



UNIVERSIDAD
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL
PIRHUA

MONTAJE DE LA LINEA DE TRANSMISION 220 KV. TALARA PIURA

Victor Fernando Eduardo Escorra Ascorra

Piura, 03 de Marzo de 2002

FACULTAD DE INGENIERÍA

Programa Académico de Ingeniería Mecánico - Eléctrica



Esta obra está bajo una [licencia](#)
[Creative Commons Atribución-](#)
[NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](#)

Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura

UNIVERSIDAD DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERIA

Programa Académico de Ingeniería Mecánica - Eléctrica



"Montaje de la línea de transmisión 220 KV. Talara - Piura"

**Informe Descriptivo Profesional para optar el
título de Ingeniero Mecánico-Eléctrico**

Victor Fernando Eduardo Escorra Ascorra

Piura, Febrero 2002

Prólogo

La idea de plasmar el procedimiento y los costos del montaje de una línea de transmisión de 220 kV. es con la finalidad de que sirvan como referencia y base de cálculo para futuros trabajos similares, teniendo en cuenta que este tipo de obras, por su envergadura y complejidad, no son muy comunes y, generalmente, lejos del alcance de empresas contratistas locales, ya que es necesario un equipo y personal altamente calificado, por lo que la información que se pudiera tener sobre este tipo de trabajos es limitada.

Actualmente, la línea de transmisión en 220 kV Talara - Piura está operando sin ningún problema y de manera eficiente, pese a los problemas ocurridos con la presencia del fenómeno de "El Niño" de 1998 que derribó algunas de las estructuras de la zona de la Quebrada Pariñas, las cuales fueron reparadas en su debida oportunidad, interconectando la Sub Estación Piura Oeste (Piura) y la Central Térmica de Malacas (Talara).

Quisiera expresar un especial agradecimiento a la empresa contratista "Cesar Wiese y Cía.", en la persona de su Gerente, Ing° César Wiese Calderón por haberme dado la oportunidad de trabajar en la línea de transmisión, y sobre todo por lo que de Don César aprendí; así mismo, al Ing° Raúl Lamas Lamas por que de no haber sido por las enseñanzas que me brindó, seguramente no sería lo que ahora soy; finalmente, al Ingeniero Alejandro Ancajima Alamo por su valioso apoyo.

Resumen del IDP

La construcción de la línea de transmisión en 220 kV. Talara - Piura ha permitido la interconexión de la Central Térmica de Malacas, en Talara, con el Sistema Interconectado del Norte, a través de la Sub Estación Piura Oeste; la transmisión de la energía se efectúa a una frecuencia de 60 Hz, la potencia de transmisión de diseño es de 120 MW, el conductor empleado es ACAR de 400 mm², se han empleado aisladores no cerámicos y los postes de las estructuras son de madera, con una configuración "H".

*La longitud de la línea es de 103.78 km, el proceso de construcción de la misma duró seis meses, siendo los cuatro últimos los correspondientes al montaje de estructuras y tendido del conductor; el costo final (suma del monto contractual mas los adicionales) fue de US\$ 1.573.200,⁸⁷, lo que representa **US\$ 15.159 por km trifásico de línea construida.***

INDICE GENERAL

Introducción

1. Descripción de trabajos ejecutados

1.1. Electronoroeste S.A.

1.1.1. Supervisor de Gerencia Comercial

1.1.2. Jefe de Departamento de Gerencia Comercial

1.2. SEDAPIURA S.A.

1.2.1. Asistente Técnico Gerencia General Adjunta Técnica

1.2.2. Especialista Departamento Estudios y Proyectos

1.2.3. Jefe de Departamento de Gerencia Comercial

1.3. Wiese Copemi Asociados.

1.3.1. Jefe de Obra (e) L. T. 220 kV Talara - Piura

1.3.2. Jefe de Departamento de Gerencia Comercial

1.4. César Wiese y Cía S.R. Ltda.

1.4.1. Supervisor de la Gerencia de Operaciones

*1.4.2. Jefe de Obra: Protecciones contra el fenómeno de "El Niño" de la L.T.
220 kV Talara - Piura*

1.4.3. Supervisor de la Gerencia de Operaciones

1.5. Wiese Copemi Asociados

1.5.1. Supervisor y Jefe de Obra (e): Línea de Distribución Primaria

1.6. César Wiese y Cía S.R.Ltda..

1.6.1. Supervisor de la Gerencia de Operaciones

1.6.2. Jefe Proyecto: Reconstrucción Canal Miguel Checa-Paquete B2

1.6.3. Jefe Proyecto: Reconstrucción Obras PECHP - Paquete 1

1.7. CTAR PIURA TASEEM

1.7.1. Director de Operaciones

2. Línea de transmisión 220 kv. Talara - Piura

2.1. Memoria descriptiva

2.2. Especificaciones técnicas de la línea

2.2.1. Del suministro de los materiales

2.2.1.1. Conductor de Aluminio

2.2.1.2. Aisladores No-Cerámicos

2.2.1.3. Postes, crucetas y brazos "X" de madera

2.2.1.4. Accesorios del Conductor

2.2.1.5. Accesorios de la cadena de Aisladores

2.2.1.6. Accesorios de la Estructura, Puesta a Tierra y Retenida

2.2.2. Del montaje electromecánico

2.2.2.1. Montaje de Postes

2.2.2.2. Tendido de Conductores

2.2.2.3. Puesta a Tierra

2.3. Actividades del montaje de la línea

2.3.1. Cuadrilla de obras civiles

2.3.1.1. Cuadrilla de replanteo topográfico

2.3.1.2. Cuadrilla de caminos de acceso

2.3.1.3. Cuadrilla de limpieza de vía

2.3.1.4. Cuadrilla de excavación de fundaciones normales y retenidas

2.3.1.5. Cuadrilla de concreto

2.3.1.6. Cuadrilla de colocación de solados y retenidas

- 2.3.1.7. *Cuadrilla de transporte de fundaciones especiales*
- 2.3.1.8. *Cuadrilla de compactación de fundaciones especiales y retenidas*
- 2.3.1.9. *Cuadrilla de colocación de fundaciones especiales*
- 2.3.2. *Cuadrilla de obras electromecánicas*
 - 2.3.2.1. *Cuadrilla de montaje de estructuras*
 - 2.3.2.2. *Cuadrilla de instalación de cable copperweld*
 - 2.3.2.3. *Cuadrilla de tendido de conductor*
- 2.3.3. *Cuadrilla de revisión y levantamiento de observaciones*
 - 2.3.3.1. *Cuadrilla de obras civiles*
 - 2.3.3.2. *Cuadrilla de obras electromecánicas*
 - 2.3.3.3. *Cuadrilla de trabajos especiales*
- 2.4. *Costos del montaje de la línea*
 - 2.4.1. *Presupuesto final de obra*
 - 2.4.2. *Manejo de los gastos*
 - 2.4.3. *Costos unitarios*
- 3. *Conclusiones*
 - 3.1. *Conclusiones*
- 4. *Bibliografía*

Introducción

El presente trabajo consta, fundamentalmente de dos partes, la primera que contiene la relación, detallada, de las empresas donde he laborado y los trabajos que se realizaron, así, por ejemplo, laboré en Electronoroeste S.A., básicamente en la parte comercial, en SEDAPIURA (ahora EPS GRAU) en la Gerencia Técnica, en Wiese Copemi Asociados, desempeñándome como Jefe de Obra (e) de la línea de transmisión 220 kV Talara - Piura, que es justamente la segunda parte del presente trabajo; también desempeñé labores en César Wiese y Cía desempeñando diversas funciones, siempre en la parte operativa, finalmente en el CTAR PIURA TASEEM, donde desempeño, hasta la actualidad, el cargo de Director de Operaciones, que es el responsable del manejo de los talleres de reparación y del pool de maquinaria del CTAR PIURA.

Como se ha indicado en el párrafo anterior, la segunda parte del trabajo está dedicada al montaje de la línea de transmisión de 220 kV Talara - Piura, se hace una breve descripción de las principales características técnicas, tanto de la línea en sí, como de algunos de los materiales más importantes empleados (conductor, postes, aisladores, etc.); así mismo, algunas pautas a tener en cuenta al momento del montaje electromecánico de ésta, básicamente al montaje de las estructuras y el tendido del conductor, se detallan todas las cuadrillas empleadas en el proceso de construcción, incluyendo aquellas utilizadas para las obras preliminares y las obras civiles, finalmente se alcanza el presupuesto (costo) final real de la obra, así como el detalle de cómo se efectuó el avance de los trabajos y los costos unitarios reales de la obra.

1. Descripción de trabajos ejecutados

1.1. Empresa Distribuidora de Energía Eléctrica, ELECTRONOROESTE S.A. (Jun. 1994 - Sep 1995: 01 año 03 meses).

1.1.1 Supervisor de Gerencia Comercial.

Se dependía directamente de la Sub Gerencia Técnico Comercial, desempeñaba, entre otras funciones, lo siguiente:

- *Atención de reclamos a clientes comunes y especiales (múltiples y totalizadores).*
- *Supervisión y control de la instalación de medidores a clientes comunes y especiales.*
- *Representante de la Gerencia Comercial en la recepción de Obras de Electrificación.*
- *Ejecutor del "Plan Piloto Miraflores" para la reducción de Pérdidas No Técnicas.*
- *Labores de apoyo a la Unidad especial de Control de Pérdidas.*

1.1.2 Jefe de Departamento de Gerencia Comercial.

Desempeñaba, entre otras funciones, las siguientes:

- *Responsable de la dotación de Nuevos Suministros (hasta 10 Kw.).*
- *Responsable del kardex de medidores (monofásicos y trifásicos), y del kardex de transformadores de intensidad.*
- *Responsable de la instalación de medidores electrónicos, en el ámbito de toda la zona de concesión de ELECTRONOROESTE S.A.*
- *Responsable de la Supervisión y Control de los equipos de medición de Clientes Importantes (aquellos de Media Tensión, regulados y de Libre Contratación).*
- *Responsable de la facturación y atención de reclamos de Clientes Importantes.*

- *Responsable del control y toma de lecturas de los equipos de medición de la Sub Estación Piura Oeste (punto de entrega de la Energía del Sistema Interconectado a ELECTRONOROESTE S.A.).*
- *Responsable de la evaluación y control de la energía recibida vs. La energía distribuida en las troncales de ELECTRONOROESTE S.A.*
- *Responsable de las unidades móviles de la Gerencia Comercial.*

1.1.3 Jefe Zonal (e) Talara.

Se dependía directamente de la Gerencia General, desempeñaba, entre otras funciones, las siguientes:

- *Representante del Gerente General en todo el ámbito de influencia de la Zonal Talara (Talara, Negritos y Los Organos).*
- *Responsable del funcionamiento, en todos sus aspectos, de la Zonal Talara.*

1.2 Empresa Municipal de Servicio de Agua y Alcantarillado de Piura, SEDAPIURA S.A. (Nov. 1995 - 06 Nov. 1996: 01 año).

1.2.1 Asistente Técnico de la Gerencia General Adjunta Técnica.

Se desempeñaba, entre otras, las siguientes funciones:

- *Responsable de los contratos de suministro de energía eléctrica de los pozos y cámaras pertenecientes a SEDAPIURA (revisión de los equipos de medición, selección de la mejor opción tarifaria, revisión de la facturación, etc.)*
- *Supervisor del "PROGRAMA DE REDUCCION DE COSTOS POR USO DE ENERGIA EN LAS INSTALACIONES ELECTRICAS - EN LA EMPRESA SEDAPIURA", realizada por terceros.*
- *Elaboración y revisión de proyectos de electrificación.*

1.2.2 Especialista del Departamento de Estudios y Proyectos de la Gerencia Técnica.

Similar a las funciones anteriores, adicionándose, además la supervisión por parte de SEDAPIURA en las obras de electrificación ejecutadas por ésta.

1.3 Wiese Copemi Asociados. (07 Nov. 1996 - Jul. 1997 : 09 meses)

1.3.1 Jefe de Obra (e) de la obra: "Línea de Transmisión 220 kV. Talara - Piura, Obras Civiles y Montaje Electromecánico".

Responsable de la ejecución de las obras civiles y electromecánicas y de todo lo relacionado a la obra de la referencia.

Cliente: ISOLUX WAT, Monto Final: US\$ 1 087 615,⁷⁰, longitud: 104 km.

1.4 César Wiese y Cía. SRLTda. Contratistas Generales. (Ago 1997 - Mar 1998 : 09 meses)

1.4.1 Supervisor de la Gerencia Operaciones (Ago - Set 1997: 02 meses).

Labores de apoyo a la Gerencia de Operaciones, desempeñaba, entre otras las siguientes funciones:

- *Elaboración de los presupuestos de las siguientes licitaciones:*
- *Pequeño Sistema Eléctrico en 22.9 kV Querocoto - Huambos: Cajamarca., Cliente: MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS.*
- *Construcción del Centro Comercial Rojas, Cliente: COMERCIAL ROJAS, Monto Presupuestado: US\$ 169 995,¹², Buena Pro adjudicada.*
- *Construcción Losa Zona N° 3 frente a Balanza, Cliente: ENAPU S.A.*
- *Electrificación Rural Chalaco, Cliente: CTAR - REGION GRAU.*

- *Línea de Transmisión 60 kV Paita - Tierra Colorada, ampliación de Sub Estación Paita y Pórtico de Llegada a S.E. Tierra Colorada, Obras Civiles y Montaje Electromecánico”, Cliente: ELECTRONOROESTE S.A.*
- *Obras Civiles de las protecciones contra el fenómeno de El Niño de las estructuras de la Línea de Transmisión 220 kV. Talara - Piura, Cliente: ISOLUX WAT, Monto Presupuestado: US\$ 180 555,⁵⁸, Buena Pro adjudicada*

1.4.2 Jefe de Obra de la obra: "Obras Civiles de las protecciones contra el fenómeno de El Niño de las estructuras de la Línea de Transmisión 220 kV. Talara - Piura. (Oct - Dic 1997: 03 meses)

Responsable de la ejecución de las obras civiles y electromecánicas y de todo lo relacionado a la obra de la referencia; Cliente: ISOLUX WAT, Monto Final: US\$ 191 135,⁰¹ @ 2.⁷¹

1.4.3 Supervisor de la Gerencia Operaciones (Ene - Mar 1998: 03 meses).

Labores de Apoyo a la Gerencia de Operaciones, desempeñaba, entre otras, las siguientes funciones:

- *Elaboración de los presupuestos de las siguientes licitaciones:*
- *Línea de Transmisión 220 kV. Talara - Zorritos, Obras Civiles y Montaje Electromecánico, Cliente: SOINCO, Monto Presupuestado: US\$ 2 138 707,⁵⁰ @ 3.¹³*
- *Enrocado y Obras Civiles para la ampliación de los Astilleros de Paita, Cliente: ASPASA, Monto Presupuestado: US\$ 146 015,⁸¹ @ 3.¹³*

1.5 Wiese Copemi Asociados. (Abr - Dic 1998 : 09 meses)

1.5.1 Supervisor y Jefe de Obra (e) de la obra: "Líneas y Redes de Distribución Primaria para Suministrar Energía Eléctrica en forma confiable a las localidades comprendidas en el Pequeño Sistema Eléctrico Grau - Apurímac, en 22.9 kV".

Responsable de la conclusión de la obra, levantamiento de observaciones y recepción de la misma., Cliente: Ministerio de Energía y Minas - DEP, Monto Final: US\$ 838 952,⁷² @ 3.¹³

1.6 César Wiese y Cía. SRLtda. Contratistas Generales. (Ene - 15 Nov 1999: 10 $\frac{1}{2}$ meses)

1.6.1 Supervisor de la Gerencia Operaciones (Ene - Abr 1999: 04 meses).

Labores de apoyo a la Gerencia de Operaciones, desempeñaba, entre otras, las siguientes funciones:

- Elaboración de los presupuestos de las siguientes licitaciones:
- Electrificación Urb. "Las Rocas" - Pimentel, Cliente: GESSA S.A., Monto Presupuestado: US\$ 320 356,²⁸ @ 3.²⁵
- Línea de Transmisión 60 kV Chiclayo - Cooperativas Azucareras, Sub Estaciones, Cliente: ABB COPEMI ASOCIADOS, Monto Presupuestado: US\$ 233 784,¹⁸ @ 3.⁴²
- Reconstrucción del Canal Miguel Checa: Paquete A2 (km 20+291.40 al km 30+221.46), Cliente: Proyecto Especial Chira Piura, Monto Presupuestado: US\$ 911 617,¹⁴ @ 3.⁴²
- Reconstrucción del Canal Miguel Checa: Paquete B1 (km 30+221.46 al km 45+718.69), Cliente: Proyecto Especial Chira Piura, Monto Presupuestado: US\$ 907 739,⁸⁹ @ 3.⁴²

- *Reconstrucción del Canal Miguel Checa: Paquete B2 (km 45+718.69 al km 65+900.00), Cliente: Proyecto Especial Chira Piura, Monto Presupuestado: US\$ 1 165 633,⁵¹ @ 3.⁴⁷, Buena Pro adjudicada*

1.6.2 Jefe de Proyecto de la obra: "Reconstrucción del Canal Miguel Checa - Paquete B2 (km 45+718.69 al km 65+900.00). (May - Set 1999: 05 meses)

Responsable de la planificación, programación y ejecución de los trabajos de la obra de la referencia.

Cliente: Proyecto Especial Chira Piura, Monto Contractual: US\$ 1 165 633,⁵¹ @ 3.⁴⁷

Adicionalmente, se realizó las siguientes funciones

- *Elaboración de los presupuestos de las siguientes licitaciones:*
- *Rehabilitación y Reconstrucción de la Infraestructura Hidráulica en el ámbito del Proyecto Especial Binacional Puyango - Tumbes", Cliente: INADE - Proyecto Especial Binacional Puyango - Tumbes, Monto Presupuestado: US\$ 3 017 893,⁶⁶ @ 3.⁴⁷, Buena Pro adjudicada.*
- *Reconstrucción del Canal Miguel Checa: Paquete B3 (km 65+900.00 al km 78+580.00), Cliente: Proyecto Especial Chira Piura, Monto Presupuestado: US\$ 2 938 158,⁶¹ @ 3.⁴⁷, Buena Pro adjudicada*

1.6.3 Jefe de Proyecto de la obra: "Rehabilitación y Reconstrucción de Obras dañadas por el fenómeno de El Niño - 1998 del Proyecto Especial Chira Piura - Paquete 1". (Oct - 15 Nov 1999: 01 1/2 meses)

Responsable de la planificación y programación de los trabajos de la obra de la referencia, Cliente: Proyecto Especial Chira Piura, Monto Contractual: US\$ 2 938 158,⁶¹ @ 3.⁴⁷

1.7 CTAR PIURA TASEEM (15 Nov 1999 - hasta la fecha)

1.7.1 Director de Operaciones

Entre otras, se desempeña, las siguientes funciones:

- *Responsable de la operatividad del pool de maquinaria TASEEM.*
- *Responsable del manejo del Taller de Reparaciones, tanto para la reparación de maquinaria propia como para los vehículos del CTAR y de terceros.*
- *Responsable de la programación de pool de maquinaria TASEEM, en los diferentes frentes de trabajo, tanto para el CTAR como para terceros, así como las respectivas valorizaciones.*

2. Línea de Transmisión 220 kv. Talara - Piura

2.1 Memoria Descriptiva

La construcción de la línea de transmisión 220 kV Talara - Piura permitió la interconexión de la Central Térmica de Malacas con el Sistema Interconectado de suministro de energía eléctrica, de tal manera de poder inyectar o recibir, de acuerdo a la demanda y producción, la energía necesaria para la atención de las cargas presentes.

El proyecto abarcó desde el anteproyecto de Ingeniería, pasando por las sucesivas etapas, hasta la construcción y puesta en funcionamiento de la línea.

El proceso de construcción demandó un gasto de US\$ 1.573.200,87, sin incluir los materiales permanentes (aquellos que quedaban inherentes a la obra), es decir, sólo la mano de obra para el montaje de la línea y la logística necesaria para tal fin (equipos, vehículos, herramientas, etc.).

El tiempo de duración de los trabajos, desde la construcción de los caminos de acceso hasta el tendido del conductor fue de 06 meses calendario, no incluyéndose las pruebas correspondientes.

Las características principales del Proyecto Integral son:

<i>Frecuencia</i>	<i>: 60 Hz.</i>
<i>Potencia Máxima</i>	<i>: 120 MW.</i>
<i>Longitud de la línea</i>	<i>: 104 km</i>
<i>Envío</i>	<i>: C.T. Malacas / C.T. Talara</i>
<i>Recepción</i>	<i>: S.E. Piura Oeste</i>
<i>Estructuras</i>	<i>: Configuración "H" de madera</i>
<i>Conductor</i>	<i>: ACAR 400 mm² (engrasado)</i>
<i>Aislamiento</i>	<i>: Aisladores no cerámicos (compuestos)</i>

Ferretería : Bronce
 Aterramiento : Copperweld y bronce

La inversión total del proyecto, incluyendo las sub estaciones de salida y llegada fue de:

Tabla 2.1

ITEM	DESCRIPCIÓN	US\$
1.00	I NGENIERIA	
1.01	Estudio Definitivo e Impacto Ambiental	70 000
1.02	Estudio Ejecutivo / ingeniería de detalle	20 000
2.00	SERVIDUMBRE	
2.01	Servicio de Gestión y Pago	25 000
2.02	Imposición de Servidumbre	278 007
3.00	SUMINISTRO PUESTO EN OBRA	
3.01	Material Nacional	1 995 928
3.02	Material Importado	3 716 556
4.00	O. CIVILES Y MONTAJE ELECTROM.	
4.01	Línea, Subestaciones y Telecomunicaciones	1 648 124
		7 753 615

Nota. - Precios al 31.07.95

El monto presupuestado inicialmente, tanto para la línea de transmisión como para las subestaciones y las telecomunicaciones fue de US\$ 1 648 124.

El Costo del Montaje Electromecánico (incluyendo las respectivas obras civiles) de la Línea de Transmisión fue de **US\$ 1 573 200,⁸⁷** a abril de 1996.

2.2 Especificaciones técnicas de la línea

2.2.1 Del suministro de materiales

Los principales materiales utilizados en la obra fueron los siguientes:

Conductor de Aluminio

Aisladores no-cerámicos (compuestos)

Postes de madera, crucetas y brazos "X"

Accesorios del conductor

Accesorios de la Cadena de Aisladores

Ferretería de la Estructura, Puesta a Tierra y Retenidas.

2.2.1.1 Conductor de Aluminio. -

El conductor instalado es cableado, concéntrico, desnudo de Aluminio con Alma de Aleación de Aluminio engrasado interiormente hasta la penúltima capa, tipo ACAR 400 mm² (ver datos técnicos en tabla 2.2)

Los hilos de la capa exterior son cableados a la mano derecha, siendo las capas inferiores cableadas en sentido contrario entre sí.

La grasa es neutra, inerte, de alta estabilidad química y térmica, con componentes no separables e insoluble en el agua..

2.2.1.2 Aisladores No-Cerámicos (compuestos) .-

Todos los aisladores no-cerámicos de suspensión y retención (anclaje) han sido fabricados con un núcleo de fibra de vidrio reforzada, del tipo "rodillo de fibra de vidrio con epoxy o vinilister de grado eléctrico", la superficie polimérica aislante tiene una estructura química de 100% de goma de silicón, los discos aislantes están firmemente unidos a la cubierta del rodillo, los herrajes metálicos de los extremos son de acero forjado galvanizado (ver datos técnicos en tabla 2.3)

2.2.1.3 Postes, crucetas y brazos "X" de madera. -

Las estructuras de la línea están conformadas por postes de madera tratada, crucetas y brazos "X" de madera cepillada, y son del siguiente tipo:

Suspensión "HS" (dos postes + brazos X)

Suspensión Angular "A" (tres postes)

Terminal Angular Fuerte "HA" (tres postes + brazos X)

Los postes de madera corresponden al tipo Southern Yellow Pine (SP), con un esfuerzo último de 552 kg/cm² (8000 psi) y clase H-1 ASA y de 90 pies de longitud. Las crucetas y los tablonces de los brazos son de madera compacta, corresponden al Douglas Fir (DF) Grado 1 sin tratamiento y cepilladas en sus cuatro lados, con un contenido de humedad máximo del 35% (ver datos técnicos en tabla 2.4).

La sustancia preservante utilizada es la cerosota (80 kg/m³).

2.2.1.4 Accesorios del Conductor. -

Los principales accesorios del conductor de aluminio han sido: grapas de suspensión y anclaje, juntas de empalme, varillas de armar y amortiguadores.

i) Grapa de anclaje

Son de acero forjado galvanizado, del tipo compresión, con una resistencia a la tracción no menor del 95% de la carga de rotura respectiva.

ii) Grapa de suspensión

Son de aluminio, con sus respectivas varillas de armar.

iii) Varillas de armar

Utilizadas en todos los conductores de fase, en todos los soportes intermedios o posiciones donde no se han utilizado grapas de anclaje y son de aluminio.

iiii) Junta de empalme

Son del tipo compresión, con una longitud mínima de 60 cm para el conductor y un tiro de rotura del 100% del tiro de rotura del conductor.

iiiii) Amortiguadores

Son del tipo Stockbridge, cuyas partes en contacto con los conductores y las partes ferrosas del amortiguador están galvanizadas.

2.2.1.5 Accesorios de la Cadena de Aisladores. -

Los principales accesorios de la cadena de aisladores han sido: adaptadores, grapas y contrapesos.

Han sido diseñadas con un factor de seguridad igual o mayor a 3, aquellas piezas atravesadas por corriente eléctrica tienen una temperatura superior al conductor respectivo, en las mismas condiciones.

Las piezas y accesorios que están bajo tensión eléctrica han sido fabricadas de material antimagnético y las sujetas a esfuerzos mecánicos han sido fabricadas de acero forjado, cuyas partes de fierro han sido galvanizados mediante inmersión en caliente, con una capa de zinc de 600 gr/m² de espesor mínimo.

2.2.1.6 Accesorios de la Estructura, Puesta a Tierra y Retenida. -

i) Accesorios de la Estructura

Incluye: espaciador metálico de crucetas; perno doble armado con arandelas planas, tuercas y contratuercas; accesorios de sujeción del brazo "X"; abrazaderas metálicas, enlaces metálicos, tirafondos, carretes metálicos y pernos con tuerca y contratuerca.

ii) Accesorios de la Puesta a Tierra

Incluye: conductor desnudo copperweld, grapas de bronce, conector de bronce, tubo de PVC, grapas de sujeción de tubo, clavos copperweld y varilla de copperweld.

iii) Accesorios de Retenida

Incluye: Cable copperweld, mordazas preformadas, varilla de anclaje con ojo, tuerca guardacabo de bronce, arandela y protector de PVC.

2.2.2 Del Montaje Electromecánico

El Montaje Electromecánico, ha constado, básicamente, de las siguientes etapas:

- *Montaje de Postes (incluye retenidas)*
- *Tendido de Conductores (incluye aisladores y amortiguadores)*
- *Puesta a Tierra*

2.2.2.1 Montaje de Postes

Fueron montados con una grúa de 20 ton, en su mayoría con sus respectivas crucetas y brazos "X" (dos de los cuatro extremos de los brazos estaban sueltos), luego fueron alineados y verificada su verticalidad, para proceder finalmente al relleno y compactación.

2.2.2.2 Tendido de Conductores

Una vez efectuado el plan de tendido, alcanzado por el Cliente, en donde se establecieron las longitudes de los tramos, las ubicaciones del winche y freno, los números de las bobinas con sus respectivas longitudes de conductor, las ubicaciones de los empalmes de los conductores y la ubicación de las protecciones para los cruces de caminos o líneas se procedió a ejecutar el tendido, teniendo en consideración las siguientes actividades:

- *Colocación de pórticos para la protección de cruces de caminos, líneas de alta tensión, etc. (de tal manera que al momento de extender la cordina y al tender el conductor, éstos no hicieran contacto con los diferentes obstáculos existentes)*
- *Colocación de aisladores y roldanas en los postes de suspensión.*
- *Colocación de roldanas en los postes de anclaje.*
- *Tendido de cordina o cable guía*
- *Extendimiento del conductor (fase central primero, seguido de cualquiera de las laterales)*
- *Colocación de empalmes*

- *Regulado y flechado de los conductores.*
- *Engrapado de los conductores en los postes de anclaje*
- *Marcado y retiro de roldanas de los postes de suspensión*
- *Colocación de grapas de suspensión y varillas de armar en los conductores.*
- *Colocación de amortiguadores.*

2.2.2.3 Puesta a Tierra

De acuerdo a la resistividad del terreno se estableció el tipo de aterramiento para cada poste, siendo en algunos casos del tipo contrapeso, es decir solo cable copperweld a ambos postes de la estructura y en sentido contrario entre sí, o del tipo varilla de dispersión

2.3 Actividades del montaje de la línea

2.3.1 Cuadrilla de Obras Civiles

Era la encargada de ejecutar las obras civiles del montaje de la línea (ver detalle de las mismas en tabla 2.5), y estaba conformada por los siguientes:

2.3.1.1 Cuadrilla de Replanteo Topográfico

Replanteaba los puntos de ubicación de cada una de las estructuras de la línea y retenidas, así como la altura de cada una de éstas.

2.3.1.2 Cuadrilla de Caminos de Acceso

Encargada de construir los caminos de acceso a cada una de las estructuras de la línea, así como de ejecutar las plataformas de ubicación del winche y el freno.

2.3.1.3 Cuadrilla de Limpieza de Vía

Encargada del desbroce de árboles y la limpieza de la Franja de Servidumbre

2.3.1.4 Cuadrilla de Excavación de Fundaciones Normales y Retenidas

Encargada de la excavación del terreno donde iban a ser ubicados los postes de cada estructura considerada como Fundación Normal (aquellas que no estaban ubicadas en terrenos con napa freática alta) y las Retenidas.

2.3.1.5 Cuadrilla de Concreto

Encargada de la construcción de todos los elementos de Concreto Armado (Solados, Fundaciones Especiales y Anclajes de Retenidas)

2.3.1.6 Cuadrilla de Colocación de Solados y Retenidas

Encargada del refine de la excavación y la colocación de los Solados (ubicados debajo de cada poste de la estructura considerada como Fundación Normal) y los anclajes de las Retenidas.

2.3.1.7 Cuadrilla de Transporte de Fundaciones Especiales

Encargada del transporte de los módulos de las Fundaciones Especiales

2.3.1.8 Cuadrilla de Compactación de Fundaciones Especiales y Retenidas

Encargada, una vez izada la estructura, de la compactación del terreno, tanto de los postes como de las Retenidas.

2.3.1.9 Cuadrilla de Colocación de Fundaciones Especiales

Encargada de excavación y colocación de los módulos de las Fundaciones Especiales, así como su posterior compactación.

2.3.2 Cuadrilla de Obras Electromecánicas

Eran las encargadas de ejecutar las obras electromecánicas del montaje de la línea (ver detalle de las mismas en tabla 2.6), y estaba conformada por los siguientes grupos:

2.3.2.1 Cuadrilla de Montaje de Estructuras

Encargada del montaje de las estructuras de la línea, estaba conformada por los siguientes sub grupos:

i) Cuadrilla de Selección de Postes

Encargada de seleccionar, del almacén central, los postes que se iban a colocar en cada estructura, de acuerdo al listado proporcionado por el cliente, en los cuales se había tenido en cuenta la altura y el tipo de la estructura.

ii) Cuadrilla de Transporte de Postes

Encargada de llevar los postes, del almacén al punto de ensamblaje de cada estructura.

iii) Cuadrilla de Ensamblaje

Encargada del ensamblaje de la estructura, es decir, de la colocación de las crucetas, los brazos "X" y la ferretería correspondiente.

iiii) Cuadrilla de Izaje

Encargada del izaje de la estructura, así como del alineamiento y fijación de la misma.

2.3.2.2 Cuadrilla de Instalación de Cable Copperweld

Encargada de la instalación del aterramiento de cada estructura.

2.3.2.3 Cuadrilla de Tendido de Conductor

Encargada del Tendido del conductor a lo largo de toda la línea, estaba conformada por los siguientes sub grupos:

i) Cuadrilla de Colocación de Retenidas

Encargada de colocar el cable de retenida en las estructuras correspondientes.

ii) Cuadrilla de Colocación de Aisladores y Roldanas

Encargada de colocar, en las estructuras, el aislador de cada fase y la respectiva roldana por donde iba a desplazarse, tanto el cable cordina como el conductor.

iii) Cuadrilla de Colocación de Cordina

Encargada extender, entre cada tramo de tendido, y para las tres fases, el cable coordina que servía de guía al conductor.

iii) Cuadrilla de Extendimiento de Conductor

Encargada extender, entre cada tramo de tendido, y para las tres fases, el conductor correspondiente, se subdividió de la siguiente manera:

a) Cuadrilla de Winche

Era la encargada de recoger, con un winche de 6 ton, la cordina extendida sobre las roldanas instaladas en cada estructura, y de esta manera tender el conductor.

b) Cuadrilla de Freno

Trabajaba en forma simultanea con el winche, era la encargada de ir soltando el conductor de tal manera que este sea extendido a la tensión indicada.

c) Cuadrilla de Intermedios

Eran los encargados de seguir el recorrido, tanto de la cordina como del conductor, de tal manera de evitar que estos se puedan enredar con algún obstáculo o se puedan desprender.

d) Cuadrilla de Transporte

Los encargados de efectuar el transporte de los equipos y el personal en cada punto de ubicación del winche y freno, respectivamente.

e) Cuadrilla de Empalme de Conductores

Era la encargada de empalmar los extremos de los conductores, de tal manera de asegurar la continuidad de la línea.

f) Cuadrilla de Flechado y Entorche

Era la encargada flechar el conductor (de tal manera de darle el seno correspondiente a los vanos comprendidos entre las estructuras), retirar las roldanas y colocar los accesorios de los aisladores en cada estructura, de tal manera de fijar el conductor en su posición final.

2.3.3 Cuadrilla de revisión y levantamiento de observaciones

Eran las encargadas de ejecutar la revisión final de la línea así como del levantamiento de las observaciones que se presentaron, estaba conformada por los siguientes grupos:

2.3.3.1 Cuadrilla de Obras Civiles

Encargada de la revisión y levantamiento de las observaciones planteadas a las obras civiles de la línea.

2.3.3.2 Cuadrilla de Obras Electromecánicas

Encargada de la revisión y levantamiento de las observaciones planteadas a las obras electromecánicas de la línea.

2.3.3.3 Cuadrilla de Trabajos Especiales

Encargada de la ejecución de trabajos particulares que requerían de cierta complejidad y que permitirían el correcto funcionamiento de la línea.

2.4 Costos del montaje de la línea

2.4.1 Presupuesto final de obra

El Presupuesto Final de la Obra fue de US\$ 1 573 200,⁸⁷ con precios vigentes a abril de 1996 (ver detalle en tabla 2.7).

2.4.2 Manejo de gastos

El cronograma inicial de ejecución de obra contemplaba, para los trabajos contratados a Wiese Copemi Asociados, una duración de 08 (ocho) meses, sin embargo se logró culminar con los mismos en un tiempo de 06 (seis) meses, tal como se detalla en la tabla 2.8:

<i>Nov 96</i>	<i>: 7.80 %</i>
<i>Dic 96</i>	<i>: 14.90 %</i>
<i>Ene 97</i>	<i>: 9.70 %</i>
<i>Feb 97</i>	<i>: 11.70 %</i>
<i>Mar 97</i>	<i>: 25.00 %</i>
<i>Abr 97</i>	<i>: 30.90 %</i>

2.4.3 Costos Unitarios

Los Costos Unitarios se muestran en el Anexo correspondiente, habiéndose contemplado en los mismos lo siguiente:

<i>descripción</i>	<i>: insumo empleado</i>
<i>cant.</i>	<i>: cantidad empleada por insumo</i>
<i>und</i>	<i>: unidad de medida del insumo</i>
<i>incid.</i>	<i>: incidencia del insumo en el costo (cant./rendimiento)</i>
<i>p.u.</i>	<i>: precio unitario del insumo, expresado en US\$</i>
<i>parcial</i>	<i>: costo parcial de cada insumo (p.u. x incid.)</i>
<i>total</i>	<i>: costo total por grupo de insumos</i>

3. Conclusiones

3.1 Conclusiones

Por la misma modalidad del contrato, el costo indirecto no fue tan alto, ya que el cliente proporcionó, a su costo, parte del personal de supervisión, incluyendo las respectivas movilidades, por lo que éste sólo llegó al 21%, inferior al que normalmente se emplea en este tipo de obras, que es del 30%.

En este tipo de obras el costo mayor lo representa el material empleado en la misma, 50% material importado y 27% material nacional, quedando solamente un 23% para los costos de montaje de la línea.

Entre los factores que influenciaron para que la obra avance a buen ritmo y sin mayores contratiempos, lógicamente reforzado con una buena planificación y logística, fue el hecho de que los aisladores empleados no fueran los convencionales tipo "plato", que son sumamente pesados y difíciles de manipular, sino por el contrario unos aisladores no cerámicos, de una sola pieza y con un peso inferior a 5 kg. El haber construido acceso a todas las estructuras, también fue un factor muy importante en el avance de obra ya que el montaje de éstas (generalmente constituidas por dos o tres postes de 27 mts. cada uno) se realizó, en su totalidad con la grúa de 20 ton, eliminando por completo el uso de maniobras de izaje, que por el tamaño de los postes hubieran dificultado, enormemente, las mismas, con el consiguiente dilatamiento en el avance.

El rendimiento obtenido en el tendido de conductores, 52 km por mes, todo un record, se debió principalmente a la disponibilidad del set de tendido, fundamentalmente las roldanas y el cable coordina, ya que siempre existía un juego completo de éstos tanto para el tramo que se estaba extendiendo, como para los tramos anterior y posterior.

Siendo el montaje de las estructuras y el tendido del conductor las actividades de mayor costo, fueron las que marcaron el ritmo de la obra, razón por la cual el avance de los trabajos fue del 77% en los últimos cuatro meses, siendo los dos últimos los de mayor avance con el 56%.

Por la longitud de la obra, y siendo tan dispersos y puntuales los trabajos a ejecutar es muy importante contar con los vehículos necesarios que permitan un desplazamiento rápido y eficaz, así como de una excelente comunicación en cada frente de trabajo a fin de que no se produzcan paralizaciones innecesarias.

Por el hecho de atravesar un sinnúmero de terrenos particulares, es muy importante que el tema referente a la faja de servidumbre (pago o compensación por los derechos de atravesar la línea a cada terreno) esté completamente resuelto, ya que esto podría traer como consecuencia interrupciones en el avance de los trabajos, ya que se podrían dejar tramos sin habilitar, que incrementarían los costos innecesariamente ya que sería necesario regresar todo el pool para terminar cada trabajo particular.

4. Bibliografía o Referencias

MEMORIA DESCRIPTIVA Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SUMINISTRO DE BIENES Y PRESTACIÓN DE SERVICIOS NO PERSONALES DE LA LICITACIÓN PÚBLICA INTERNACIONAL N° E-013-95/L: "L.T. 220 KV TALARA-PIURA SUBESTACIONES Y SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES", ELECTROPERU S.A., OCTUBRE DE 1,995.

L.T. 220 Kv TALARA - PIURA SUBESTACIONES Y SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES, SEGUNDO INFORME, VOLUMEN II: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA LINEA DE TRANSMISIÓN, ISOLUXWAT, AGOSTO 1,996.

LINEA DE TRANSMISIÓN 220 KV TALARA - PIURA, CESAR WIESE & CIA, DICIEMBRE 1,998.