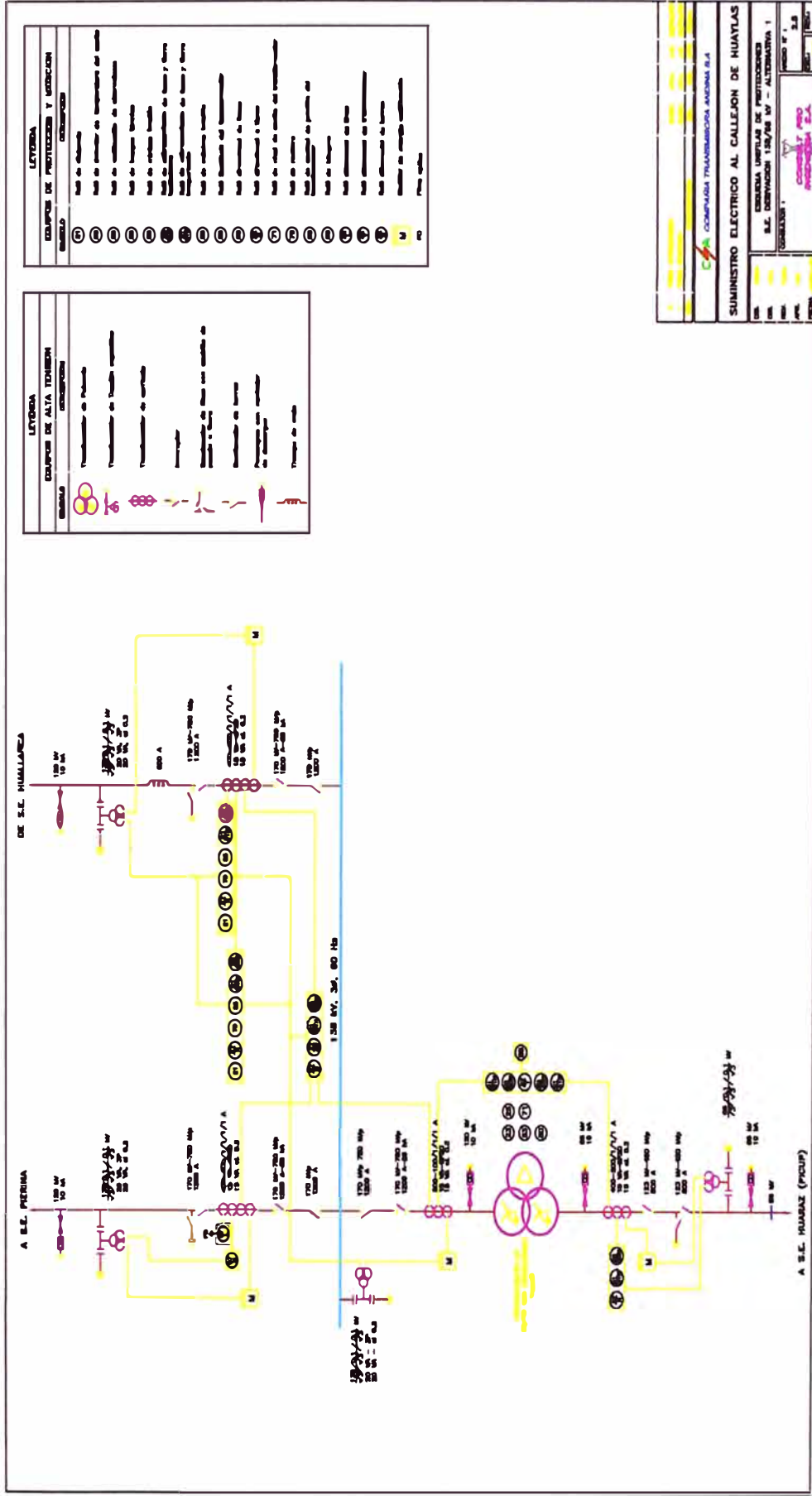




ANEXO_1.4 Sistema de Transmisión – Alternativa II: 138 KV

ANEXO II
DIAGRAMAS UNIFILARES AUXILIARES

ANEXO_2.5 Esquema UI ifilar de Protecciones de la S.E. Derivación 138/66 KV



ANEXO III
PROYECCIÓN DE LA DEMANDA Y ENERGÍA

Proyección de la demanda y energía

ADAPTACION DE LA LINEA 138 KV HUALLANCA-HUARAZ Y S.S.E. ASOCIADAS
A LA LINEA DE LINEA DE TRANSMISION 138 KV HUALLANCA-PIERNA
Cuadro N° 1.3a
PROYECCIÓN DE LA MÁXIMA DEMANDA DE POTENCIA (MW)

CENTRO DE CARGA	Tiempo KV	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Servicio Público																					
Caráz	138	1.90	1.88	2.07	2.17	2.25	2.34	2.44	2.53	2.64	2.74	2.85	2.97	3.09	3.21	3.34	3.47	3.61	3.76	3.91	-
Carhuaz	138	1.20	1.25	1.31	1.37	1.42	1.48	1.54	1.60	1.67	1.73	1.80	1.87	1.95	2.03	2.11	2.19	2.28	2.37	2.47	-
Huazá	138	6.00	6.27	6.55	6.84	7.11	7.40	7.68	8.00	8.33	8.66	9.01	9.37	9.75	10.14	10.55	10.97	11.41	11.85	12.34	-
Tucaypampa	138	0.80	0.84	0.87	0.91	0.95	0.99	1.03	1.07	1.11	1.15	1.20	1.25	1.30	1.35	1.41	1.48	1.52	1.59	1.65	-
Pecsa S.P.		9.90	10.34	10.80	11.28	11.75	12.22	12.71	13.20	13.75	14.28	14.86	15.47	16.09	16.73	17.40	18.10	18.82	19.57	20.38	-
G.C. y P.I.																					
S.E. Caráz	138		0.70	1.58	1.50	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38
S.E. Carhuaz	138																				
S.E. Huazá	138		2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82
S.E. Tucaypampa	138			1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54
Pierna	138			15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Total G.C. y P.I.			3.61	20.84	20.84	21.74	21.74	21.74	21.74	21.74	21.74	21.74	21.74	21.74	21.74	21.74	21.74	21.74	21.74	21.74	21.74
TOTAL		9.90	13.95	31.74	32.22	33.47	33.98	34.45	34.94	35.49	36.02	36.60	37.20	37.83	38.47	39.14	39.84	40.56	41.31	42.10	-

S.P. : Servicio Público
G.C. : Grandes Consumidores
P.I. : Proyectos de Inversión

ADAPTACION DE LA LINEA 138 KV HUALLANCA-HUARAZ Y S.S.E. ASOCIADAS
A LA LINEA DE LINEA DE TRANSMISION 138 KV HUALLANCA-PIERNA
Cuadro N° 1.3b
TOTAL MÁXIMA DEMANDA POR CENTROS DE CARGA (MW)

CENTRO DE CARGA	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
S.E. Caráz	1.90	2.78	3.68	3.75	4.63	4.72	4.81	4.91	5.01	5.12	5.23	5.34	5.46	5.58	5.71	5.85	5.99	6.13	6.28
S.E. Carhuaz	1.20	1.25	1.31	1.37	1.42	1.48	1.54	1.60	1.67	1.73	1.80	1.87	1.95	2.03	2.11	2.19	2.28	2.37	2.47
S.E. Huazá	6.00	6.09	6.37	6.66	6.95	7.22	7.51	7.82	8.15	8.48	8.83	9.19	9.57	9.96	10.37	10.79	11.23	11.68	12.16
S.E. Tucaypampa	0.80	0.84	2.41	2.45	2.49	2.53	2.58	2.61	2.65	2.69	2.74	2.79	2.84	2.88	2.94	3.00	3.08	3.12	3.18
Pierna			15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
TOTAL SISTEMA	9.90	13.95	31.74	32.22	33.47	33.94	34.45	34.94	35.47	36.02	36.60	37.19	37.81	38.48	39.13	39.84	40.56	41.31	42.10

**ADAPTACION DE LA LINEA 138 KV HUALLANCA-HUARAZ Y SS.EE. ASOCIADAS
A LA LINEA DE TRANSMISION 138 KV HUALLANCA-PIERINA
Cuadro N° 1.2
PROYECTOS DE INVERSION CONSIDERADOS**

SUBESTACION	CARGA	POTENCIA INSTALADA MW	FACTOR DE DEMANDA	FACTOR DE SIMULTANIEDAD	MAXIMA DEMANDA MW	FACTOR DE CARGA	DEMANDA DE ENERGIA GWH
CARAZ	CULTIVO DE FLORES	5.00	0.50	0.95	2.38	0.40	8.32
TOTAL CARAZ					2.38		8.32
HUARAZ	MINA SANTO TORIBIO	2.50	0.80	0.95	1.90	0.60	9.99
	HOTEL CHANCAS	1.50	0.30	0.95	0.43	0.40	1.50
	HOTEL HUARAZ	1.00	0.30	0.95	0.29	0.40	1.00
	MINA SANTA ROSA	0.30	0.73	0.95	0.21	0.62	1.13
	MINA PIERINA	15.00	1.00	1.00	15.00	0.85	111.69
TOTAL HUARAZ					17.82		125.30
TICAPAMPA	MINA ALIANZA	3.00	0.30	0.95	0.86	0.65	4.87
	HOTEL PASTORUMI	1.00	0.30	0.95	0.29	0.40	1.00
	MINA MESAPATA	0.60	0.70	0.95	0.40	0.65	2.27
TOTAL TICAPAMPA					1.54		8.14

ANEXO IV
CRITERIOS DE FACTURACIÓN Y CONTRATOS DE ENERGÍA 1998-2004

Criterios de Facturación y Contratos de Energía 1998-2004

1.1 Criterios de facturación

1.1.1 Contrato de suministro de energía año 1998

Algunos puntos del contrato de suministro eléctrico:

1. En virtud del presente documento Barrick contrata a Egenor para que le suministre servicios de generación Eléctrica al Proyecto consistente en Energía Eléctrica y Potencia.
2. Las partes declaran que para la transmisión de Electricidad desde la Sub. Estación de Huallanca (De propiedad de Egenor) al Proyecto es necesaria la construcción de una Línea de transmisión que serán construidas por Barrick a su propio costo y que exista la posibilidad de que la Línea de Transmisión sea vendida por Barrick a Egenor , cuando se termine su construcción, siempre que lleguen a un acuerdo sobre todos los aspectos determinantes de dicha transferencia
3. Potencia Fuera de horas Punta .La "potencia Fuera de Horas Punta" se refiere aquí a la potencia entregada fuera de horas punta.
4. Energía Fuera de Horas Punta. La "Energía Fuera de Horas Punta" se refiere aquí a la energía entregada fuera de horas punta.
5. Fuera de Horas Punta "Fuera de Horas Punta" significa el horario de 0.00 a.m a 12:00 p.m. los domingos y Feriados (días No laborados en el Perú declarados por la autoridad competente) y de 11:00 p.m. a 6:00 p.m. los otros días de la semana.
6. Potencia de Punta "Potencia de Punta" significa la potencia entregada durante horas punta.
7. Energía de Punta "Energía de Punta" significa la Energía entregada durante Horas punta.
8. Horas Punta "horas Punta "significa el horario de 6:00 p.m. a 11:00 p.m. excepto los domingo y feriados
9. Oferta NO Regulada, El suministro de Electricidad que se efectuó de acuerdo a este contrato corresponde a la oferta No regulada, definida como tal en el punto de anexo de la ley.
10. Generación en el sitio, Barrick podrá instalar un sistema de autogeneración, el mismo que solo podrá ser usado durante la ejecución del Contrato en los casos siguientes:
 - i. Durante interrupciones o suspensiones parciales del servicio de Generación.

- ii. Para operaciones que no estén conectadas (aisladas) a las instalaciones del sistema eléctrico interno del proyecto desde el punto de entrega y
- iii. Para generar hasta un máximo de 2 MW en caso de que Barrick cuente con instalaciones en las que la naturaleza de la regeneración de los procesos o del equipo puedan ser usados ventajosamente como por ejemplo, cuando tales procesos o equipos incluyan transportadores u otros equipos para tratamientos de minerales, y cogeneración, en los que el proceso requiere genere calor.

Si el cliente utilizara la generación para casos diferentes a los acordados en los párrafos (i), (ii) y (iii) de esta sub clausula, Barrick deberá pagar los cargos fijos a Egenor y dicho uso indebido será considerado como un incumplimiento de las obligaciones de Barrick asumidas en virtud de este contrato.

- 11. Exceso en el Consumo de Potencia, Si durante las horas Punta de Max. Demanda mensual de Barrick excediera la Potencia Contratada, el exceso del consumo será pagado por Barrick a un precio equivalente al doble del precio acordado por la clausula de la Potencia de punta, correspondiente al mes en que ocurrió dicho exceso.
- 12. Exceso en el Consumo de energía, En el caso indicado en la Sub clausula 5.6 y teniendo en cuenta que el exceso en el consumo de potencia tiene su correspondiente exceso en el consumo de energía, queda entendido que cuando el consumo mensual de Energía de Barrick exceda de la Energía asociada, el excedente será pagado por Barrick al precio equivalente al costo marginal a corto plazo o al precio acordado, el que sea mayor correspondiente al mes en que ocurrió dicho exceso
- 13. El cargo mensual por potencia será igual al producto de multiplicar la Potencia contratada (durante Horas Punta o Fuera de horas punta) por los precios correspondientes establecidos, debiéndose considerarse el total de la potencia Contratada, ya sea que haya o no haya sido utilizada por Barrick por cualquier causa.
- 14. El pago mensual por la energía Activa (durante Horas Punta o Fuera de Horas Punta) será equivalente al producto de multiplicar la energía utilizada por Barrick por los precios correspondientes establecidos.
- 15. El cargo mensual por la energía Reactiva inductiva será equivalente al producto de multiplicar la energía reactiva inductiva utilizada por Barrick en

Horas Punta que exceda 29.2 % de la energía activa utilizada por el precios establecido en dicha sub clausula.

16. El cargo mensual por la energía reactiva capacitiva será equivalente al producto de multiplicar la energía reactiva capacitiva utilizada por Barrick fuera de Horas Punta por el precio establecido en la sub clausula respectiva.

1.1.2 Contrato de suministro de energía año 2004

Algunos puntos del contrato de suministro eléctrico:

FACTURACIÓN DE POTENCIA

1. La facturación de la potencia suministrada se efectuará de conformidad a lo indicado en el Anexo 1, excepto por los casos previstos en el Numeral 6.3. La demanda utilizada para la facturación es la Máxima Demanda determinada en el Punto de Entrega y reflejada en la Barra de Referencia de Generación utilizando, cuando corresponda, los Factores de Pérdidas, de acuerdo a lo indicado en el Anexo 2.
2. Si la Máxima Demanda determinada según el Numeral 5.2, reflejada en la Barra de Referencia de Generación, es mayor que la Potencia Contratada, la diferencia respecto a la Potencia Contratada será considerada como exceso. La Potencia mínima facturable será igual al 60% de la Potencia Contratada.
3. La facturación mensual por potencia incluirá lo establecido en el Anexo 1 y, de resultar aplicables, los siguientes cobros, los cuales se sumarán en la factura respectiva:
4. Cobro por Potencia en Horas de Punta de acuerdo a el Numeral 5.2 y valorizada según el precio y reajustes convenido en el Anexo 2.
5. Cobro por exceso de la Potencia Contratada de acuerdo al Numeral 5.3 y valorizada al precio de Potencia en Horas de Punta más el 50% de dicho precio y reajuste convenido en el Anexo 2.
6. Cobro por el Peaje de Conexión al Sistema Principal de Transmisión considerando el total de la potencia facturada (esto es, Potencia Contratada en Horas de Punta según el Numeral 5.2 más excesos de la Potencia Contratada según el Numeral 5.3), valorizado según precio y reajustes convenidos en el Anexo 2.
7. Cobro por las compensaciones por uso del Sistema Secundario de Transmisión de acuerdo a lo considerado en el Anexo 2 y siempre y cuando este pago corresponda.

8. En casos de indisponibilidad parcial o total de la Potencia Contratada, deberá tenerse en cuenta lo establecido en el Numeral 6.3.

FACTURACIÓN DE ENERGÍA ACTIVA

1. La facturación por energía activa se efectuará sobre la base de la energía activa retirada por el CLIENTE en el Punto de Entrega de acuerdo a los registros de medición, reflejados a la Barra de Referencia de Generación utilizando, cuando corresponda, los Factores de Pérdidas, de acuerdo a lo indicado en el Anexo 2.
2. La facturación mensual por energía activa incluirá los siguientes cobros, de resultar aplicables, que se sumarán en la factura:
 - i. Cobro por energía activa en Horas de Punta de acuerdo al Numeral 5.6 y valorizada según el precio y reajustes convenidos en el Anexo 2.
 - ii. Cobro por energía activa en Horas Fuera de Punta de acuerdo al Numeral 5.6 y valorizada según el precio y reajustes convenidos en el Anexo 2.
 - iii. Cobro por exceso de energía activa, asociados a los excesos de potencia valorizados al valor más alto entre el Costo Marginal promedio y el precio de la energía del período correspondiente.
 - iv. Cobro por las compensaciones por uso del Sistema Secundario de Transmisión y del Sistema de Distribución de acuerdo a lo considerado en el Anexo 2.

FACTURACIÓN POR ENERGÍA REACTIVA

1. La facturación de energía reactiva se efectuará sobre la base del respectivo consumo total de energía reactiva registrado durante el Mes.
2. La energía reactiva inductiva mensual comprendida entre el 0% y el 30% de la energía activa mensual registrada, estará libre de cargo. La energía reactiva inductiva mensual consumida en exceso al 30% de la energía activa mensual registrada, se valorizará según el precio y reajustes convenidos en el Anexo 2.
3. El CLIENTE se compromete a efectuar las acciones operativas necesarias a fin de no entregar energía reactiva capacitiva en el Punto de Conexión, en caso contrario el CLIENTE será penalizado con el monto que resulte de multiplicar el total de la energía reactiva capacitiva registrada en el Mes, por el precio y reajustes convenidos en el Anexo 2. La energía reactiva capacitiva se facturará siempre y cuando tenga un costo para el GENERADOR.

1.1.3 Potencia contratada y periodos tarifarios

A. POTENCIAS CONTRATADAS

1. La Potencia Contratada y su Energía Asociada se pondrán a disposición en el Punto de Entrega. Para efectos de facturación, la determinación de la potencia será de acuerdo a lo establecido en los Numerales 5.2 y 6.7, y reflejada desde el Punto de Conexión hasta la Barra de Referencia de Generación.

La Potencia Contratadas es 10 000 Kw para Horas Punta y Horas Fuera de Punta.

Dicha potencia contratada será de responsabilidad del GENERADOR siempre y cuando no se tengan restricciones de transmisión y/o transformación de instalaciones de terceros o del CLIENTE

2. Por Acuerdo de las Partes, la Potencia Contratada podrá ser modificada en cualquier momento con una anticipación no menor de treinta (30) Días, de conformidad a lo establecido en el Numeral 14.2.
3. El GENERADOR tendrá en cuenta que el CLIENTE reducirá su Potencia Contratada en forma gradual de acuerdo al programa de cierre de sus operaciones.
4. El CLIENTE no podrá contratar con otros proveedores sus requerimientos adicionales de potencia y energía respecto a la Potencia Contratada y la Energía Asociada, puesto que el suministro objeto del Contrato tiene carácter de exclusividad; salvo que el GENERADOR negase por escrito la solicitud del CLIENTE en un plazo máximo de cinco (5) .Días Hábiles, computados a partir de la fecha de recepción de la solicitud.

B. MODALIDAD DE CONTRATACION

La Modalidad de Contratación es Potencia Contratada, de conformidad a lo establecido en el literal "A" anterior y considerando, de acuerdo al Numeral 5.3, que la Potencia Facturable Mínima es el 60% de la Potencia Contratada.

C. PERIODOS TARIFARIOS**Para la Potencia:**

1. Horas de Punta:

Horas del Día comprendidas entre las 18:00 horas a 22:00 horas, excepto sábados, domingos y feriados nacionales no laborables.

Sin embargo, en el caso de la Potencia, debe tenerse en cuenta que si la Máxima Demanda del Mes del SEIN definida por el COES-SINAC resulta fuera de las Horas de Punta antes definidas pero en el período de 18:00 a

23:00 horas, excepto domingos y feriados entonces, el GENERADOR considerará y facturará y el CLIENTE aceptará y pagará como la demanda de Horas de Punta el mayor consumo correspondiente a las horas del día entre las 18:00 y 23:00 horas, excepto domingos y feriados.

2. **Horas Fuera de Punta:**

Horas del Día no comprendidas en las Horas de Punta y de las 00:00 horas a 24:00 horas los domingos y feriados nacionales no laborables.

Para la Energía:

1. **Horas de Punta:**

Horas del Día comprendidas entre las 18:00 horas a 23:00 horas, excepto domingos y feriados nacionales no laborables.

2. **Horas Fuera de Punta:**

Horas del Día no comprendidas en las Horas de Punta y de las 00:00 horas a 24:00 horas los domingos y feriados nacionales no laborables.

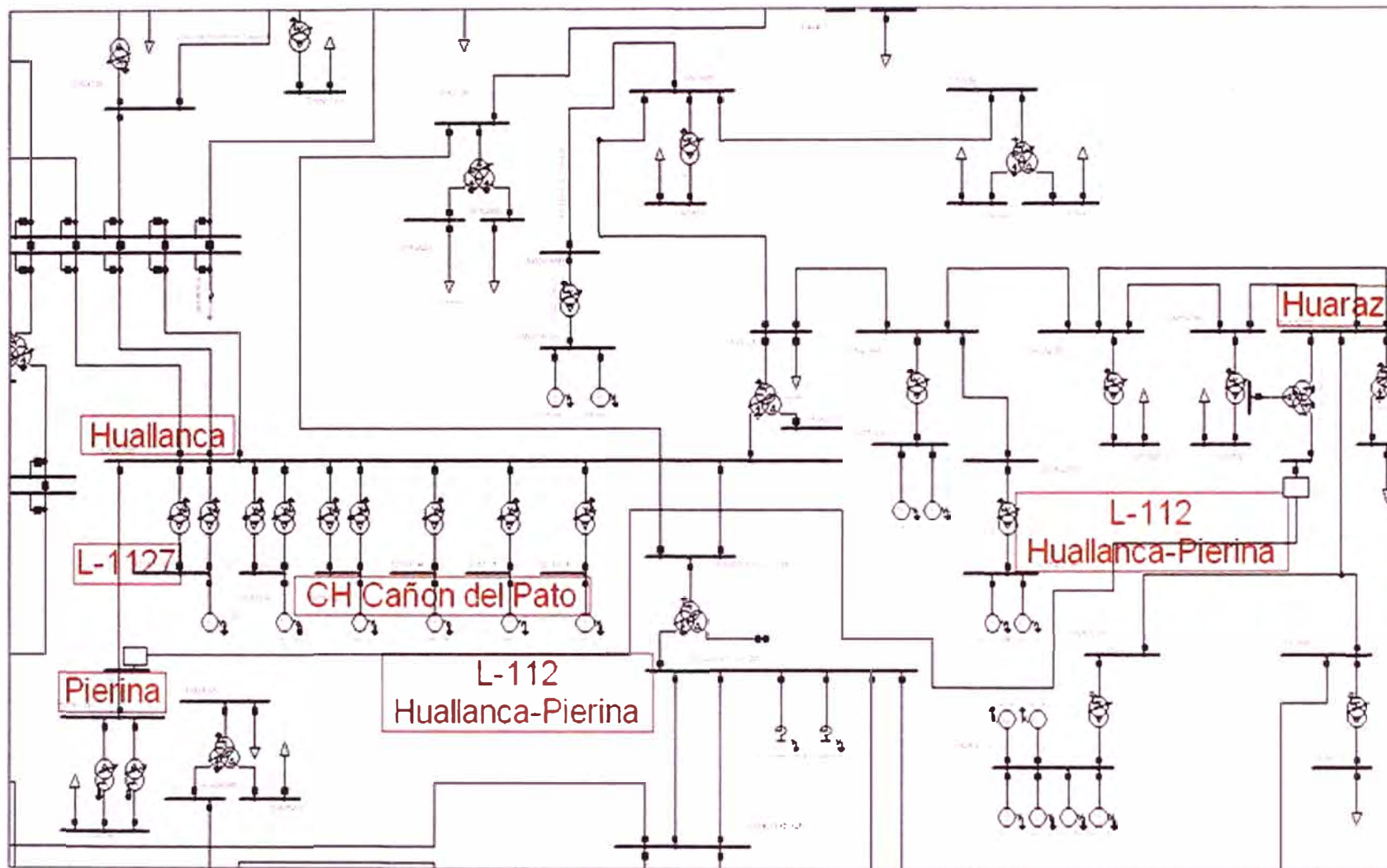
D. **PARA LOS CARGOS DE ENERGÍA REACTIVA Y PEAJES:**

1. **Son los definidos por el OSINERG**

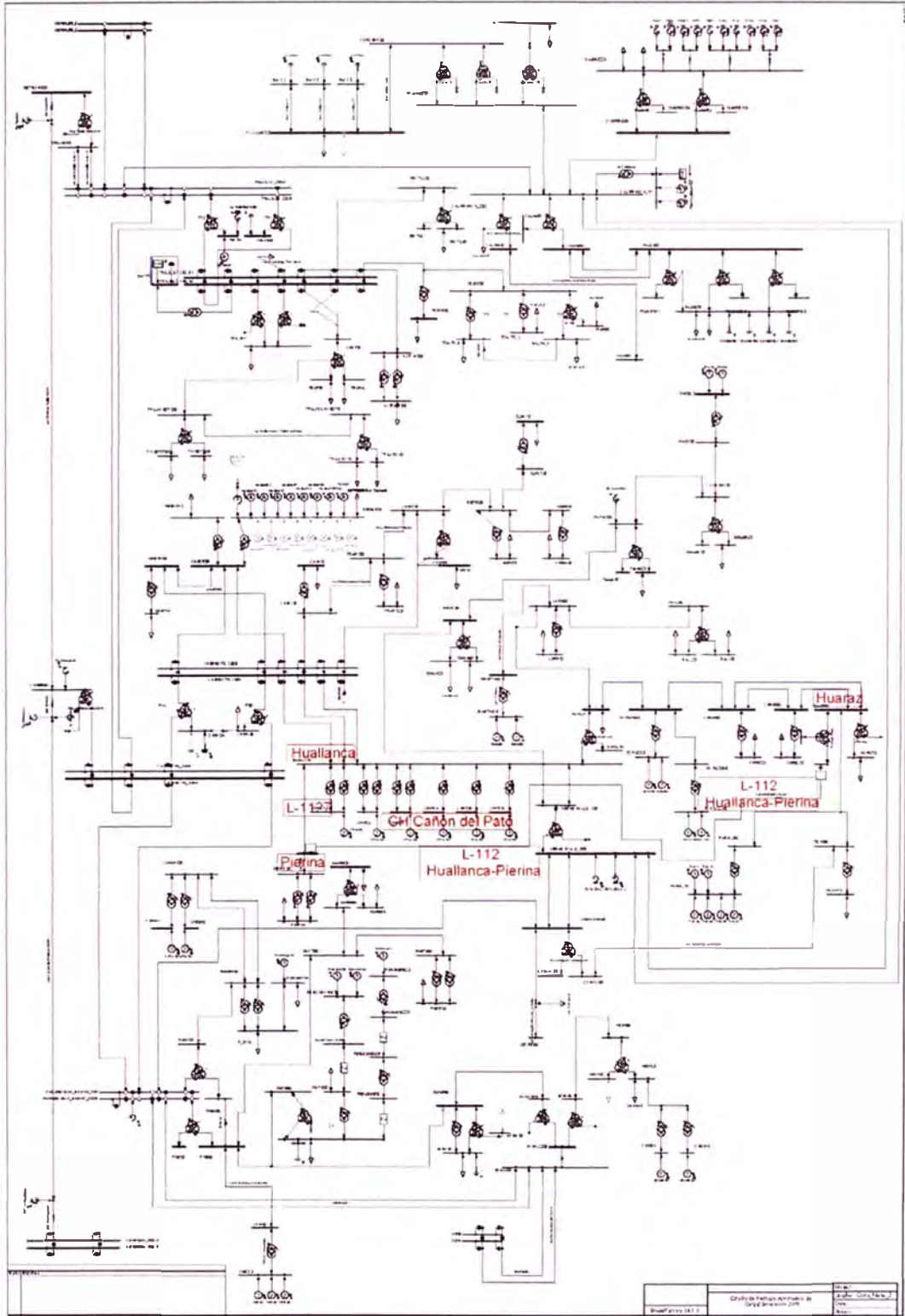
Si el OSINERG cambiara el período tarifario de las Horas de Punta y Horas Fuera de Punta, el GENERADOR informará de ello al CLIENTE de inmediato y deberá adecuarse el Contrato a dicho cambio.

ANEXO V
BASE DE DATOS DEL SEIN 2012-2016

Base de datos del SEIN 2012-2016



Costa norte



ANEXO VI
FACTOR DE CARGA Y BILLING HISTORY PIERINA

Factor de carga y billing history Pierina

Pierina						
Billing history						
	Energia			demanda maxima		factor de carga
	hora punta	hora fuera punta	total	contratado	registrado	
	kWh	kWh	kWh	kW		
ene-99	458,774	2,150,737	2,609,511	6,000	5,520	0%
feb-99	404,002	1,798,333	2,202,335	6,000	5,513	54%
mar-99	512,308	2,294,251	2,806,559	6,000	5,824	72%
abr-99	441,503	2,168,125	2,609,628	8,000	5,354	66%
may-99	476,618	2,281,326	2,757,944	8,000	5,658	68%
jun-99	563,337	2,502,561	3,065,898	8,000	5,962	69%
jul-99	523,110	2,494,343	3,017,453	8,000	5,824	72%
ago-99	569,084	2,625,347	3,194,431	7,200	6,238	69%
sep-99	476,921	2,037,356	2,514,277	7,200	5,382	63%
oct-99	516,679	2,404,381	2,921,060	7,200	5,713	71%
nov-99	468,248	2,125,649	2,593,897	7,200	5,410	64%
dic-99	343,724	1,573,304	1,917,028	7,200	5,272	51%
ene-00	551,828	2,436,183	2,988,011	7,200	5,768	70%
feb-00	535,481	2,349,864	2,885,345	7,200	5,768	67%
mar-00	540,512	2,368,225	2,908,737	7,200	6,238	67%
abr-00	499,877	2,397,336	2,897,213	7,200	5,741	68%
may-00	541,540	2,448,065	2,989,605	7,200	5,768	72%
jun-00	566,186	2,586,493	3,152,679	7,200	6,182	69%
jul-00	575,053	2,693,387	3,268,440	7,200	6,072	75%
ago-00	587,915	2,700,301	3,288,216	7,200	5,934	74%
sep-00	588,515	2,651,222	3,239,737	7,200	5,934	73%
oct-00	568,070	2,678,580	3,246,650	7,200	6,072	74%
nov-00	329,385	2,318,704	2,648,089	7,200	5,768	62%
dic-00	218,447	1,874,709	2,093,156	7,200	5,437	53%
ene-01	558,196	2,446,271	3,004,467	7,200	5,741	70%
feb-01	535,861	2,410,763	2,946,624	6,600	6,017	66%
mar-01	569,540	2,403,394	2,972,934	6,600	6,050	73%
abr-01	484,504	2,620,599	3,105,103	6,600	6,100	68%
may-01	576,536	2,599,085	3,175,621	6,600	6,127	72%
jun-01	616,543	2,857,200	3,473,743	6,600	6,955	67%
jul-01	648,655	3,088,288	3,736,943	6,600	6,900	75%
ago-01	684,646	3,125,569	3,810,215	6,600	7,038	73%
sep-01	704,621	3,295,909	4,000,530	6,600	7,645	70%
oct-01	738,217	3,340,049	4,078,266	6,600	7,480	76%
nov-01	704,621	3,206,747	3,911,368	6,600	7,400	71%
dic-01	588,715	2,915,526	3,504,241	6,600	7,280	67%

ANEXO VII
REFERENCIAS DEL FLUJO DE POTENCIA

Referencias del flujo de potencia

- Tipo de la línea huall – deriv.pierina 138KV (alternativa 1), deriv.pierina – pierina 138KV (alternativa 1), deriv.pierina – huaraz 138KV (alternativa 2)

Line Type - ... SEIN 2012-2016(1)\Library\Library\ne\138_Huallanca-Pierina_L112.TypLine

RMS-Simulation | EMT-Simulation | Harmonics | Optimization | State Estimator
 Reliability | Generation Adequacy | Tie Open Point Opt. | Description
 Basic Data | Load Flow | VDE/IEC Short-Circuit | Complete Short-Circuit | ANSI Short-Circuit | IEC 61363

Name: 138_Huallanca-Pierina_L112

Rated Voltage: 138 kV

Rated Current: 0.21 kA

Nominal Frequency: 60 Hz

Cable / OHL: Overhead Line

System Type: AC Phases: 3 No. of Neutrals: 0

Parameters per Length 1,2-Sequence

Resistance R' (20°C)	0.09038 Ohm/km
Reactance X'	0.48904 Ohm/km

Parameters per Length Zero Sequence

Resistance R0'	0.3266 Ohm/km
Reactance X0'	1.54142 Ohm/km

OK Cancel

- Tipo de línea deriv.pierina – huaraz 66KV

Line Type - ... E DATOS SEIN 2012-2016(1)\Library\Library\ne\066_carh_huarz_B1.TypLine

RMS-Simulation | EMT-Simulation | Harmonics | Optimization | State Estimator
 Reliability | Generation Adequacy | Tie Open Point Opt. | Description
 Basic Data | Load Flow | VDE/IEC Short-Circuit | Complete Short-Circuit | ANSI Short-Circuit | IEC 61363

Name: 066_carh_huarz_B1

Rated Voltage: 66 kV

Rated Current: 0.229 kA

Nominal Frequency: 60 Hz

Cable / OHL: Overhead Line

System Type: AC Phases: 3 No. of Neutrals: 0

Parameters per Length 1,2-Sequence

Resistance R' (20°C)	0.4938 Ohm/km
Reactance X'	0.44 Ohm/km

Parameters per Length Zero Sequence

Resistance R0'	0.6741 Ohm/km
Reactance X0'	1.5 Ohm/km

OK Cancel

- Tipo del transformador 138/66/10 KV

3-Winding Transformer Type ... 2016(1)\Library\Library\Tr3\CPA_1671-New_Plerina.TypTr3

ANSI Short-Circuit | IEC 61363 | RMS-Simulation | EMT-Simulation | Harmonics | Optimization
 State Estimator | Reliability | Generation Adequacy | Tie Open Point Opt | Description

Basic Data | Load Flow | VDE/IEC Short-Circuit | Complete Short-Circuit

Name: CPA_1671-New_Plerina

Rated Power

HV-Side	40	MVA	Re parameter Name: loc_name	HV-Side	138	kV
MV-Side	20	MVA		MV-Side	66	kV
LV-Side	8.5	MVA		LV-Side	13.8	kV

Vector Group

HV-Side	YN	Phase Shift	0	30deg
MV-Side	YN	Phase Shift	0	30deg
LV-Side	D	Phase Shift	5	30deg

Name: YN0n0d5

Hint: The short-circuit voltages refer to the corresponding min. rated Powers
 e.g. uk(HV-MV) is referred to the minimum of Si(HV) and Si(MV)

Positive Sequence Impedance

Short-Circuit Voltage uk		SHC-Voltage, Real Part	
HV-MV	12.4 %	HV-MV	0.5875 %
MV-LV	1.734 %	MV-LV	0.00353736 %
LV-HV	4.76 %	LV-HV	0.01925896 %

Zero Sequence Impedance

Short-Circuit Voltage uk0		SHC Voltage, Real Part	
HV-MV	12.4 %	HV-MV	0. %
MV-LV	1.734 %	MV-LV	0. %
LV-HV	4.76 %	LV-HV	0. %

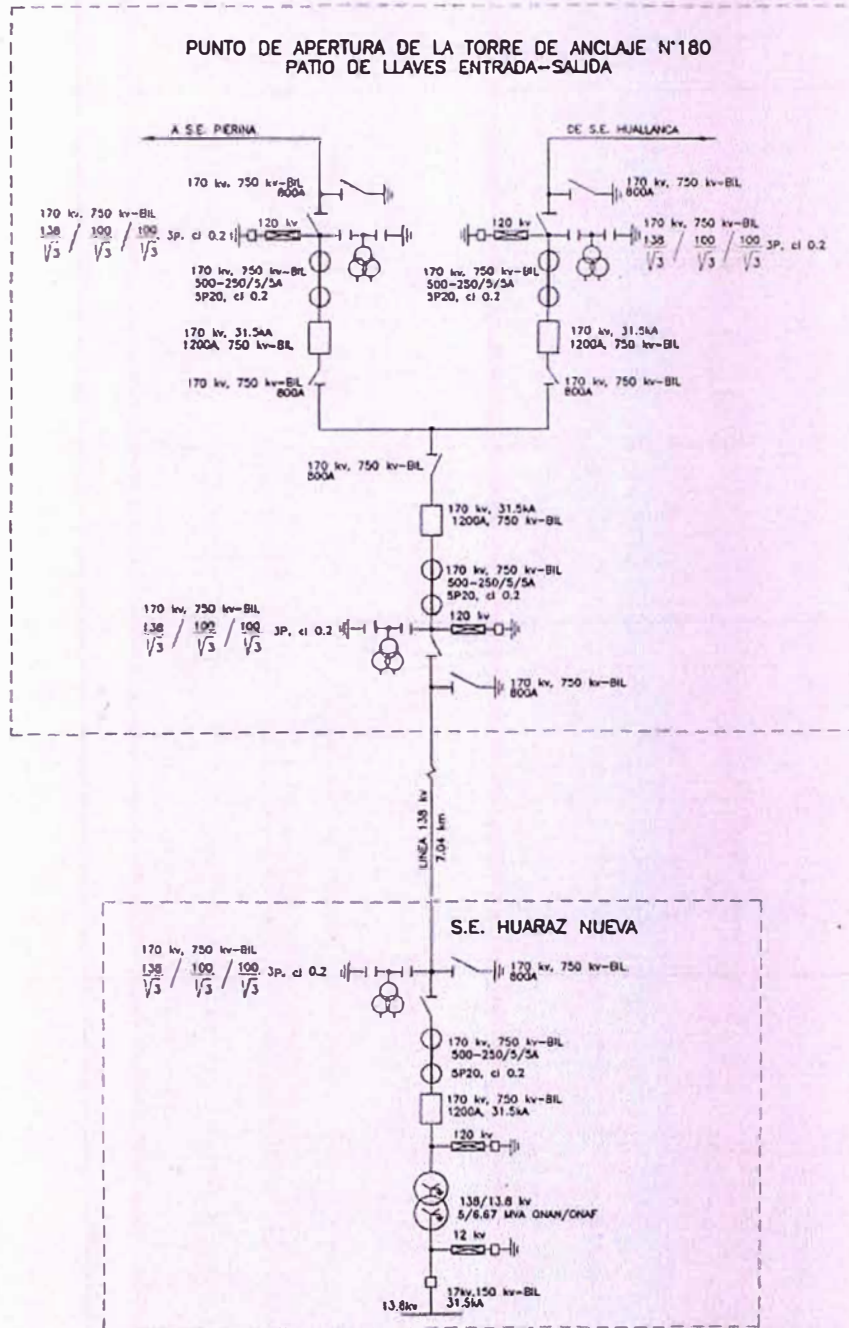
Pocket Calculator

A tool that transforms commonly measured impedance values into equivalent star-impedances

ANEXO VIII
ALTERNATIVA DE S&Z CONSULTORES ASOCIADOS PARA LA INTERCONEXIÓN
PIERINA-HUARAZ

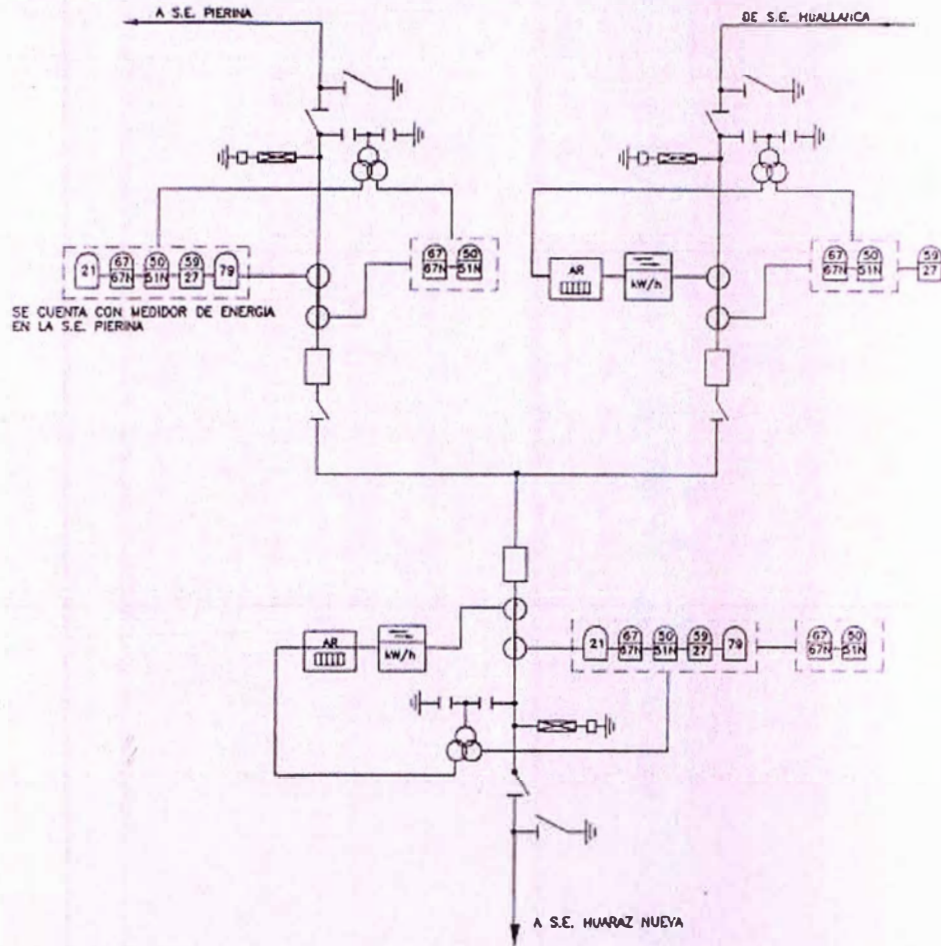
Alternativa de S&Z consultores asociados para la interconexión Pierina-Huaraz
 Esquema unifilar general

ESQUEMA UNIFILAR GENERAL
 DE LA ALTERNATIVA RECOMENDADA POR S&Z CONSULTORES ASOCIADOS S.A.



Esquema unifilar de protección y medición

ESQUEMA UNIFILAR DE PROTECCION Y MEDICION
DE LA ALTERNATIVA RECOMENDADA POR S&Z CONSULTORES ASOCIADOS S.A.
PUNTO DE APERTURA DE LA TORRE DE ANCLAJE N°180. PATIO DE LLAVES ENTRADA-SALIDA



LEYENDA

RELE PRINCIPAL DE DISTANCIA TIPO NÚMÉRICO, INCLUYE LOCALIZADOR DE FALLAS

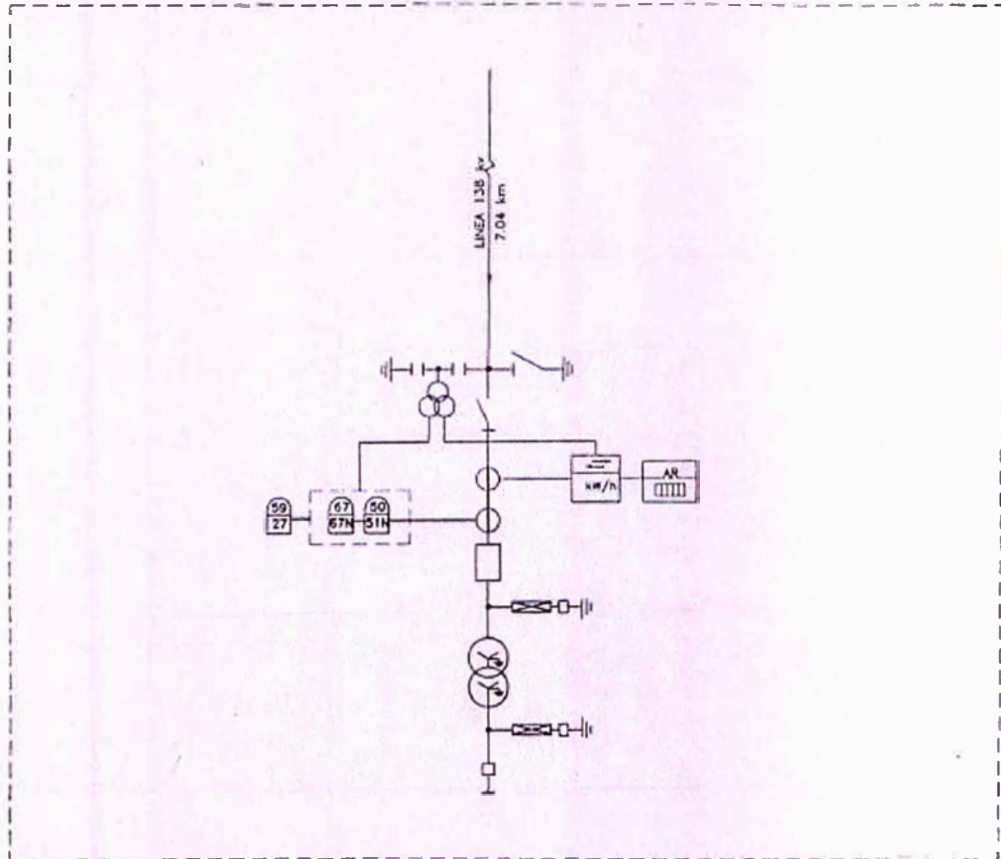
- ← PROTECCION DE DISTANCIA FALLA ENTRE FASES
- ← DIRECCIONAL FASE
- ← DIRECCIONAL A TIERRA
- ← SOBRECORRIENTE
- ← SOBRECORRIENTE A TIERRA
- ← MAXIMA TENSION
- ← MINIMA TENSION
- ← UNIDAD DE CIERRE UNITRIPOLAR

RELE DE RESPALDO NÚMÉRICO

- ← DIRECCIONAL FASE
- ← DIRECCIONAL A TIERRA
- ← SOBRECORRIENTE
- ← SOBRECORRIENTE A TIERRA
- ← MEDIDOR DE ENERGIA MULTIFUNCION
- ← ANALIZADOR DE RED DIGITAL

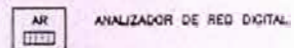
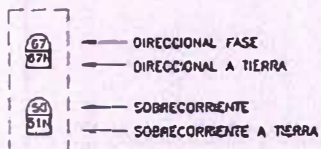
Esquema unifilar de protección y medición de la SE Huaraz Nueva

ESQUEMA UNIFILAR DE PROTECCION Y MEDICION DE LA S.E. HUARAZ NUEVA
RECOMENDADA POR S&Z CONSULTORES ASOCIADOS S.A.

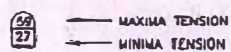


LEYENDA

RELE PRINCIPAL NUMERICO



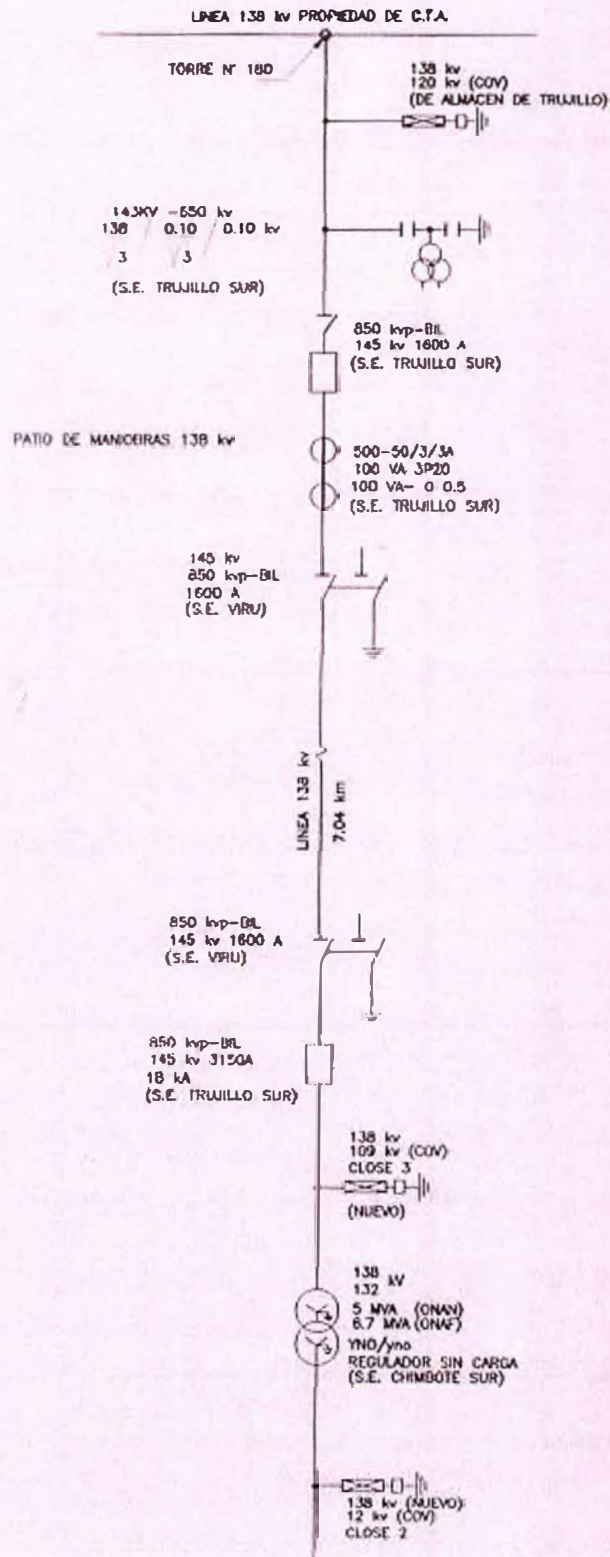
RELE DE RESPALDO



ANEXO IX
ESQUEMA UNIFILAR GENERAL ALTERNATIVA DE HIDRANDINA

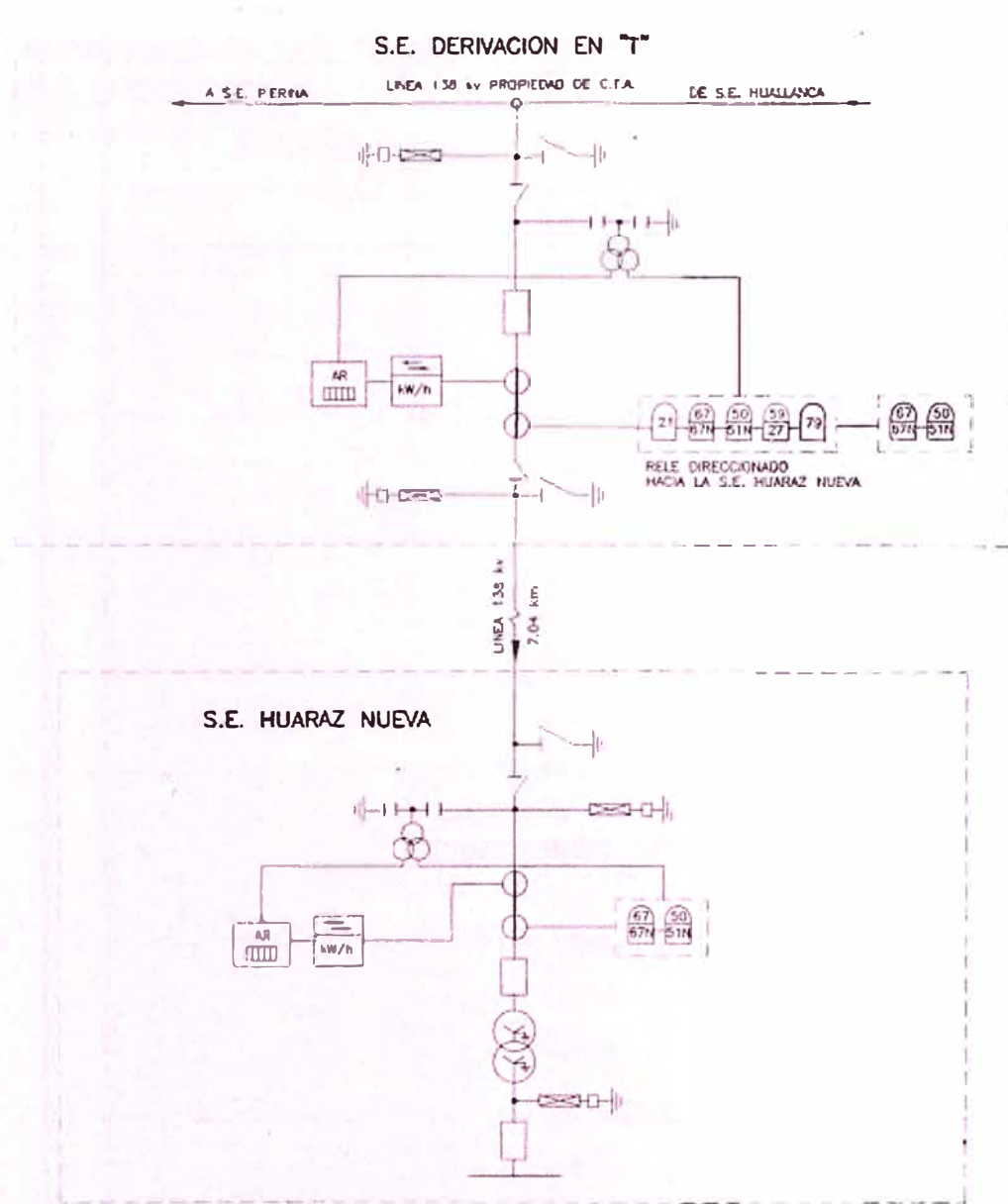
Esquema unifilar general alternativa de Hidrandina

ALTERNATIVA PROPUESTA POR HIDRANDINA



Esquema unifilar de protección y medición con equipo nuevo

ESQUEMA UNIFILAR DE PROTECCION Y MEDICION DE LA ALTERNATIVA PROPUESTA POR HIDRANDINA, CONSIDERANDO EQUIPAMIENTO NUEVO



LEYENDA

RELE PRINCIPAL DE DISTANCIA TIPO NUMERICO. INCLUYE LOCALIZADOR DE FALLAS

- ← PROTECCION DE DISTANCIA FALLA ENTRE FASES
- ← DIRECCIONAL FASE
← DIRECCIONAL A TIERRA
- ← SOBRECORRIENTE
← SOBRECORRIENTE A TIERRA
- ← MAXIMA TENSION
← MINIMA TENSION
- ← UNIDAD DE CIERRE UNIPOLAR

RELE DE RESPALGO NUMERICO

- ← DIRECCIONAL FASE
← DIRECCIONAL A TIERRA
- ← SOBRECORRIENTE
← SOBRECORRIENTE A TIERRA
- ← MEDIDOR DE ENERGIA MULTIFUNCION
- ← ANALIZADOR DE RED DIGITAL

**ANEXO X
DEFINICIONES**

Definiciones:

CAPACIDAD NORMAL es la potencia que una línea de transmisión o transformador puede transmitir en forma continua.

CAPACIDAD DE EMERGENCIA es la potencia que un elemento puede soportar por pequeños intervalos de tiempo. En las líneas de transmisión se tiene en cuenta la temperatura de diseño, el equipo existente acoplado en los extremos de la línea y el límite de transmisión basado en el límite de estabilidad. En los transformadores se tiene en cuenta la potencia aparente nominal, considerando los elementos de refrigeración. La capacidad de emergencia se estima en 20% adicional, excepto en el sistema Sur, donde según el Contrato de Concesión, no se debe sobrepasar el 100% de la capacidad nominal. En los generadores se determina según su potencia aparente y factor de potencia.

OPERACION NORMAL, los criterios que se deben cumplir en esta condición son los siguientes: las variaciones de tensión no deben sobrepasar el rango comprendido entre 0.95 y 1.05 p.u del valor nominal. La potencia transmitida en líneas de transmisión, transformadores y generadores no debe sobrepasar su capacidad nominal y el sistema debe tener capacidad para atender toda la carga.

OPERACION EN CONTINGENCIA, el comportamiento estacionario post-falla del sistema debe cumplir los siguientes criterios: las variaciones de tensión luego de eliminada la falla no debe sobrepasar el rango comprendido entre 0.90 y 1.05 p.u la tensión nominal, los flujos de potencia en líneas de transmisión y transformadores no deben exceder la capacidad de emergencia y el sistema eléctrico debe estar en capacidad de atender toda la carga

ANEXO XI
ESTIMACIÓN DE COSTOS DE LAS ALTERNATIVAS

ESTIMACION DE COSTOS DE LAS ALTERNATIVAS

Generalidades

El presente capítulo tiene por objeto determinar la factibilidad económica de la interconexión Pierina-Huaraz, para satisfacer las necesidades del incremento de la demanda, calidad de servicio y garantizar la confiabilidad en el suministro eléctrico al Callejón de Huaylas.

El periodo de análisis es de 20 años, y se determinará los indicadores económicos siguientes; Valor Actual Neto-VAN, Relación Beneficio/Costo-BC, Tasa interna de Retorno-TIR, Compra de energía actualizada y el Periodo de Repago.

Premisas de cálculo

Las premisas de cálculo para la evaluación económica, son las siguientes:

- Periodo de análisis: 20 años
- Se consideran las inversiones asociadas a las instalaciones a implementar por alternativas
- Se considera la compra de potencia y energía en la barra en 138 KV de la nueva S.E. Derivación para ambas alternativas, determinada a partir de la tarifa de la barra en 138 KV de la SE Huallanca (barra base: ver Anexo N° 8.4)
- Se considera la venta de potencia y energía en la barra en 66 KV de la S.E. Huaraz para ambas alternativas.
- El precio de compra y venta de energía ha sido calculado a partir de los precios en barra base regulados en mayo del 2007 por el OSINERGMIN-GART.
- Actualmente el sistema eléctrico del Callejón de Huaylas se encuentra limitado por el transformador de potencia ubicado en la S.E. Huallanca, y cuya compra de potencia y energía en esa barra (66 KV) es más cara que si se comprara la potencia y energía en la barra de 138 KV de la nueva subestación Derivación. Por esa razón se considera como un beneficio en la evaluación económica la diferencia de costos por la compra de potencia y energía en la nueva barra en 138 KV de la subestación Derivación para ambas alternativas.

Costos de inversión

Los costos de inversión asociada a la Alternativa I se resumen se presenta a continuación:

Ítem	Descripción	S.E. Derivación	Ampliación	LT 66 KV	Total US \$
			S.E. Huaraz	Derivación-Huaraz	
A	Suministros de Equipos y Materiales	1 730 124,16	166 995,68	115 102,00	2 012 221,83
B	Montaje Electromecánico y Obras Civiles	276 331,99	2 240,00	63 306,10	341 878,09
D	Transporte de Materiales a Obra	-	-	5 755,10	5 755,10
E	Total Costo Directo (C.D.)	2 006 456,15	169 235,68	184 163,20	2 359 855,02
F	Gastos Generales (15%)				235 985,50
G	Utilidades (10%)				235 985,50
H	Supervisión de la Ingeniería y Construcción (7%)				117 992,75
I	Costo Total sin I.G.V.				2 949 818,77
J	I.G.V.				560 465,57
	Costo Total Incluido I.G.V. (US \$)				3 510 284,34

Los costos de inversión asociada a la Alternativa II se resumen se presenta a continuación:

Ítem	Descripción	S.E. Derivación	Ampliación	LT 138 KV	Total US \$
			S.E. Huaraz	Derivación-Huaraz	
A	Suministros de Equipos y Materiales	1 225 943,12	1 302 159,45	167 046,41	2 695 148,98
B	Montaje Electromecánico y Obras Civiles	234 495,49	241 599,55	91 875,53	567 970,57
D	Transporte de Materiales a Obra	-	-	8 352,32	8 352,32
E	Total Costo Directo (C.D.)	1 460 438,61	1 543 759,00	267 274,26	3 271 471,87
F	Gastos Generales (15%)				490 720,78
G	Utilidades (10%)				327 147,19
H	Supervisión de la Ingeniería y Construcción (7%)				229 003,03
I	Costo Total sin I.G.V.				4 318 342,87
J	I.G.V.				820 485,14
	Costo Total Incluido I.G.V. (US \$)				5 138 828,01

Estos costos de inversión incluyen equipos, materiales, construcción, montaje, puesta en servicio, transporte, seguros, aranceles de importación, servidumbre, estudios de ingeniería y supervisión, gastos financieros, gastos generales y utilidades del contratista.

Comparación de costos de inversión por alternativas

Se presenta la comparación de las alternativas planteadas y cuyo detalle se presenta a continuación:

Ítem	Descripción	Alternativa I	Alternativa II
A	Costo Total sin I.G.V.	2 949 818,77	4 318 342,87
B	I.G.V.	560 465,57	820 485,14
	Costo Total con I.G.V. (US \$)	3 510 284,34	5 138 828,01
3.	Comparación de Alternativas	3 510 284,34	5 138 828,01
		100%	146%

Se puede apreciar que la alternativa II es mayor en 46% a la alternativa I en su inversión inicial.

Costos de operación y mantenimiento

El Costo de Operación y Mantenimiento del proyecto se asumirá en 2,0% de las Inversiones iniciales (Valor Nuevo de Reemplazo-VNR), esto debido a la corta longitud de la línea de transmisión y también a que existe la infraestructura adecuada para la OyM de las instalaciones existentes, solo incrementándose el número de horas para la OyM de las nuevas instalaciones.

Compra de potencia y energía

En la evaluación económica se plantea la compra de potencia y energía en la barra 138 KV de la S.E. Huallanca

4.	ORIGEN	Tensión KV	PPB S/./kW-mes	PEBP cS/kW-h	PEBF cS/kW-h
	S.E. Huallanca	138	23,50	9,81	8,34

Donde:

PEBP : Precio de barra de la energía en horas de punta

PEBF : Precio de barra de la energía fuera de punta

PPB : Precio de barra de la potencia

Estos costos son los regulados por OSINERGMIN-GART–Mayo del 2007.

Pérdidas

Los costos de las pérdidas de potencia y energía se valorizarán para cada alternativa a las tarifas de compra de energía, las cuales se estiman en:

Alternativa I: Pérdidas en la Línea 66 KV. S.E. Derivación – S.E. Huaraz, 6,41 km en 2,0% de la demanda total

Alternativa II: Pérdidas en la Línea 138 KV. S.E. Derivación – S.E. Huaraz, 6,41 km en 1,5% de la demanda total

Valor residual

La vida útil de las instalaciones consideradas es de 30 años, de acuerdo a la Ley de Concesiones, depreciándose anualmente en forma lineal y determinándose su valor residual al último año del período de análisis.

ANEXO XII
PLAN DE CIERRE MINA PIERINA

BCRP - Ancash - Síntesis de la actividades económica diciembre 2012

En su unidad minera Pierina, la empresa Barrick Misquichilca, realizó gastos de capital en el 2012 por un monto de US\$ 26 millones. EL costo efectivo de operación ascendió a US\$1315 por onza, 68% más respecto al año 2011.

Plan de cierre mina Pierina

Preparado por:

VECTOR PERÚ S.A.C.

ACTIVIDADES DEL CIERRE

Objetivos y criterio del cierre:

El propósito del plan de cierre es delinear una estrategia para desactivar efectivamente a la mina Pierina y restaurar las áreas afectadas por la actividad Minera una vez que cese la operación. La definición de los objetivos del plan de cierre ha considerado:

- ◆ Proteger la salud y seguridad públicas;
- ◆ Acondicionar los cursos de agua lo mejor posible de modo que se satisfaga los objetivos de calidad del agua en el largo plazo;
- ◆ Permitir el uso beneficioso de la mayor parte del área donde se desarrolló la actividad minera, ya sea en su estado original o como una alternativa aceptable;
- ◆ Revegetar la tierra, donde sea posible, hasta lograr que alcance una condición auto-sostenida, utilizando especies apropiadas de plantas;
- ◆ Reducir o prevenir la degradación ambiental, mediante el control de la estabilidad física y geoquímica;
- ◆ Eliminar los impactos adversos que pudieran haberse generado en la calidad del aire y evitar los que pudieran desarrollarse sobre la calidad del aire en el futuro;
- ◆ Minimizar la necesidad de efectuar el cuidado y mantenimiento activos del sitio en el largo plazo; y
- ◆ Cumplir los requerimientos legales peruanos, los compromisos asumidos y las normas internacionales aplicables.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Roberto Ramírez Arcelles Compensación reactiva en líneas de transmisión
- [2] Raúl Tafur Portilla, "La tesis Universitaria: Tesis Doctoral, La tesis de Maestría, el Informe y la Monografía". Primera Edición Marzo 2005.
- [3] Empresa regional de Servicio Público de Electricidad, Electro-Norte Medio-Hidrandina SA. "Estudio definitivo de adaptación de la línea 138KV Huallanca-Huaraz y SS.EE Asociadas a la Línea de Transmisión 138KV Huallanca-Pierina" Volumen I Memoria Descriptiva Octubre 1998 Lima-Perú Proyectos Especiales Pacifico S.A.
- [4] Compañía Transmisora Andina S.A. "Revisión de Interconexión 138KV de Hidrandina a Línea de CTA SA" Evaluación y revisión de la especificaciones Técnicas y planos de Hidrandina. Presupuestos de las Alternativas de la Derivación de la línea 138KV a la S.E Huaraz
- [5] S&Z Consultores Asociados Marzo 2001 Lima-Perú
- [6] Compañía Transmisora Andina S.A. Suministro Eléctrico del Callejón de Huaylas Consult. Pro Ingeniería S.A. Junio 2007