

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**INFLUENCIA DE LOS COSTOS DE MATERIALES Y DE  
CONSTRUCCIÓN SOBRE EL COSTO TOTAL DE UNA LÍNEA  
DE TRANSMISIÓN EN 60 KV CON POSTES DE MADERA**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR:**

**EDGAR JOHNNY ESCOBEDO ANGULO**

**PROMOCIÓN  
1995 - I**

**LIMA – PERÚ  
2006**

**INFLUENCIA DE LOS COSTOS DE MATERIALES Y DE  
CONSTRUCCIÓN SOBRE EL COSTO TOTAL DE UNA LÍNEA  
DE TRANSMISIÓN EN 60 KV CON POSTES DE MADERA**

A mis queridos padres Solano y Julia en  
agradecimiento por su constante apoyo y  
confianza.

## SUMARIO

En los últimos años se ha dado un gran impulso al sub sector electricidad mediante la construcción y concesión de diversas Líneas de Transmisión y Redes de Distribución beneficiando a los pobladores de las localidades más alejadas de nuestro país.

En el presente informe se realizan las consideraciones económicas en el diseño de una Línea de Transmisión en 60 kV con estructuras de madera donde se ha optimizado la sección del conductor, el tipo de estructura y cimentación, los materiales eléctricos a instalarse y se ha seleccionado la ruta más conveniente para su construcción.

Asimismo se evalúan los costos predominantes en la ejecución de una Línea de Transmisión en 60 kV, constituidos predominantemente por el suministro y montaje de estructuras de madera y conductores de aleación de aluminio.

Finalmente se efectúan las variaciones en los costos de los materiales y de construcción, verificando la incidencia de los mismos sobre el costo total de la obra, para poder realizar dichas simulaciones se utilizó el software S10, versión 2.0 para Windows, dicho software es utilizado para la elaboración presupuestos de todo tipo de obras.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>Pág.</b> 1
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>CONSIDERACIONES TÉCNICAS PARA LA ELECCIÓN DE LA RUTA DE UNA LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b>	
1.1 Planeamiento y alternativas de ruta	2
1.1.1 Selección de la ruta más corta posible	2
1.1.2 Seguir paralelo a las carreteras en lo posible	2
1.1.3 Aprovechar otros derechos de paso	3
1.1.4 Evitar cruzar cerros, cordilleras, pantanos y suelos inestables	3
1.1.5 Evitar recorridos paralelos a líneas telefónicas	3
1.1.6 Conservación del medio ambiente	3
1.1.7 Evitar zonas pobladas e instalaciones	4
1.1.8 Evitar zonas de contaminación	4
1.1.9 Reducir los cruces con obstáculos y otras instalaciones	4
1.2 Estudio de impacto ambiental	4
1.3 Evaluación geológica superficial	4
1.4 Determinación del corredor de paso y derecho de vía	5
1.5 Evaluación técnico económica de las alternativas	5
1.5.1 Análisis económico	6
1.5.2 Indices	6
1.5.3 Uso de software	7
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA SUMINISTRO DE MATERIALES</b>	
2.1 Conductor de aleación de aluminio	8

2.2	Aisladores y accesorios de cadena de aisladores	10
2.2.1	Ensamble de suspensión simple	14
2.2.2	Ensamble de anclaje normal	14
2.2.3	Adaptador ojo-bola	14
2.2.4	Soporte de contrapesos	15
2.2.5	Contrapesos de 25 kg.	15
2.3	Postes de madera	15
2.4	Crucetas de madera	17
2.5	Ferretería de estructuras	19
2.6	Retenidas y accesorios	21
2.6.1	Cable para retenida	21
2.6.2	Varilla de anclaje	22
2.6.3	Arandela cuadrada para anclaje	22
2.6.4	Mordaza preformada	22
2.6.5	Bloque de anclaje	23
2.6.6	Brazo contrapunta	23
2.6.7	Abrazadera para retenida	23
2.7	Materiales de puesta a tierra	23
2.7.1	Conductor de cobre	23
2.7.2	Cable de acero con recubrimiento de cobre	24
2.7.3	Electrodo de puesta a tierra	24
2.7.4	Conector para el electrodo	25
2.7.5	Plancha doblada	25
2.7.6	Grapas para fijar conductor a poste	25
2.7.7	Grapa de vías paralelas	25

### **CAPÍTULO III**

#### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA MONTAJE**

##### **ELECTROMECAÁNICO**

3.1	Montaje de estructuras	26
3.1.1	Método de montaje	26
3.1.2	Preparación de los elementos	26

3.1.3	Suspensión del montaje	26
3.1.4	Manipulación de los elementos	27
3.1.5	Posición de los pernos	27
3.1.6	Alineamiento de las perforaciones	27
3.1.7	Tolerancia del montaje	27
3.1.8	Montaje de postes	27
3.1.9	Montaje de retenidas	28
3.2	Sistema de puesta a tierra	29
3.3	Montaje de Conductores	29
3.3.1	Criterios generales	29
3.3.2	Grapas y mordazas	30
3.3.3	Poleas	30
3.3.4	Empalme de conductores	30
3.3.5	Montaje de aisladores y accesorios	30
3.3.6	Regulación de cadenas de aisladores	31
3.3.7	Tendido y regulación de los conductores	31
3.3.8	Fijación de las grapas	32
3.3.9	Puesta a tierra	32
3.3.10	Amortiguadores	32
3.3.11	Control de flecha y tensión	32
3.3.12	Tolerancias	33
3.3.13	Registro del tendido	33
3.4	Inspección y pruebas	33

## **CAPÍTULO IV**

### **RESUMEN GENERAL Y COSTO TOTAL DE OBRA**

4.1	Resumen general	35
4.2	Sub presupuesto de cada formula	36
4.3	Análisis de costos unitarios	39
4.4	Relación de insumos por su característica	40

**CAPÍTULO V****ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD**

5.1	Distribución del insumo de acuerdo a su característica	43
5.1.1	Materiales	43
5.1.2	Mano de obra	43
5.1.3	Equipos y herramientas	44
5.1.4	Transporte de materiales	44
5.2	Presupuesto de obra y análisis unitario	44

<b>CONCLUSIONES</b>	45
---------------------	----

**ANEXOS****ANEXO A**

<b>PLANOS DE DETALLE DE ESTRUCTURAS</b>	48
---	----

**ANEXO B**

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>	63
--------------------------------------	----

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	75
---------------------	----



## **INTRODUCCIÓN**

En nuestro país en los últimos años se ha dado un gran impulso al sub sector electricidad siendo las Líneas de Transmisión y las Redes de Distribución donde más se ha incidido por la cantidad de kilómetros instalados, siendo la perspectiva futura del Estado y del nuevo Gobierno seguir incrementando más localidades al Sistema Interconectado Nacional.

Hoy en día podemos afirmar que después de interconectar las plantas generadoras con los centros de mayor consumo, las condiciones sociopolíticas hacen necesarias la expansión de los sistemas de distribución hacia zonas de menor consumo, donde se debe de tener una especial atención a la reducción del costo de ejecución de una Línea de Transmisión, en virtud a los bajos ingresos que se tiene y las grandes distancias que une las líneas desde los puntos de factibilidad o centros de generación hacia los centros de consumo, allí la importancia que tienen las consideraciones económicas en la ejecución de una Línea de Transmisión, considerando para el presente trabajo las Líneas de Transmisión en 60 kV con estructuras de madera.

## **CAPÍTULO I**

### **CONSIDERACIONES TÉCNICAS PARA LA ELECCIÓN DE LA RUTA DE UNA LÍNEA DE TRANSMISIÓN**

#### **1.1 Planteamiento y alternativas de ruta**

Después de realizar el replanteo de obra en la que se ha considerado dos o más alternativas de la ruta de la línea la cual puede tener tramos comunes es necesario evaluarlas técnica y económicamente. En su planteamiento se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

##### **1.1.1 Selección de la ruta más corta posible**

Sabemos que la línea recta es naturalmente la ruta más corta entre dos puntos y debería ser la más económica si otros aspectos fueran similares para otras rutas. Es decir al disminuir el número de ángulos se puede conseguir un ahorro apreciable.

##### **1.1.2 Seguir paralelo a las carreteras en lo posible**

Cuando se realiza la construcción de una Línea de Transmisión se debe en lo posible seguir paralelo a la carretera, esto hace a la línea accesible tanto para la construcción como para la inspección y mantenimiento, el transporte y la entrega de los materiales serán grandemente facilitados, trayendo como consecuencia un ahorro en los costos por concepto de transporte. En el caso de líneas rurales es casi común localizar la línea a cierta distancia de la carretera o autopista con el fin de evitar todos los árboles. Esta práctica tiene muchas ventajas: los árboles son preservados, la poda por mantenimiento es eliminada, no habrá interrupciones del servicio por caída de árboles, no se requieren de estructuras muy elevadas para pasar por encima de los árboles.

### **1.1.3 Aprovechar otros derechos de paso**

Es importante aprovechar los accesos existentes de otras líneas eléctricas u corredores de servicio (carreteras, líneas férreas), evitando de esta manera un menor daño a la propiedad.

En caso sea inevitable se debe de conseguir una buena negociación en los derechos de pasos por donde se va a ejecutar la línea, cancelándolos a sus respectivos propietarios.

### **1.1.4 Evitar cruzar cerros, cordilleras, pantanos y suelos inestables**

Los cerros y cordilleras están propensos a mayores tormentas y caída de rayos, adicionalmente el recorrido por las faldas de los cerros hace susceptible a la línea a los derrumbes (si el terreno es poco estable), los cuales deben evitarse donde sea posible. Los pantanos y los terrenos bajos exponen a la línea a las inundaciones.

Adicionalmente la movilización de los materiales y la construcción se verán dificultados. También debe de evitarse las áreas de roca fragmentaria y dentro de estas aquellas zonas donde el ángulo de buzamiento de la roca esta en posición desfavorable para la fundación de la estructura (diaclasada), terrenos con arcillas expansivas (montmorionita y verniculita) y suelos con alto nivel freático.

### **1.1.5 Evitar recorridos paralelos a líneas telefónicas**

El paralelismo con la línea telefónica produce interferencia sobre ésta por inducción por lo que sería necesario transponer los conductores de energía o instalar cable de tierra adicionalmente. Esto incrementaría el costo de la línea adicionalmente por lo que en algunos casos sería más económico reubicar la línea telefónica.

### **1.1.6 Conservación del medio ambiente**

Las rutas de las líneas deben de ser solucionadas y ejecutadas de manera de reducir el impacto visual en las áreas escénicas, monumentos históricos o donde exista congregación de gente. Un simple test de visibilidad puede realizarse recorriendo caminos turísticos.

### **1.1.7 Evitar zonas pobladas e instalaciones**

Evitar cruzar zonas pobladas (casas, edificios, aeropuertos, antenas, líneas de comunicaciones) zonas industriales, agrícolas y de alta densidad vegetal.

### **1.1.8 Evitar zonas de contaminación**

Alejarse de zonas de contaminación cercanas al mar, tener en cuenta el cono de humo industrial según la dirección del viento, áreas de fumigación de cultivos, quema de caña de azúcar, cultivos de maní, etc.

### **1.1.9 Reducir los cruces con obstáculos y otras instalaciones**

Reducir los grandes cruces o al menos sus vanos (cruces de quebradas y ríos: tener en cuenta el nivel máximo del agua). Disminuir el número de cruces con líneas eléctricas existentes, autopistas, carreteras (existentes y futuras) y caminos.

Por lo que se recomienda presentar un informe de las alternativas de la ruta acompañada de una documentación fotográfica de un listado preliminar de propietarios.

## **1.2 Estudio de impacto ambiental**

El Estudio de Impacto Ambiental debe elaborarse de acuerdo al Reglamento de Protección Ambiental en las Actividades Eléctricas D.S. N° 029-94-EM y se puede seguir recomendaciones del BID, BM. Debe de tenerse presente que la aprobación puede afectar la selección de la ruta definitiva. El Estudio de Impacto Ambiental debe de sustentarse en audiencia pública en el Ministerio de Energía y Minas.

## **1.3 Evaluación geológica superficial**

Durante el planteamiento de alternativas de ruta se debe de contar con la asesoría de un geólogo a fin de tener en cuenta y evitar problemas geológicos superficiales. Esta asesoría comienza con la elaboración de un plano de geología superficial a partir de fotografías aéreas recientes que luego deben de ser corroborado con visitas de campo. Entre los aspectos relevantes que se deben tener presente se tiene:

- Sobre la falda de los cerros identificar conos de derrumbe.

- Mostrar terrenos rocosos y dentro de estos, aquellas zonas donde el ángulo de buzamiento de la roca esta en posición desfavorable para la fundación de las estructuras.
- Reconocer aquellos terrenos que contiene arcillas expansivas (montmorionita y verniculita).
- Mostrar zonas con pendiente lateral o transversal demasiado elevadas que pueda afectar la estabilidad de las estructuras.
- Indicar zonas con alto nivel freático.
- Determinar los bordes del nivel máximo de las aguas en quebradas, caños y ríos.
- Identificar zonas con fallas sísmicas.

#### **1.4 Determinación del corredor de paso y derecho de vía**

Para la determinación del ancho total del corredor de paso de una Línea de Transmisión se debe de tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Ancho de la estructura y oscilación del conductor.
- Radio interferencia.
- Interferencia sobre TV.
- Límite por campo eléctrico.
- Límite por ruido audible.

La estructura del corredor se divide en tres zonas:

- Zona de ocupación (Zo).
- Zona de protección (Zp).
- Zona de separación entre Líneas (Zs).

#### **1.5 Evaluación técnico - económica de las alternativas**

Planteando tres o más alternativas se debe realizar un informe técnico - económico donde se realice una priorización de aquellas que son técnicamente factibles. A continuación se da una serie de recomendaciones que sirven para realizar este informe.

### 1.5.1 Análisis económico

Para cada una de las alternativas y luego de hacer una inspección de campo, se puede determinar la alternativa de la ruta más económica, realizando los cálculos métricos de los siguientes aspectos más importantes:

- Estructuras y cimentaciones.
- Conductor, cable guarda y tipo de estructura.
- Caminos de acceso.
- Pérdida de energía y de potencia.
- Derecho de paso.
- Deforestación.
- Mantenimiento.

### 1.5.2 Índices

Se trata de penalizar cada ruta con los siguientes tipos de índices:

- Económico (como en 1.5.1).
- Ingeniería.
- Ambiental.

Con excepción del primero el puntaje de los otros dos son arbitrarios y depende del criterio del grupo que elabore el replanteo ya que estos pesos también dependen de la zona de estudio. Al final se elige a la alternativa cuyo producto de sumatorias de puntaje de los tres índices de menor valor. A continuación se da un ejemplo, en forma referencial de los índices de ingeniería y ambiental:

#### a) Parámetro de Ingeniería

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PESO
• Tipo de suelos	por Km	
Normal		0
Rocoso		8
Ciénagas o inundable		10
• Derechos de vía paralelo u otra existentes	por Km	2

• Potencial de Erosión en el suelo	por Km	
Alto		5
Medio		2
Bajo		0
• Tipo de vegetación	por Km	
Zona descubierta		0
Zona alta y densa, bosques		7
Granjas con uso de técnicas agropecuarias		10
Granjas solo de deforestación		8
• Topografía	por Km	
Terreno plano		0
Terreno ondulado		2
Terreno montañoso		5

#### b) **Parámetro Ambiental**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PESO</b>
Quitar construcciones	8
Retirar casas a 100 m. de la línea	5
Retirar casas a 200 m. de la línea	2
Retirar casas a 300 m. de la línea	
Cruces de caminos	1
Cruces de carreteras	1
Cruces de oleoductos	5
Cruces con línea de distribución	2
Cruce de ríos	3

#### 1.5.3 **Uso de software**

Haciendo uso de programas de cómputo especializado y de mesas digitalizadoras se aplican diversos índices sobre un sistema reticular uniforme basado en un sistema de coordenadas.

Ubicando las posibles rutas sobre ese sistema de coordenadas (se hace coincidir sobre el plano cartográfico) se puede evaluar la ruta más conveniente.

## **CAPÍTULO II**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA SUMINISTRO DE MATERIALES**

A continuación se describen las características más importantes que deben cumplir los materiales a ser utilizados en la construcción de una Línea de Transmisión.

#### **2.1 Conductor de aleación de aluminio**

El conductor de aleación de aluminio será fabricado con alambres de aleación de aluminio - magnesio - silicio, cuya composición química deberá estar de acuerdo con la Tabla 1 de la norma ASTM B 398; el conductor de aleación de aluminio será desnudo y estará compuesto de alambres cableados concéntricamente y de único alambre central; los alambres de la capa exterior serán cableados en el sentido de la mano derecha., las capas interiores se cablearán en sentido contrario entre sí.

En el proceso de fabricación del conductor, el fabricante deberá prever que el conductor contenido en cada bobina no tenga empalmes de ningún tipo.

Los conductores deberán cumplir con las pruebas de diseño, de conformidad de la calidad y de rutina, de acuerdo con las normas siguientes:

- Para inspección y pruebas:
  - ❖ IEC 1089: Round wire concentric lay overhead electrical stranded conductors.
  - ❖ IEC 104: Aluminium-magnesium-silicon alloy wire for overhead line conductors.
- Para fabricación:
  - ❖ ASTM B398: Aluminium alloy 6201-T81 wire for electrical purposes.
  - ❖ ASTM B399: Concentric-lay-stranded aluminium alloy 6201-T81 conductors.

**a) Pruebas Tipo:** Las pruebas tipo están orientadas a verificar las principales características de los conductores, por lo que deberán ser sustentados con la presentación de tres (03) juegos de los certificados y los reportes de pruebas



emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, independiente del fabricante y el proveedor, demostrando que los conductores han cumplido satisfactoriamente estas pruebas. Estas pruebas comprenderán:

- ❖ Prueba de soldadura de los alambres de aleación de aluminio.
- ❖ Prueba para la determinación de las curvas esfuerzo-deformación (stress-strain) del conductor.
- ❖ Prueba para determinar la carga de rotura del conductor.

**b) Pruebas de Muestreo:** Las pruebas de muestreo están orientadas a garantizar la calidad de los conductores, por lo que deberán ser efectuadas a cada uno de los lotes de conductores a ser suministrados y contarán con la participación de un representante del propietario; caso contrario, deberá presentarse tres (03) juegos de certificados adjuntos a los respectivos reportes de prueba satisfactorios emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, la misma que formará parte de una terna (03) de entidades similares que serán propuestas por el proveedor (antes de iniciar las pruebas) para la aprobación del propietario. Estas pruebas comprenderán:

- ❖ Determinación de la sección transversal del conductor.
- ❖ Medición del diámetro del conductor.
- ❖ Determinación de la densidad lineal (masa por unidad de longitud)
- ❖ Prueba de carga de rotura de los alambres del conductor.
- ❖ Verificación de la superficie del conductor.
- ❖ Verificación de la relación del paso de la hélice del cableado al diámetro del conductor, y de la dirección del cableado (lay ratio and direction of lay).

**c) Pruebas de Rutina:** Las pruebas de rutina deberán ser efectuadas a cada uno de los lotes de conductores durante el proceso de fabricación. Los resultados satisfactorios de estas pruebas deberán ser sustentados con la presentación de tres (03) juegos de certificados emitidos por el fabricante, en el que se precisará que el íntegro de los suministros cumplen satisfactoriamente con el íntegro de las pruebas solicitadas.

- ❖ Medición de la composición química de los lotes de producción.
- ❖ Otros reportes de los ensayos de producción.

Los instrumentos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener un certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control autorizado.

El conductor que se utilizará tiene las siguientes características:

- Material	:	Aleación de Aluminio.
- Sección nominal	:	120 mm <sup>2</sup>
- Diámetro exterior	:	14,25 mm
- Número de alambres	:	19
- Masa del conductor	:	0,333 kg/m
Carga de Rotura	:	35,4 kN
Resistencia eléctrica	:	0,28 Ohm/km

La longitud del conductor en las bobinas será de aproximadamente 5 km.

## 2.2 Aisladores y accesorios de cadena de aisladores

Los aisladores de suspensión serán de porcelana de superficie exterior vidriada; el material de las partes metálicas será de acero forjado o hierro maleable galvanizado; estarán provistos de pasadores de bloqueo fabricados con material resistente a la corrosión, tal como bronce fosforoso o acero inoxidable.

Los aisladores tipo suspensión deberán cumplir con las pruebas de diseño, de conformidad de la calidad y de rutina, de acuerdo con las normas siguientes:

- ❖ ANSI C29.1: American national standard test methods for electrical power insulators.
- ❖ ANSI C29.2: American national standard for insulators wet-process porcelain and toughened glass-suspension type.
- ❖ ASTM A 153: Zinc coating (hot dip) on iron and steel hardware.

**a) Pruebas de Diseño:** Las pruebas de diseño a prototipos deberán ser sustentados con la presentación de tres (03) juegos de los certificados y los reportes de pruebas emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, independiente del Fabricante y el Proveedor, demostrando que los aisladores han cumplido satisfactoriamente estas pruebas. Estas pruebas comprenderán:

- ❖ Prueba de tensión de flameo en seco a baja frecuencia.
- ❖ Prueba de tensión de flameo bajo lluvia a baja frecuencia.

- ❖ Prueba de tensión crítica de flameo al impulso positivo y negativo.
- ❖ Prueba de tensión de radiointerferencia.
- ❖ Prueba de carga-tiempo
- ❖ Prueba de cambio brusco de temperatura.
- ❖ Prueba de resistencia de carga mecánica residual.
- ❖ Prueba de impacto
- ❖ Prueba del pasador de seguridad

**b) Pruebas de Calidad:** Las pruebas de calidad deberán ser efectuadas a cada uno de los lotes de aisladores a ser suministrados y contarán con la participación de un representante del Propietario; caso contrario, deberá presentarse tres (03) juegos de certificados adjuntos a los respectivos reportes de prueba satisfactorios emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, la misma que formará parte de una terna (3) de entidades similares que serán propuestas por el Proveedor (antes de iniciar las pruebas) para la aprobación del Propietario.

Estas pruebas comprenderán:

- ❖ Inspección visual y verificación de las dimensiones.
- ❖ Pruebas de porosidad.
- ❖ Pruebas del galvanizado.
- ❖ Pruebas de carga electromecánica combinada.
- ❖ Pruebas de perforación.
- ❖ Prueba de cambio brusco de temperatura.

**c) Pruebas de Rutina:** Las pruebas de rutina deberán ser efectuadas a cada uno de los aisladores a ser suministrados. Los resultados satisfactorios de estas pruebas deberán ser sustentados con la presentación de tres (03) juegos de certificados emitidos por el fabricante, en el que se precisará que el íntegro de los suministros cumplen satisfactoriamente con el íntegro de las pruebas solicitadas.

- ❖ Prueba de carga mecánica de rutina.
- ❖ Prueba de tensión de flameo de rutina.

Los instrumentos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener un certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control autorizado.

Los aisladores que se utilizarán tienen las siguientes características:

- Tipo : Antineblina
- Material : Porcelana
- Acoplamiento : Casquillo - bola
- Espaciamiento :  $146 \pm 4.68$  mm
- Línea de fuga mínima : 431 mm
- Diámetro : 254 mm
- Carga electromecánica  
mínima de rotura : 8,200 kg
- Contorneo a frecuencia industrial:
  - En seco : 100 kV
  - Bajo lluvia : 60 kV
- Contorneo bajo onda de choque
  - Positivo : 150 kV
  - Negativo : 160 kV
- Tensión de perforación : 160 kV

Los herrajes de los aisladores serán fabricados de acero forjado o hierro maleable de buena calidad; presentarán una superficie uniforme, libre de discontinuidades, fisuras, porosidades, crestas y cualquier otra alteración del material. Para evitar el aflojamiento de los elementos roscados se utilizarán dispositivos de bloqueo tales como arandelas de presión, pasadores, etc.

Todos los elementos que componen los accesorios deberán ser resistentes a la corrosión, bien sea por la propia naturaleza del material o bien por la aplicación de una protección adecuada.

La elección de los materiales constitutivos de los herrajes deberá realizarse teniendo en cuenta que no puede permitirse la puesta en contacto de materiales cuya diferencia de potencial galvánico puede originar corrosión de naturaleza electrolítica. Los materiales de hierro y acero, salvo el acero inoxidable, deberán protegerse mediante galvanizado en caliente de acuerdo con la norma ASTM A153.

Los herrajes que se ofrezcan deberán ser tales que permitan un adecuado ensamble con las piezas asociadas.

Las características mecánicas a comprobar son: dureza, resistencia a la tracción, límite elástico, alargamiento y resiliencia. La carga de rotura especificada de los herrajes será la que se utilice como límite inferior durante las pruebas.

Los herrajes presentarán características de diseño y fabricación que eviten la emisión de efluvios y las interferencias radioeléctricas por encima de los límites fijados. Todos los accesorios de los aisladores deberán cumplir con las pruebas tipo, de muestreo, de recepción y fabricación, de acuerdo con las normas siguientes:

- ❖ UNE 21-158-90: Herrajes para líneas eléctricas aéreas de alta tensión.
- ❖ ASTM A 153: Zinc coating (hot dip) on iron and steel hardware.

**a) Pruebas Tipo:** Los herrajes de aisladores materia de la presente especificación deberán cumplir satisfactoriamente las pruebas tipo. Se aceptarán reportes certificados de pruebas tipo que demuestren que los herrajes han pasado satisfactoriamente estas pruebas, siempre y cuando el diseño de tales accesorios y los requerimientos de pruebas no hayan cambiado. Las pruebas tipo, de acuerdo con la norma UNE 21-158, comprenden:

- ❖ Control del material de los accesorios.
- ❖ Comprobación de la fabricación.
- ❖ Comprobación de las medidas.
- ❖ Comprobación de los elementos roscados.
- ❖ Ensayo de la carga de rotura.
- ❖ Ensayos eléctricos.

**b) Pruebas de Muestreo:** Las pruebas de muestreo comprenden:

- ❖ Comprobación del aspecto y acabado de los accesorios.
- ❖ Comprobación de las medidas.
- ❖ Comprobación de la protección anticorrosivo.
- ❖ Comprobación de los elementos roscados.
- ❖ Ensayo de la carga de rotura.
- ❖ Comprobación de la estructura metalográfica.
- ❖ Comprobación de las marcas.

**c) Pruebas de Recepción:** Estas pruebas permiten la comprobación por parte del

propietario que el fabricante ha realizado con resultados satisfactorios las pruebas tipo y de muestreo. Las pruebas de recepción comprenden:

- ❖ Comprobación y aspecto acabado de los herrajes.
- ❖ Comprobación de las medidas.
- ❖ Comprobación de la protección anticorrosivo.
- ❖ Comprobación de los elementos roscados.
- ❖ Ensayo de la carga de rotura.
- ❖ Ensayo de las características mecánicas.
- ❖ Análisis químico.
- ❖ Comprobación de la estructura metalográfica.
- ❖ Comprobación de las marcas.

Los ensambles adquiridos soportarán un esfuerzo electromecánico mínimo de 8 200 kg y estarán constituidos por los siguientes elementos:

### **2.2.1 Ensamble de suspensión simple**

- Un grillete recto.
- Un adaptador anillo-bola.
- Un adaptador casquillo-ojo.
- Una varilla de armar.
- Una grampa de suspensión.

### **2.2.2 Ensamble de anclaje normal**

- Un grillete recto.
- Un adaptador anillo-bola.
- Un adaptador casquillo-ojo.
- Una grampa de anclaje tipo compresión.

### **2.2.3 Adaptador ojo-bola**

Se utilizará para unir la horquilla de grapa de anclaje al casquillo del aislador en el ensamble de cadena de anclaje invertida. Será fabricado de acero, galvanizado en caliente por inmersión y los acoplamientos corresponderán a la norma IEC 16. La carga mínima de rotura será de 8 200 kg.

#### **2.2.4 Soporte de contrapesos**

Será del tipo perno pasante, fabricado de acero y galvanizado en caliente. Su longitud será suficiente para sostener tres pesas de 25 kg cada una.

#### **2.2.5 Contrapesos de 25 Kg**

Serán de forma cilíndrica de diámetro máximo de 8" y 25 kg de peso, fabricados de acero y galvanizados en caliente. Serán de tipo anticorona; es decir con bordes redondeados y con ocultamiento de las terminaciones del estribo (hilos y tuercas). Tendrá una perforación central (11/16" f) por la cuál será introducido y fijado el soporte respectivo.

### **2.3 Postes de madera**

Los postes de madera de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas:

- ❖ ANSI O5.1: American national standard institute for wood poles-specifications and dimensions.
- ❖ AWWA: American wood preserver's association standard.

Los postes procederán de madera en verde de primer corte y serán fabricados de la especie forestal comprendida en las normas señaladas anteriormente.

Los postes deberán estar enteros, sin perforaciones ni incisiones; el corte de la base y de la cabeza será perpendicular a su eje. Asimismo, en los postes que lo requieran, se podrán utilizar placas metálicas galvanizadas anticuardeo y/u otro accesorio que permita la protección de las rajaduras.

Los postes deberán ser preservados a vacío-presión de acuerdo con las normas indicadas anteriormente, aceptándose únicamente los siguientes tipos de preservante y valores de retención y penetración:

- a) CCA-Tipo C, con la composición química y pureza indicada en el numeral P5-95 sección 6 de la norma AWWA, con una retención mínima 12,8 kg/m<sup>3</sup> (0,8 lb/pulg<sup>3</sup>) y con una penetración indicada en las normas, para la especie forestal ofertada.
- b) Pentaclorofenol, con una retención mínima de 9,6 kg/m<sup>3</sup> (0,6 lb/pulg<sup>3</sup>) y con una penetración indicada en las normas, para la especie forestal ofertada.

La inspección del propietario desarrollará las siguientes actividades en la

fábrica del proveedor:

- ❖ Verificación de las características físicas y de fabricación requeridas en la presente especificación técnica (dimensiones, secado, defectos, marcado, fabricación, curvatura, contenido de humedad, acabados, accesorios), las cuales serán calificadas según el plan de inspección por atributos, considerando los niveles de calidad aceptable (AQL) de 2,5% de acuerdo con el tamaño del lote. Si en esta inspección se comprobara que uno o todos los lotes tuvieran niveles de rechazo igual o mayor a los indicados en el cuadro siguiente, el propietario rechazará todo el suministro.

**TABLA N° 2.1.** Inspección por atributos para cada lote de postes.

Tamaño del lote Postes	Plan nivel de inspección normal AQL 2,5%	
	n	A / R
2 a 90	5	0 / 1
91 a 150	5	0 / 1
151 a 280	13	1 / 2
281 a 500	20	1 / 2
501 a 1 200	32	2 / 3
1 201 a 3 200	50	3 / 4
3 201 a 10 000	80	5 / 6
10 001 a 35 000	125	7 / 8

Donde:

n: Número de postes seleccionados al azar de acuerdo al lote a inspeccionar.

A: Número de postes aceptables en la muestra, que permiten aprobar el lote inspeccionado.

R: Número de postes defectuosos en la muestra, que permite rechazar el lote inspeccionado.

- ❖ En el caso del tratamiento de preservación, la inspección del propietario seleccionará como mínimo cuatro cargas, para verificar la penetración y retención del preservante en los postes según las normas indicadas en la presente especificación técnica. En caso de que la inspección del propietario encuentre que una carga no cumple con el tratamiento indicado en esta especificación, rechazará la carga, consecuentemente el proveedor, a su costo, dará las facilidades para que se inspeccione todas las cargas; de encontrar que más del 5% de éstas no cumplen con la especificación técnica, se rechazará todo el



suministro.

Los postes de madera que se utilizarán tienen las siguientes características:

- Longitud (pies)	:	60 y 55
- Clase	:	3 y 4
- Esfuerzo máximo de flexión (MPa)	:	54
- Carga de rotura a 0,61m. de la cabeza (kN)	:	13,4
- Módulo de elasticidad (MPa)	:	10 200
- Métodos de tratamiento preservante	:	Vacío - presión
- Sustancia preservante	:	CCA-tipo C ó Pentaclorofenol

## 2.4 Crucetas de madera

Las crucetas y brazos de madera importados, materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según versión vigente a la fecha de convocatoria de la presente licitación:

- ❖ ANSI O5.3: Solid sawn-wood crossarms and braces specifications and dimensions.
- ❖ AWWA: American wood preservers association.

Las crucetas y brazos de madera importados serán fabricados de la especie forestal denominada Coastal Douglas Fir (*pseudotsuga menziesii* variedad *menziesii*). La madera deberá ser de primer corte, de densidad selecta, cuyas características mecánicas deberán ser iguales o superiores a las consignadas en la tabla de datos técnicos garantizados.

Se aceptará solo una tolerancia de  $\pm 3\text{mm}$  ( $\pm 1/8''$ ) en el ancho (width) y altura (depth) de la sección especificada en la norma ANSI O5.3; esta tolerancia será verificada en la sección media y final de las crucetas y brazos. La longitud de las crucetas y brazos no deberá ser menor ni mayor a  $\pm 6\text{mm}$  ( $\pm 1/4''$ ), respecto a la longitud nominal.

Las crucetas y brazos deberán tener el grano paralelo, con corte limpio y escuadrado en las secciones finales de los mismos; asimismo, éstos deberán ser cepillados y lijados en sus cuatro caras, no se aceptará astillados por un incorrecto cepillado.

Las crucetas y brazos deberán ser preservados por el método vacío-presión

utilizando pentaclorofenol al 5% de acuerdo con los numerales P8, P9 y C25 de la norma AWPA. La retención mínima aceptable será de 6,4 kg/m<sup>3</sup> (0,4 lb/pulg<sup>3</sup>) y la penetración requerida será de acuerdo a la norma C25-95 de AWPA.

La inspección del propietario desarrollará las siguientes actividades en la fábrica del proveedor:

- ❖ Tomará al azar una muestra del 5% del total de crucetas y brazos por cada lote que se encuentre en estado seco y preservado en fábrica, para verificar las dimensiones, proceso de secado, defectos permisibles, marcado y características físicas. Si durante esta verificación se detectaran crucetas y brazos que no cumplan con el requerimiento de la presente especificación técnica, en una proporción igual o mayor al 5% de la muestra tomada, la inspección del propietario rechazará el lote inspeccionado.
- ❖ Para el caso del tratamiento de preservación el propietario seleccionará cuatro (4) cargas al azar de crucetas y brazos, para verificar la retención y penetración según las normas AWPA y requerimientos de la presente especificación. En caso de que la inspección del propietario encuentre que una carga de crucetas y brazos no cumplen con el tratamiento indicado en esta especificación, rechazará la carga; consecuentemente el proveedor, a su costo, dará las facilidades para que se inspeccione todas las cargas; de encontrar que una proporción igual o mayor al 5% del total de cargas no cumplen con la especificación técnica, se rechazará todo el suministro.

Las crucetas de madera que se utilizarán tienen las siguientes características:

- |   |   |                       |
|---|---|-----------------------|
| - Especie forestal                              | : | Coastal Douglas Fir   |
| - Esfuerzo de rotura a la flexión               | : | 53 MPa                |
| - Módulo de elasticidad                         | : | 10 800 MPa            |
| - Esfuerzo de compresión paralela al grano      | : | 26,1 MPa              |
| - Esfuerzo de compresión perpendicular al grano | : | 2,6 MPa               |
| - Cizallamiento                                 | : | 6,2 MPa               |
| - Método de tratamiento                         | : | Vacío-presión         |
| - Sustancia preservante                         | : | Pentaclorofenol       |
| - Retención mínima                              | : | 6,4 kg/m <sup>3</sup> |

## 2.5 Ferretería de estructuras

Los herrajes, materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas:

- ❖ ASTM A 7: Forged steel.
- ❖ ANSI A 153: Zinc coating (hot dip) on iron and steel hardware.
- ❖ ANSI C 135.1: American national standard for galvanized steel bolts and nuts for overhead line construction.
- ❖ ANSI C 135.4: American national standard for galvanized ferrous eyebolts and nuts for overhead line construction.
- ❖ ANSI C 135.5: American national standard for galvanized ferrous eyenuts and eyelets for overhead line construction.
- ❖ ANSI C 135.3: American national standard for zinc-coated ferrous lag screws for pole and transmission line construction.
- ❖ ANSI C 135.20: American national standard for line construction - zinc coated ferrous insulator clevises.

A continuación se efectuará una breve descripción de las principales características de los herrajes para postes y crucetas de madera:

**a) Pernos maquinados:** Serán de acero forjado galvanizado en caliente. Las cabezas de estos pernos serán cuadrados y estarán de acuerdo con la norma ANSI C 135.1. Las tuercas y contratuercas serán también cuadradas. Las cargas de rotura mínima serán:

- ❖ Para pernos de 19 mm : 77 kN.
- ❖ Para pernos de 16 mm : 55 kN.
- ❖ Para pernos de 13 mm : 35 kN.

El suministro incluirá una tuerca y una contratuerca.

**b) Perno-ojo:** Será de acero forjado, galvanizado en caliente, de 305mm de longitud y 16mm de diámetro. En uno de los extremos tendrá un ojal ovalado y será roscado en el otro extremo. La carga de rotura mínima será de 77 kN. El suministro incluirá una tuerca cuadrada y una contratuerca.

- c) Tuerca-ojo:** Será de acero forjado o hierro maleable galvanizado en caliente. Será adecuada para perno de 19 mm. Su carga mínima de rotura será de 77 kN.
- d) Perno tipo doble armado:** Será de acero galvanizado en caliente, totalmente roscado y provisto de 4 tuercas cuadradas. Tendrán 660mm de longitud y 19mm de diámetro. La carga de rotura mínima será de 77 kN.
- e) Brazo angular de soporte:** Serán simples y dobles y se fabricarán con perfiles angulares de acero galvanizado en caliente de 44x44x5mm y se utilizará para fijar la cruceta de madera a los postes.
- f) Extensor angular:** Será de acero galvanizado en caliente, y fabricado con varillas de 16mm de diámetro. Tendrá ojales fabricados por el proceso de forjado y se sujetará a la cruceta mediante pernos horquilla. La carga mínima de rotura será de 55 kN.
- g) Perno horquilla:** Será de acero galvanizado en caliente; la horquilla será fabricado por el proceso de forjado. Tendrá una carga de rotura mínima de 55 kN. El suministro incluirá una tuerca cuadrada y una contratuerca.
- h) Platina de retenida:** Será fabricada de plancha de acero de 51x6mm y estará provisto de agujero de 21mm de diámetro. Tendrá una carga de rotura de 55 kN.
- i) Elementos de fijación de brazos "X" a poste:** Serán de acero galvanizado en caliente y estarán conformados por los siguientes:
- ❖ Abrazadera central compuesta de 2 pernos maquinados de 10mm x 254mm con tuerca y contratuerca, 2 planchas de 64x305mm entre agujeros x 10mm de espesor.
  - ❖ Extremo metálico de brazo incluyendo 04 pernos maquinados de 13mm de diámetro con tuerca y contratuerca.
- j) Arandelas:** Serán fabricadas de acero y tendrán las dimensiones siguientes:
- ❖ Arandela cuadrada curvada de 76mm de lado y 6mm de espesor, con un agujero central de 21mm. Tendrá una carga mínima de rotura al esfuerzo cortante de 55 kN.

- ❖ Arandela cuadrada curvada de 76mm de lado y 6mm de espesor, con un agujero central de 18mm. Tendrá una carga mínima de rotura al esfuerzo cortante de 55 kN.
- ❖ Arandela cuadrada plana de 76mm de lado y 6mm de espesor, con agujero central de 21mm. Tendrá una carga mínima de rotura al esfuerzo cortante de 55 kN.
- ❖ Arandela cuadrada plana de 76mm de lado y 6mm de espesor, con un agujero central de 18mm.. Tendrá una carga de rotura al esfuerzo cortante de 55 kN.
- ❖ Arandela cuadrada plana de 51mm de lado y 3mm de espesor, con un agujero central de 15mm.

## **2.6 Retenidas y accesorios**

### **2.6.1 Cable para retenida**

El cable para las retenidas será fabricado de acero galvanizado de grado extra alta resistencia (EHS), cumplirá con las prescripciones de la siguientes normas:

- ❖ ASTM A 475: Standard specification for zinc-coated steel wire strand.
- ❖ ASTM A 90: Standard test method for weight of coating on zing-coated (galvanized) iron of steel articles.

El galvanizado que se aplique a cada alambre corresponderá a la clase C según la Norma ASTM A 90. El material de base será acero producido por cualquiera de los siguientes procesos de fabricación: horno de hogar abierto, horno de oxígeno básico u horno eléctrico; y de tal calidad y pureza que una vez trefilado a las dimensiones especificadas y cubierta con la capa protectora de zinc, el cableado final y los alambres individuales tengan las características prescritas por la norma ASTM A 475. Los alambres de la capa exterior serán cableados en el sentido de la mano izquierda, y las capas interiores se cablearán en sentido contrario entre sí.

Las pruebas de muestreo están orientadas a garantizar la calidad del cable de acero; comprenden:

- ❖ Verificación del número de alambres y el sentido del cableado.
- ❖ Verificación de la relación del paso de la hélice del cableado al diámetro del cable de acero.
- ❖ Medición de la densidad lineal (masa por unidad de longitud) del cable de acero.

- ❖ Prueba de carga de rotura de los alambres.
- ❖ Prueba del alargamiento (elongación) del cable.
- ❖ Prueba de la ductibilidad del acero.
- ❖ Determinación del depósito de zinc sobre la superficie del alambre de acero, en  $\text{gr/m}^2$ , de acuerdo con los métodos de la norma ASTM A 90.
- ❖ Prueba de la adherencia de la capa de zinc sobre los alambres de acero.
- ❖ Verificación del acabado de los alambres de acero recubiertos con zinc.

El cable de acero para retenidas que se utilizará tiene las siguientes características:

- Material	:	Acero
- Grado	:	EHS
- Diámetro nominal	:	9,52 mm
- Número de alambres	:	7 hilos
- Sección nominal	:	50 $\text{mm}^2$
- Carga de rotura mínima	:	68,50 kN

### 2.6.2 Varilla de anclaje

Será fabricado de acero forjado y galvanizado en caliente. Estará provisto de un ojal-guardacabo de una vía en un extremo, y será roscada en el otro. Sus características principales son:

- Longitud	2,40 m
- Diámetro	19 mm
- carga de rotura mínima	80 kN

El suministro incluirá una tuerca cuadrada y contratuerca.

### 2.6.3 Arandela cuadrada para anclaje

Será de acero galvanizado en caliente y tendrá 102 mm de lado y 13 mm de espesor. Estará provista de un agujero central de 21 mm de diámetro. Deberá ser diseñada y fabricada para soportar los esfuerzos de corte por presión de la tuerca de 80 kN.

de acero grado extra alta resistencia (EHS) de 10 mm de diámetro.

#### **2.6.5 Bloque de anclaje**

Será de concreto armado de 0,30 x 0,30 x 1,50 m fabricado con malla de acero corrugado de 13 mm de diámetro. Tendrá agujero central de 21 mm de diámetro.

#### **2.6.6 Brazo contrapunta**

Será fabricado de con tubos de acero de 75 mm de diámetro y estará provisto de 2 abrazaderas para la fijación al poste.

#### **2.6.7 Abrazadera para retenida**

Será fabricado a base de platinas de acero galvanizado en caliente. La carga mínima de rotura será de 30 kN.

### **2.7 Materiales de puesta a tierra**

Los materiales de puesta a tierra, cumplirán con las prescripciones establecidas en las siguientes normas:

- ❖ NTP 370.251.2003: Conductores eléctricos. cables para líneas aéreas (desnudos y protegidos) y puestas a tierra.
- ❖ ASTM B 228-88: Standard specification for concentric-lay-stranded copper-clad steel conductors.
- ❖ UNE 21-056: Electrodo de puesta a tierra.
- ❖ ABNT NRT 13571: Haste de aterramento aço-cobre e accesorios.
- ❖ ANSI C135.14: Staples with rolled of slash points for overhead line construction.

A continuación se efectuará una breve descripción de las principales características de los materiales de puesta a tierra:

#### **2.7.1 Conductor de cobre**

El conductor de cobre será desnudo, cableado y recocido, de las características que a continuación se describen:

- Número de alambres                      7 hilos

- Sección nominal : 35 mm<sup>2</sup>
- Diámetro exterior : 7,5 mm

### 2.7.2 Cable de acero con recubrimiento de cobre

Estará conformado por alambres de núcleo de acero con recubrimiento de cobre. Serán fabricados de acuerdo con la norma ASTM B 228 y corresponderán al Grado 30 HS, es decir, que tendrán una conductividad del 30% y serán de alta resistencia (HS). Sus características más importantes se describen a continuación:

- Número de alambres : 7 hilos
- Sección transversal : 36,83 mm<sup>2</sup>
- Masa del cable : 0,304 kg/m
- Carga de rotura mínima : 34,60 kN

### 2.7.3 Electrodo de puesta a tierra

El electrodo de puesta a tierra estará constituido por una varilla de acero revestida de una capa de cobre; será fabricado con materiales y aplicando métodos que garanticen un buen comportamiento eléctrico, mecánico y resistencia a la corrosión. La capa de cobre se depositará sobre el acero mediante cualquiera de los siguientes procedimientos:

- ❖ Por fusión del cobre sobre el acero (Copperweld).
- ❖ Por proceso electrolítico.
- ❖ Por proceso de extrusión revistiendo a presión la varilla de acero con tubo de cobre.

En cualquier caso, deberá asegurarse la buena adherencia del cobre sobre el acero. El diámetro del electrodo de puesta a tierra se medirá sobre la capa de cobre y se admitirá una tolerancia de +0,2 mm y -0,1 mm. Sus características más importantes se describen a continuación:

- Material : Acero recubierto con cobre
- Diámetro nominal : 16,0 mm
- Diámetro real : 14,3 mm
- Longitud : 2,4 m
- Sección : 196 mm<sup>2</sup>
- Espesor mínimo de la capa de cobre : 0,27 mm



#### **2.7.4 Conector para el electrodo**

El conector para la conexión entre el electrodo y el conductor de puesta a tierra deberá ser fabricado a base de aleaciones de cobre de alta resistencia mecánica, y deberá tener adecuadas características eléctricas, mecánicas y de resistencia a la corrosión necesarias para el buen funcionamiento de los electrodos de puesta a tierra.

#### **2.7.5 Plancha doblada**

Se utilizará para conectar el conductor de puesta a tierra con los accesorios metálicos de fijación de los aisladores cuando se utilicen postes y crucetas de concreto; se fabricará con plancha de cobre de 3 mm de espesor. Este accesorio se utilizará con postes y crucetas de madera solo en ambientes con presencia de humedad salina.

#### **2.7.6 Grapas para fijar conductor a poste**

Serán de acero recubierto con cobre en forma de "U", con sus extremos puntiagudos para facilitar la penetración al poste de madera. Será adecuado para conductor de cobre de 35 mm<sup>2</sup>.

#### **2.7.7 Grapa de vías paralelas**

Será de aleación de cobre aplicable a conductores de cobre y conductores de acero recubierto con cobre.

## **CAPÍTULO III**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA MONTAJE ELECTROMECAÁNICO**

En estas Especificaciones Técnicas, se definen las principales actividades que debe realizar el ejecutor de la obra durante el montaje electromecánico de la Línea de Transmisión.

#### **3.1 Montaje de estructuras**

##### **3.1.1 Método de montaje**

Los armados de estructuras serán montadas de acuerdo al método propuesto por el ejecutor y aprobado por la supervisión, cualquiera sea el método de montaje, es imprescindible evitar esfuerzos excesivos en los elementos de la estructura particularmente en aquellas que se levantan ya ensambladas. Para tal fin es importante que los puntos de la estructura donde se fijen los cables de montaje sean elegidos adecuadamente. En el anexo A se muestran las estructuras utilizadas.

La supervisión se reserva el derecho de controlar, en cualquier momento el método propuesto por el ejecutor y desaprobarlo, si él no presenta una completa garantía contra daños de las estructuras. Las escaleras y/o equipos para subir serán retirados cuando no se está trabajando en el montaje.

##### **3.1.2 Preparación de los elementos**

Todas las superficies de acero a ensamblarse, antes de empearlas serán concienzudamente limpiadas y toda mugre o moho acumulado durante el transporte y almacenamiento será cuidadosamente removida de las superficies galvanizadas antes de comenzar el montaje.

##### **3.1.3 Suspensión del montaje**

Las labores de montaje de las estructuras serán suspendidas si el viento en el lugar alcanza una velocidad tal que los esfuerzos impuestos a las estructuras

sobrepasen a los esfuerzos correspondientes a las condiciones de la carga normal. El Contratista tomará las medidas pertinentes para evitar perjuicios a la obra durante estas suspensiones temporales.

#### **3.1.4 Manipulación de los elementos**

Precauciones convenientes serán tomadas para asegurar que ninguna parte de los armados serán forzados o dañados en cualquier forma durante el transporte, almacenamiento y montaje. No es permitido arrastrar elementos o secciones ensambladas sobre el suelo o sobre otras piezas.

#### **3.1.5 Posición de los pernos**

En el montaje de los armados, los pernos de posición vertical deberán ponerse con la cabeza hacia arriba. Los pernos de posición horizontal deberán ponerse con la cabeza hacia el interior de la estructura.

#### **3.1.6 Alineamiento de las perforaciones**

El empleo de pasadores ensanchadores para llevar las perforaciones forzadamente al alineamiento será prohibido si esta práctica daña la galvanización, ensancha las perforaciones, raya el metal, desbalancea los esfuerzos en los elementos de la estructura o produce excesivos esfuerzos.

#### **3.1.7 Tolerancia del montaje**

Todas las estructuras deberán estar verticales y bajo los esfuerzos producidos por las líneas aéreas terminadas y las tolerancias siguientes no serán sobrepasadas en una estructura completamente montada, antes y después del tendido de los conductores.

#### **3.1.8 Montaje de postes**

Todas las estructuras deberán estar verticales cuando estén terminadas y sometidas a los esfuerzos producidos por las líneas aéreas. No se sobrepasarán las tolerancias siguientes en las estructuras completamente montadas, antes y después del tendido de los conductores.

En el montaje de los postes de una misma estructura, la distancia entre los postes no debe diferir de la medida teórica en más de 0,5 mm/m. En el montaje del armado de la estructura las tolerancias serán:

❖ Verticalidad	:	$1/480 Ht$
❖ Alineamiento	:	$\pm 5 \text{ cm}$
❖ Orientación	:	$0,5^\circ$
❖ Desviación de crucetas	:	$1/200 \text{ Dem.}$

Donde:

Ht	:	Altura total
Dem	:	Distancia eje-extremo

Si las tolerancias indicadas no se cumplieran, el contratista desmontará y volverá a montar inmediatamente y de forma correcta las estructuras.

El ajuste final de todos los pernos se llevará a cabo con cuidado y sistemáticamente por una cuadrilla especial después del montaje de los armados. Para prevenir los daños a la galvanización, los pernos y tuercas serán ajustadas mediante llaves adecuadas para las formas de tales elementos.

### 3.1.9 Montaje de retenidas

Las retenidas se instalarán antes de efectuarse el tendido de los conductores. Su ubicación y orientación se realizará como se indica en los planos, teniendo en cuenta que estarán en línea recta con la tracción y tal como se especifica en el detalle de las retenidas.

Primero se fijará la varilla de anclaje con su respectivo bloque de anclaje, a continuación se instalará el cable para finalmente templarse el cable en forma inicial.

Una vez que se haya ejecutado el templado de los conductores, estas retenidas se templarán en forma definitiva. De ser el caso un procedimiento de montaje alternativo de las retenidas será propuesto por el contratista y aprobado por la supervisión.

La unidad de retenida incluirá: la instalación del cable con todos los accesorios desde la fijación al poste hasta la varilla.

La unidad de varilla de anclaje incluirá la instalación de la varilla misma y el bloque de anclaje, la excavación y el relleno de la zanja para la instalación del bloque de anclaje.

## **3.2 Sistema de puesta a tierra**

Previamente al montaje de las estructuras y en presencia de la supervisión, el contratista medirá la resistividad eléctrica del terreno en la ubicación de cada estructura, utilizando para ello los formatos adecuados aprobados por la supervisión; sobre la base de estas mediciones, determinará la configuración más adecuada para las puestas a tierra a fin de obtener los valores máximos de resistencia eléctrica que se indiquen en la planilla de estructuras y en los planos.

Como parte de los trabajos concernientes a la puesta a tierra, el contratista, efectuará las excavaciones de las zanjas, los rellenos y compactación correspondientes y la instalación de los contrapesos y electrodos necesarios. Luego de concluida la instalación de las puestas a tierra, el contratista, en presencia de la supervisión, efectuará las mediciones de la resistencia de las puesta a tierra de cada estructura y verificará que los valores obtenidos sean como máximo iguales a los establecidos en los documentos del proyecto; en caso que estos valores sean superiores a los máximos consignados, el contratista instalará contrapesos y/o electrodos adicionales hasta obtener los valores especificados. La medición de la resistencia de puesta a tierra se hará previamente a la instalación del cable de guarda.

## **3.3 Montaje de conductores**

### **3.3.1 Criterios generales**

Los conductores serán manipulados con el máximo cuidado a fin de evitar cualquier daño en su superficie exterior o disminución de la adherencia entre los alambres y las capas.

Los conductores serán continuamente mantenidos separados del terreno, árboles, vegetación, zanjas, estructuras y otros obstáculos durante todas las operaciones de desarrollo y tendido. El tendido de los conductores se efectuarán por el método de frenado mecánico u otro método de tecnología actualizada, el cual deberá ser aprobado por la supervisión.

Los conductores deberán ser desenrollados y tirados de una manera tal que evite retorcimiento y torsiones, y no serán levantados por medio de herramientas de material, tamaño o curvatura que pudieran causar daño. La curvatura de tales herramientas no será menor que la especificada para las poleas de tendido.

### **3.3.2 Grapas y mordazas**

Las grapas y mordazas empleadas en el montaje serán de un diseño aprobado tal como para evitar movimientos relativos de los alambres y/o capas de los conductores, a menos que se fijen en los extremos de los conductores a ser posteriormente cortados.

Las mordazas que se fijen en los conductores serán del tipo de mandíbulas paralelas con superficies de contacto alisadas, rectas y de longitud suficiente para permitir el tendido del conductor y cable de guarda sin dañarlos.

### **3.3.3 Poleas**

Para las operaciones de desarrollo se utilizarán poleas provistas de cojinetes de rodamiento con un diámetro al fondo de la ranura no menor a 30 veces el diámetro del conductor. El tamaño y la forma de la ranura, la naturaleza del metal y las condiciones de la superficie serán tales que la fricción sea reducida al mínimo y los conductores estén completamente protegidos contra cualquier causa de daño. La profundidad de la ranura será suficiente como para permitir el tránsito del conductor y de los empalmes sin riesgo de descarrilamiento.

### **3.3.4 Empalme de conductores**

El contratista buscará la mejor utilización de tramos máximos a fin de reducir al mínimo el número de juntas o empalmes.

El número y ubicación de las juntas de los conductores serán sometidos a la aprobación de la supervisión antes de comenzar el montaje y el tendido. Las juntas no estarán a menos de 15 m desde la grapa de conductor más cercano. No habrá más que una junta por conductor en cualquier vano. No se emplearán empalmes en los siguientes casos:

- Donde no estén separados por menos de dos vanos.
- En vanos que cruzan ferrocarriles, líneas eléctricas o de telecomunicaciones, carreteras importantes, ríos, etc.

### **3.3.5 Montaje de aisladores y accesorios**

Los aisladores serán manipulados cuidadosamente durante el transporte, ensamble y montaje. Los aisladores que están agrietados o astillados, con pasadores

de seguridad sueltos, doblados o con otros defectos, serán separados y puestos de lado para que sean, rechazados y marcados de manera indeleble, a fin de que no sean nuevamente utilizados.

Después del montaje, los aisladores deberán estar limpios, las partes aisladoras brillantes y todas las otras partes libres de materiales extraños.

Las cadenas de aisladores serán montadas por el contratista y de acuerdo con la configuración final que se muestran en los planos del proyecto. El contratista constatará que todos los pasadores de seguridad y los dispositivos de fijación de las tuercas estén en la posición correcta.

### **3.3.6 Regulación de cadenas de aisladores**

La regulación de las cadenas de suspensión se hará de acuerdo a la tabla de regulación elaborada oportunamente por el ejecutor de la obra y que contendrá las posiciones de las grapas con referencia a un punto fijo de la estructura y para las diferentes temperaturas de tensado. Las cadenas de aisladores que, después del tensado aparezcan inclinadas en la dirección de los conductores de la línea, serán enderezadas por el ejecutor a su costo y de acuerdo con un método aprobado y en los plazos asignados por la supervisión.

### **3.3.7 Tendido y regulación de los conductores**

El tendido y la regulación de los conductores serán llevados a cabo de manera que las tensiones y flechas no sobrepasen las correspondientes condiciones de carga; que la componente horizontal de la tensión resulte uniforme en toda sección y que las cadenas de suspensión sean verticales en todas las estructuras de alineamiento.

El tendido será llevado a cabo separadamente por secciones delimitadas por estructuras de anclaje.

El tendido intermedio será requerido cada vez que no es posible garantizar la uniformidad de la componente horizontal de la tensión entre todos los vanos de la sección, debido a la fricción en las poleas o a los desniveles importantes del terreno, en este caso, el contratista tomará las medidas necesarias para evitar que las estructuras terminales del tendido intermedio sean sometidas a esfuerzos que sobrepasen los esfuerzos en condición de carga normal.

Los winches y las máquinas frenadoras se ubicarán en lugares que no permitan la generación de esfuerzos excesivos en las estructuras más cercanas.

### **3.3.8 Fijación de las grapas**

Previamente al traslado de los conductores de las poleas a su posición final, se marcarán los lugares donde se colocarán las grapas de suspensión.

En cada grapa de suspensión o anclaje empernada, el conductor será convenientemente limpiado y cubierto con grasa aprobada; las varillas de armar preformadas se colocarán inmediatamente antes del ajuste en la grapa. El corte de los conductores para las grapas de anclaje se efectuará sin ocasionar daños a los mismos.

### **3.3.9 Puesta a tierra**

Durante y después del tendido, los conductores deberán ser puestos permanentemente a tierra, para evitar accidentes causados por descargas atmosféricas, inducciones electrostáticas y electromagnéticas de líneas de transmisión existentes..

El contratista será responsable de la adecuada ejecución de las diversas puestas a tierra, las cuales deberán ser de plena satisfacción de la supervisión. Asimismo, llevará un registro de todas las puestas a tierra definitivas y provisionales utilizadas durante el proceso del tendido y regulación del conductor.

### **3.3.10 Amortiguadores**

Después que los conductores de la línea hayan sido regulados a su flecha correcta, el contratista montará los amortiguadores de vibración en cada conductor en la forma y a las distancias prescritas.

### **3.3.11 Control de flecha y tensión**

Se dejara pasar el tiempo suficiente después del tendido y antes de la regulación de la flecha para que el conductor se estabilice; al fijar las tensiones de regulación se tomará en cuenta el asentamiento (creep) durante este período.

La flecha y la tensión de los conductores serán controlados al menos en dos vanos por cada sección de tendido. Estos dos vanos estarán suficientemente lejos uno del otro para permitir una verificación correcta de la uniformidad de la tensión.



El contratista proporcionará apropiados dinamómetros, miras topográficas, teodolitos y demás aparatos necesarios para un apropiado control de la tensión mecánica del conductor. La supervisión podrá disponer con la debida anticipación, antes del inicio de los trabajos, la verificación y recalibración de los dinamómetros.

### 3.3.12 Tolerancias

En cualquier vano, se admitirán las siguientes tolerancias del tendido:

- Flecha de cada conductor : 1,0%
- Suma de las flechas de los tres conductores de fase : 0,5%

### 3.3.13 Registro del tendido

Para cada sección de la línea, el ejecutor de la obra llevará un registro del tendido, indicando la fecha del tendido, la flecha de los conductores, así como la temperatura del ambiente y del conductor y la velocidad del viento. El registro será entregado a la supervisión al término del montaje.

## 3.4 Inspección y pruebas

**a) Inspección de la obra terminada:** Después de la notificación del contratista que el trabajo ha terminado, la supervisión inspeccionará la obra concluida a fin de emitir el certificado autorizando a proceder con las pruebas de puesta en servicio. Se verificará que a lo largo de toda la línea se cumplan los siguientes requerimientos:

- ❖ Que las distancias mínimas de seguridad sean respetadas.
- ❖ Que las estructuras estén correctamente montadas con las tolerancias máximas prescritas, conforme a los planos aprobados por la supervisión.
- ❖ Que los conductores estén limpios, sin averías, libres de barro, ramas, alambres, etc.
- ❖ Que las flechas de los conductores estén de acuerdo con la tabla de tensado.
- ❖ Que todos los embalajes y materiales sobrantes sean retirados del terreno.
- ❖ Que el despeje de los árboles esté conforme con los requerimientos de las especificaciones técnicas.
- ❖ Que los caminos de accesos estén terminados y en buenas condiciones.

**b) Pruebas de puesta en servicio:** Las pruebas de puesta en servicio serán llevadas a cabo por el contratista de acuerdo con las modalidades y el programa previsto en los documentos contractuales. El programa de las pruebas de puestas en servicio deberá abarcar:

- ❖ Determinación de la secuencia de fases.
- ❖ Medición de la resistencia eléctrica de los conductores de fase.
- ❖ Medición de aislamiento fase a tierra y entre fases.
- ❖ Medición de la resistencia directa.
- ❖ Medición de la impedancia homopolar.
- ❖ Prueba de la tensión gradual.
- ❖ Prueba de la tensión brusca.
- ❖ Prueba de cortocircuito.
- ❖ Medición de corriente, tensión, potencia activa y reactiva con la línea bajo tensión y en vacío.

La capacidad y la precisión del equipo de prueba proporcionado por el contratista serán los adecuados para alcanzar resultados satisfactorios.

Las pruebas de puesta en servicio serán llevadas a cabo en los plazos fijados contractualmente y con un programa aprobado por la supervisión, de manera que se garantice la operatividad del sistema eléctrico.

**CAPÍTULO IV**  
**RESUMEN GENERAL Y COSTO TOTAL DE OBRA**

**4.1 Resumen general**

El resumen del Presupuesto de Obra está formado por 04 sub presupuestos

- 01) Transporte de materiales aportados por el propietario.
- 02) Suministro de equipos y materiales a cargo del contratista.
- 03) Obras civiles, montaje, pruebas y puesta en servicio.
- 04) Materiales suministrados por el propietario.

En el resumen general se encuentra:

- El nombre de la empresa ejecutora.
- Propietario.
- Descripción de cada sub presupuesto.
- Costos directos.
- Costo de cada sub presupuesto.
- Costo total de obra

A continuación detallamos el resumen general de obra:

**TABLA N° 4.1. Resumen general de obra.**

<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo Directo</b>
01	Transporte de materiales aportados por el propietario	21,020.08
02	Suministro de equipos y materiales a cargo del contratista	99,748.70
03	Obras civiles, montaje, pruebas y puesta en servicio	634,513.34
04	Materiales adquiridos por el propietario	753,905.29
<b>T O T A L E S</b>		<b>1,509,187.41</b>

## 4.2 Sub presupuesto de cada formula

En el sub presupuesto de cada fórmula (tablas N° 4.2, 4.3, 4.4 y 4.5), se detalla las partidas básicas que intervienen en la ejecución de la obra es decir:

- Unidad de medida
- Metrado
- Precio unitario
- Sub. total de cada partida.
- Costo directo de obra

A continuación presentamos los cuatro sub presupuesto de la obra:

**TABLA N° 4.2.** Transporte de materiales aportados por el propietario.

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Total
<b>1</b>	<b><u>ESTRUCTURAS DE MADERA</u></b>				
1.1	Postes de 60 pies de longitud, clase 3	Und	50.00	46.54	2,327.00
1.2	Postes de 55 pies de longitud, clase 3	Und	173.00	40.36	6,982.28
1.3	Postes de 60 pies de longitud, clase 4	Und	20.00	40.29	805.80
1.4	Postes de 55 pies de longitud, clase 4	Und	77.00	35.05	2,698.85
1.5	Cruceta de madera tornillo 6" x 8" x 6 m	Und	6.00	8.00	48.00
1.6	Cruceta de madera tornillo 5" x 6 1/2" x 6 m	Und	310.00	4.36	1,351.60
1.7	Cruceta de madera tornillo 6" x 8" x 3 m	Und	322.00	4.36	1,403.92
<b>2</b>	<b><u>CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO Y ACCESORIOS</u></b>				
2.1	Conductor de aleación de aluminio - AAAC 120 mm2	Km	200.00	12.73	2,546.00
2.2	Manguitos de empalme para AAAC 120 mm2	Und	60.00	0.18	10.80
2.3	Manguitos de reparación para AAAC 120 mm2	Und	42.00	0.18	7.56
<b>3</b>	<b><u>AISLADORES Y ACCESORIOS</u></b>				
3.1	Aislador antineblina Cl. 52-3, 10" 5 3/4" tipo casquillo-bo	Und	4,936.00	0.31	1,530.16
3.2	Herrajes de suspensión para AAAC 120 mm2	Jgo	890.00	0.91	809.90
3.3	Herrajes de anclaje normal para AAAC 120 mm2	Jgo	142.00	0.91	129.22
<b>4</b>	<b><u>PUESTA A TIERRA Y ACCESORIOS</u></b>				
4.1	Conductor copperweld N°. 2 AWG	Km	10.70	11.49	122.94
4.2	Jabalina copperweld 5/8" x 8' e/conector cable-varilla	Und	665.00	0.29	192.85
4.3	Conectores de doble vía	Und	1,330.00	0.04	53.20
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>21,020.08</b>

**TABLA N° 4.3. Suministro de equipos y materiales a cargo del contratista.**

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Total
1.0	<b>AISLADORES Y ACCESORIOS</b>				
1.01	Horquilla de contrapeso y accesorios de instalación	Und	169.00	5.01	846.69
1.02	Varilla de enganche	Und	169.00	3.15	532.35
1.03	Pesas de 25 kg	Und	277.00	21.76	6,027.52
1.04	Herrajes de anclaje invertido para AAAC 120 mm <sup>2</sup>	Jgo	20.00	51.97	1,039.40
1.05	Amortiguador stockbridge para conductor 120 mm <sup>2</sup> AAAC	Und	1,250.00	17.15	21,437.50
2.0	<b>ACCESORIOS DE POSTES Y CRUCETAS</b>				
2.01	Soporte angular de cruceta doble	Und	342.00	13.34	4,562.28
2.02	Soporte angular de cruceta simple	Und	321.00	9.99	3,206.79
2.03	Arandela cuadrada curvada 3"x3"x1/4", agujero 11/16	Und	656.00	0.57	373.92
2.04	Arandela cuadrada curvada 3"x3"x1/4", agujero 13/16	Und	692.00	0.57	394.44
2.05	Arandela cuadrada plana 2"x2"x1/8", agujero 9/16	Und	2,037.00	0.19	387.03
2.06	Arandela cuadrada plana 3"x3"x1/4", agujero 11/16	Und	1,019.00	0.54	550.26
2.07	Arandela cuadrada plana 3"x3"x1/4", agujero 13/16	Und	1,975.00	0.54	1,066.50
2.08	Conector cable de tierra 1/16"x1 1/2" c/arandela	Und	2,140.00	2.02	4,322.80
2.09	Extensor de ángulo para cadena 5/8" x 0.30 x 0.30 m	Und	13.00	4.29	55.77
2.10	Perno doble armado 3/4" x 26" c/4 tuercas y 2 contratueras	Und	97.00	4.53	439.41
2.11	Perno horquilla 5/8" x 10" c/tuerca y contratuerca	Und	26.00	4.35	113.10
2.12	Perno maquinado 1/2" x 10" c/tuerca	Und	1,019.00	1.18	1,202.42
2.13	Perno maquinado 3/4" x 10" c/tuerca y contratuerca	Und	54.00	1.97	106.38
2.14	Perno maquinado 3/4" x 18" c/tuerca y contratuerca	Und	622.00	3.35	2,083.70
2.15	Perno maquinado 3/4" x 22" c/tuerca y contratuerca	Und	25.00	4.14	103.50
2.16	Perno maquinado 5/8" x 10" c/tuerca y contratuerca	Und	1,648.00	1.29	2,125.92
2.17	Perno ojo c/hombros 3/4" x 10" c/tuerca y contratuerca	Und	959.00	3.19	3,059.21
2.18	Pletina de retenida dos agujeros 2" x 1/4" agujero de 13/16"	Und	8.00	4.23	33.84
2.19	Pletina de retenida un agujero 2" x 1/4" agujero de 13/16"	Und	23.00	2.48	57.04
2.20	Tuerca ojo para perno 3/4"	Und	118.00	1.91	225.38
2.21	Plantilla de numeración y de seguridad por estructura	Und	4.00	36.82	147.28
3.0	<b>RETENIDAS Y ACCESORIOS</b>				
3.01	Cable de retenida tipo hs p 1/2"	Km	2.00	1,457.17	2,914.34
3.02	Guardacabo	Und	123.00	0.27	33.21
3.03	Mordaza preformada p/cable de retenida	Und	246.00	5.04	1,239.84
3.04	Varilla de anclaje c/cabeza guardacabo 5/8" x 2.4 m c/tuerca	Und	123.00	6.86	843.78
3.05	Bloque de concreto 0.30 x 0.30 x 1.5 m	Und	123.00	36.37	4,473.51
3.06	Arandela plana cuadrada 4" x 4" x 1/2" hueco 11/16	Und	123.00	0.98	120.54
3.07	Contratuerca para perno 5/8"	Und	123.00	0.13	15.99
4.0	<b>PUESTA A TIERRA Y ACCESORIOS</b>				
4.01	Conductor de cobre blando de 35 mm <sup>2</sup> para bajada de tierra	Km	6.00	1,018.65	6,111.90
4.02	Listón de madera 3 m x 0.1 m x 6 mm	Und	320.00	3.23	1,033.60
4.03	Grapa de FoGo 1 1/4" x 1 1/4" x 0.114" (fijación poste-conductor)	Und	9,604.00	0.09	864.36
4.04	Bolsa de sal industrial de 50 kg	Und	685.00	10.93	7,487.05
4.05	Bolsa de carbón vegetal de 50 kg	Und	685.00	13.84	9,480.40
5.0	<b>EQUIPOS DE OPERACIÓN</b>				
5.01	Detector de voltaje del tipo audible o de efecto luminosos con aed	Jgo	1.00	1,033.45	1,033.45
5.02	Equipo de compresión	Jgo	1.00	9,596.30	9,596.30
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>99,748.70</b>

**TABLA N° 4.4. Obras civiles, montaje, pruebas y puesta en servicio.**

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Total
01.0	<b><u>TRABAJOS PRELIMINARES</u></b>				
01.01	Replanteo y verificación topográfica	Km	65.00	291.50	18,947.50
01.02	Estudio geotécnico	Pto	10.00	1,515.96	15,159.60
01.03	Elaboración de expediente y gestión de servidumbre	Glb	1.00	10,271.29	10,271.29
01.04	Limpieza de franja de servidumbre	Ha	5.00	875.73	4,378.65
01.05	Supervisión arqueológica del INC	Glb	1.00	5,914.01	5,914.01
02.00	<b><u>OBRAS PROVISIONALES</u></b>				
02.01	Campamentos y almacenes (instalación y operación)	Glb	1.00	34,920.00	34,920.00
02.02	Camino de acceso en terreno ondulado normal	Km	10.00	2,458.90	24,589.00
02.03	Camino de acceso en terreno ondulado suelto (arenoso)	Km	8.00	2,696.84	21,574.72
02.04	Camino de herradura	Km	4.00	900.62	3,602.48
03.00	<b><u>EXCAVACION, ERECCION Y CIMENTACION DE POSTES DE MADERA</u></b>				
03.01	Poste de 60 pies en terreno normal (tipo cm1)	Und	65.00	309.87	20,141.55
03.02	Poste de 55 pies en terreno normal (tipo cm1)	Und	204.00	302.78	61,767.12
03.03	Poste de 55 pies en terreno suelto (tipo cm3)	Und	33.00	555.85	18,343.05
04.00	<b><u>INSTALACION DE ENSAMBLES Y ARMADOS DE MADERA</u></b>				
04.01	Armado de estructura tipo "S", "S1" y "S2"	Und	273.00	57.02	15,566.46
04.02	Armado de estructura tipo "A1" y "A2"	Und	3.00	24.45	73.35
04.03	Armado de estructura tipo "A3"	Und	3.00	24.45	73.35
04.04	Armado de estructura tipo "R"	Und	19.00	57.02	1,083.38
04.05	Armado de estructura tipo "H1"	Und	2.00	71.56	143.12
05.00	<b><u>CADENAS DE AISLADORES</u></b>				
05.01	Montaje de cadenas de aisladores de suspensión	Und	890.00	22.99	20,461.10
05.02	Montaje de cadenas de aisladores de anclaje	Und	142.00	22.99	3,264.58
06.00	<b><u>CONDUCTOR (TENDIDO Y PUESTA EN FLECHA)</u></b>				
06.01	Conductor de aleación de aluminio 120 mm2	Km	190.00	1,031.04	195,897.60
07.00	<b><u>INSTALACION DE AMORTIGUADORES</u></b>				
07.01	Amortiguador para conductor de 120 mm2 – AAAC	Jgo	1,250.00	7.12	8,900.00
08.00	<b><u>PUESTA A TIERRA</u></b>				
08.01	Instalación de jabalinas de copperweld 5/8 x 8'	Und	646.00	37.48	24,212.08
08.02	Instalación de conductor de copperweld 2 AWG	Km	10.00	7,651.41	76,514.10
08.03	Medición de resistividad y resistencia de puesta a tierra	Und	300.00	22.35	6,705.00
09.00	<b><u>RETENIDAS</u></b>				
09.01	Instalación de cable de retenida y accesorios	Jgo	116.00	13.23	1,534.68
09.02	Instalación de varillas de anclaje y bloque de concreto	Und	116.00	94.52	10,964.32
10.00	<b><u>INGENIERIA DE DETALLE</u></b>				
10.01	Ingeniería de detalle (incluye Estudio de Impacto Ambiental)	Glb	1.00	19,017.31	19,017.31
11.00	<b><u>REVISION FINAL, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO</u></b>				
11.01	Revisión final, pruebas y puesta en servicio	Glb	1.00	10,493.94	10,493.94
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>634,513.34</b>

**TABLA N° 4.5. Materiales adquiridos por el propietario.**

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Total
1.0	<b><u>ESTRUCTURAS DE MADERA</u></b>				
1.01	Postes 60 pies de longitud, clase 3	Und	50.00	1,018.00	50,900.00
1.02	Postes 55 pies de longitud, clase 3	Und	173.00	838.00	144,974.00
1.03	Postes 60 pies de longitud, clase 4	Und	20.00	875.00	17,500.00
1.04	Postes 55 pies de longitud, clase 4	Und	77.00	725.00	55,825.00
1.05	Cruceta de madera tornillo 6" x 8" x 6 m	Und	6.00	516.00	3,096.00
1.06	Cruceta de madera tornillo 5" x 6 1/2" x 3 m	Und	310.00	225.00	69,750.00
1.07	Cruceta de madera tornillo 6" x 8" x 3 m	Und	322.00	232.00	74,704.00
2.0	<b><u>CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO Y ACCESORIOS</u></b>				
2.01	Conductor de aleación de aluminio de 120 mm <sup>2</sup> con gras	Km	200.00	1,097.00	219,400.00
2.02	Manguitos de empalme para AAAC 120 mm <sup>2</sup>	Und	60.00	2.31	138.60
2.03	Manguitos de reparación para AAAC 120 mm <sup>2</sup>	Und	42.00	1.16	48.72
3.0	<b><u>CADENA DE AISLADORES</u></b>				
3.01	Aislador antineblina clase 52-3, 10" 5 3/4" 8 Tn	Und	4,936.00	14.78	72,954.08
3.02	Herrajes de suspensión para AAAC 120 mm <sup>2</sup>	Jgo	890.00	20.33	18,093.70
3.03	Herrajes de anclaje normal para AAAC 120 mm <sup>2</sup>	Jgo	142.00	17.37	2,466.54
4.0	<b><u>PUESTA A TIERRA Y ACCESORIOS</u></b>				
4.01	Conductor de copperweld N° 2 AWG	Km	10.70	1,604.85	17,171.90
4.02	Jabalina copperweld 5/8" x 8' c/conector cable-varilla	Und	665.00	6.95	4,621.75
4.03	Conectores de doble via	Und	1,330.00	1.70	2,261.00
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>753,905.29</b>

### 4.3 Análisis de costos unitarios

Mediante el análisis de costos unitarios ingresamos:

- Los insumos que se requieren en dicha partida pueden ser:
  - ✓ Materiales.
  - ✓ Mano de obra.
  - ✓ Equipos y herramientas.
- Unidad de medida
- El costo unitario de que cada insumo.
- El rendimiento.
- Jornada de trabajo.

Obteniendo de resultado los precios parciales de cada insumo y el análisis de costo unitario de cada una de las partidas que interviene en los sub presupuestos. La descripción del análisis de precios unitarios se encuentra en el anexo B.

#### 4.4 Relación de insumo por su característica

Después de realizar la estructura del presupuesto general el cual esta formado por cuatro (04) sub presupuestos. Cada sub presupuesto por diferentes partidas básicas y ésta por una relación de insumos los cuales pueden ser de la siguiente características mano de obra, materiales, equipos y herramientas.

A continuación presentamos la relación de insumos requeridos para realizar la ejecución de obra de acuerdo a su característica con su respectivo costo por insumo y total por su característica.

**TABLA N° 4.6. Precios y cantidades de insumos requeridos - Mano de obra.**

<b>Código</b>	<b>Descripción insumo</b>	<b>Und.</b>	<b>Precio</b>	<b>Cant. Requerida</b>	<b>Presupuestado</b>
470008	Dibujante	HH	3.12	133.33	416.00
470032	Topógrafo	HH	4.00	1,462.41	5,849.36
470037	Geólogo	HH	10.00	333.33	3,333.30
470046	Supervisor del INC	HH	687.50	8.60	5,914.01
470048	Técnico en mecánica de suelos	HH	5.00	333.33	1,666.70
470049	Perito tazador de agricultura	HH	4.00	133.33	533.33
470050	Gestor de derecho de servidumbre	HH	4.00	133.33	533.33
470051	Técnico electromecánico	HH	6.50	266.67	1,733.33
470101	Capataz	HH	4.00	4,602.56	18,408.39
470102	Operario	HH	3.26	15,913.03	51,876.23
470103	Oficial	HH	2.14	7,021.35	15,023.21
470104	Peón	HH	1.93	36,184.06	69,831.76
810102	Ingeniería de detalle	GLB	11,877.48	1.00	11,877.48
810103	Estudio de impacto ambiental	GLB	7,139.83	1.00	7,139.83
<b>TOTAL</b>					<b>194,136.26</b>



**TABLA N° 4.7. Precios y cantidades de insumos requeridos - Materiales.**

<b>Código</b>	<b>Descripción insumo</b>	<b>Und.</b>	<b>Precio</b>	<b>Cant. Requerida</b>	<b>Presupuestado</b>
030311	Fierro fy=4200 kg/cm2 para fundaciones	KG	1.13	825.00	932.25
053084	Relleno con material propio y de préstamo	M3	12.35	4,459.60	55,075.64
053085	Relleno con piedra grande	M3	20.60	299.34	6,167.35
210000	Cemento portland tipo I (42,5 kg)	BOL	7.57	66.80	505.68
219940	Concreto simple fc=175 kg/cm2	M3	110.26	10.89	1,200.87
219942	Solado fc=80 kg/cm2	M3	60.91	18.12	1,102.30
300811	Cable de acero	M	5.82	38.00	220.40
375419	Calicata ( \$ 25.00 x ml)	UND	41.90	10.00	419.00
375420	Punto de s.p.t. ( \$ 50.00 x ml)	PTO	87.30	10.00	873.00
379950	Soga de manila	KG	5.53	120.00	664.55
390500	Agua	M3	4.07	7.50	30.50
390844	Cadena de sierra	UND	11.64	5.00	58.20
391097	Campamentos(instalacián)	GLB	16,761.60	1.00	16,761.60
391099	Operación de campamento	MES	2,269.80	8.00	18,158.40
391508	Ensayos de laboratorio estándar	UND	69.84	10.00	698.40
391509	Ensayos de laboratorio especiales	UND	69.84	10.00	698.40
391510	Ensayos químicos	UND	34.92	10.00	349.20
391511	Muestreo	UND	17.46	10.00	174.60
391512	Material varios	EST	34.92	59.00	2,060.30
430031	Palo de eucalipto	UND	11.64	142.50	1,658.70
435101	Estaca	UND	0.17	3,280.00	557.60
474002	Excavación suelo normal	M3	12.60	3,232.00	40,723.20
474003	Excavaciones en terreno suelto tipo I	M3	13.34	373.56	4,983.33
474004	Excavación en terreno normal	M3	11.28	1,155.42	13,032.24
541190	Pintura esmalte	GLN	8.51	6.56	55.76
800202	Banderolas.	UND	5.82	19.60	114.33
810401	Instalación de poste de madera tratada de pino	UND	190.97	302.00	57,672.94
810402	Instalación cond. puesta a tierra	KM	166.41	10.00	1,664.10
<b>TOTAL</b>					<b>226,612.84</b>

**TABLA N° 4.8.** Precios y cantidades de insumos requeridos - Equipos.

<b>Código</b>	<b>Descripción insumo</b>	<b>Und.</b>	<b>Precio</b>	<b>Cant. Requerida</b>	<b>Presupuestado</b>
300297	Accesorios tendido (poleas, cordina, medias)	HM	10.00	779.49	7,795.70
305511	Teodolito	HM	2.50	194.86	486.40
370434	Motosierra de 30"	HM	0.90	702.00	631.65
375722	Prensa hidráulica para c/motor a gasolina	HM	2.45	779.49	1,909.50
378002	Equipo de tendido de conductor	HM	50.75	779.49	39,559.90
378005	Dinamómetro de 500 kg	HM	1.20	194.86	233.70
391103	Radios	HM	0.45	3,897.43	1,753.70
480436	Camión Unimog 4x4 120 HP, todo terreno	HM	25.00	1,175.23	29,383.00
481012	Camioneta 4 x 4	HM	10.00	1,425.81	14,257.94
481301	Camión plataforma 4x2, 122 HP, 8 Tn	HM	25.00	513.17	12,829.38
481302	Camión plataforma 4x2 ,178-210 HP, 12 Tn	HM	30.00	194.86	5,846.30
481384	Camión 3 Tn.	HM	8.96	2,721.78	24,395.58
488901	Equipo de topografía	HM	5.97	1,267.55	7,567.58
488903	Equipo de pruebas	HM	10.00	266.67	2,666.67
489703	Teclé manual de 3 Tn.	HM	3.58	389.75	1,394.60
490814	Tractor CAT D6- 140 HP	HM	55.00	441.74	24,296.08
491022	Plancha compactadora vibrat. 7,0 HP	HM	3.75	1,111.38	4,166.70
493406	Camión grúa 6 Tn	HM	30.00	779.49	23,385.20
493508	Equipo de computo	HM	3.00	66.67	200.00
810101	Medidor de puesta a tierra	HM	3.00	847.32	2,543.00
<b>SUB-TOTAL</b>					<b>205,302.58</b>
<b>INSUMOS COMODIN</b>					
<b>EQUIPOS</b>					
370101	Herramientas manuales	%MO			8,461.66
<b>SUB-TOTAL</b>					<b>8,461.66</b>
<b>TOTAL</b>					<b>213,764.24</b>

## **CAPÍTULO V**

### **ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD**

Después de realizar las consideraciones económicas en el diseño de la Línea de Transmisión donde se ha optimizado la sección del conductor, el tipo de estructura y fundación, los materiales eléctricos a instalarse y se ha seleccionado ruta de la Línea de Transmisión.

Evaluaremos los costos predominantes en la ejecución de una Línea de Transmisión constituidos en primer lugar el suministro de postes de madera, y luego el suministro del conductor. La estructura del presupuesto general de obra se divide en cuatro sub presupuestos

- a) Transporte de materiales aportados por el Propietario.
- b) Suministro de equipos y materiales a cargo de la contratista.
- c) Obras Civiles, Montaje, Pruebas y Puesta en Servicio.
- d) Suministro de materiales aportados por el Propietario.

Asimismo estos sub presupuestos están conformados por partidas básicas y estas por insumos.

#### **5.1 Distribución del insumo de acuerdo a su característica**

##### **5.1.1 Materiales**

El suministro de materiales ha sido proporcionado por el ejecutante excepto los postes de madera, conductor, aisladores y ferretería.

##### **5.1.2 Mano de obra**

La mano de obra varía según la región, la topografía del terreno y accesibilidad donde se ejecutará la obra., la mano de obra que normalmente interviene en este tipo de trabajos son:

- a) **Mano de obra Calificada:** Ing. Jefe de Obra, Ing. Residente de obra, Ing. Supervisor, Ing. Geólogo, Administrador, Almacenero, Capataz, Operario, Oficial, Topógrafo, Técnico Geólogo, etc.
- b) **Mano de obra no calificada:** Peón.

### 5.1.3 Equipos y herramientas

En la ejecución de este tipo de obra se necesita gran cantidad de equipos y herramientas, por lo que se debe seleccionar los equipos adecuados y que los costos de operación sean los más apropiados.

### 5.1.4 Transporte de materiales

Los materiales entregados por el propietario han sido entregados en los almacenes por lo que el ejecutante tendrá que transportarlo.

## 5.2 Presupuesto de obra y análisis unitario

Para calcular el presupuesto total de obra se ha realizado usando el software S10 Windows, el cual es un programa para elaborar presupuesto para todo tipo de obra, se ha diseñado una estructura de presupuesto general de acuerdo a las partidas que intervienen en la **EJECUCION DE OBRA EN 60 KV CON POSTES DE MADERA**, cada partida a sido diseñada seleccionando los materiales, la mano de obra, el equipo y herramientas a utilizar con su respectivo rendimiento de cada partida.

## CONCLUSIONES

1. Para poder realizar obras económicas es necesario seleccionar adecuadamente los equipos y herramientas a utilizar, realizar una adecuada racionalización de la mano de obra y materiales a utilizarse.
2. El presupuesto general de la Obra esta compuesta principalmente por:

- Mano de obra	12.86%
- Equipos y herramientas	14.16%
- Materiales	71.58%
- Transporte	01.39%
3. Se aprecia que el costo de transporte no tiene una influencia considerable sobre el Costo Total de la Obra.
4. Del suministro de Postes de Madera:
  - Si se incrementa en 10% el valor de los postes de madera esto ocasionaría un incremento del 1.79% del Costo Total de la Obra.
  - Si se disminuye en 10% el valor de los postes de madera esto ocasionaría una disminución del 1.77% del Costo Total de la Obra.
5. Del suministro del Conductor de Aleación de Aluminio:
  - Si se incrementa en 10% el valor del conductor AAAC esto ocasionaría un incremento del 1.46% del Costo Total de la Obra.
  - Si se disminuye en 10% el valor del conductor AAAC esto ocasionaría una disminución del 1.44% del Costo Total de la Obra.
6. De la cimentación de Postes de Madera:
  - Si se incrementa en 10% el valor de la cimentación de postes de madera esto ocasionaría un incremento del 0.71% del Costo Total de la Obra.
  - Si se disminuye en 10% el valor de la cimentación de postes de madera esto ocasionaría una disminución del 0.70% del Costo Total de la Obra.

7. Del Montaje del Conductor:

- Si se incrementa en 10% el valor del montaje del conductor esto ocasionaría un incremento del 1.30% del Costo Total de la Obra.
- Si se disminuye en 10% el valor del montaje del conductor esto ocasionaría una disminución del 1.30% del Costo Total de la Obra.

8. Del Sistema de Puesta a Tierra:

- Si se incrementa en 10% el valor de la puesta a tierra esto ocasionaría un incremento del 0.21% del Costo Total de la Obra.
- Si se disminuye en 10% el valor de la puesta a tierra esto ocasionaría una disminución del 0.20% del Costo Total de la Obra.

9. El costo de la Línea de Transmisión en el presente informe es de \$ 23,220 Dólares Americanos.

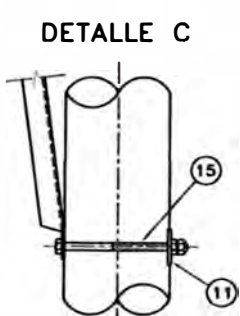
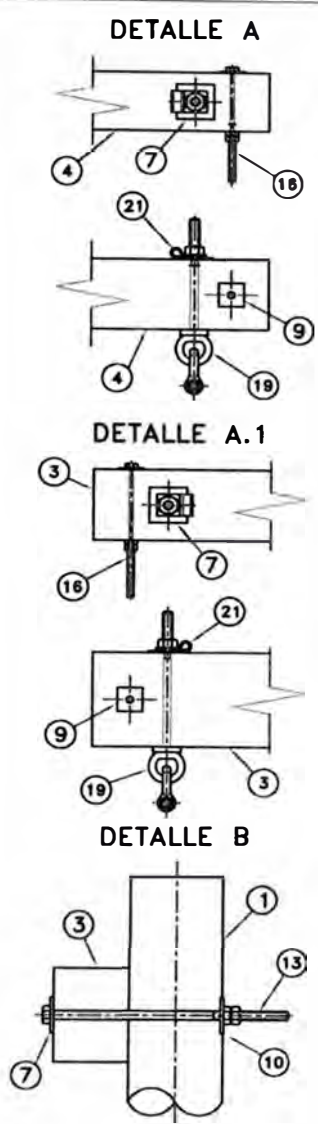
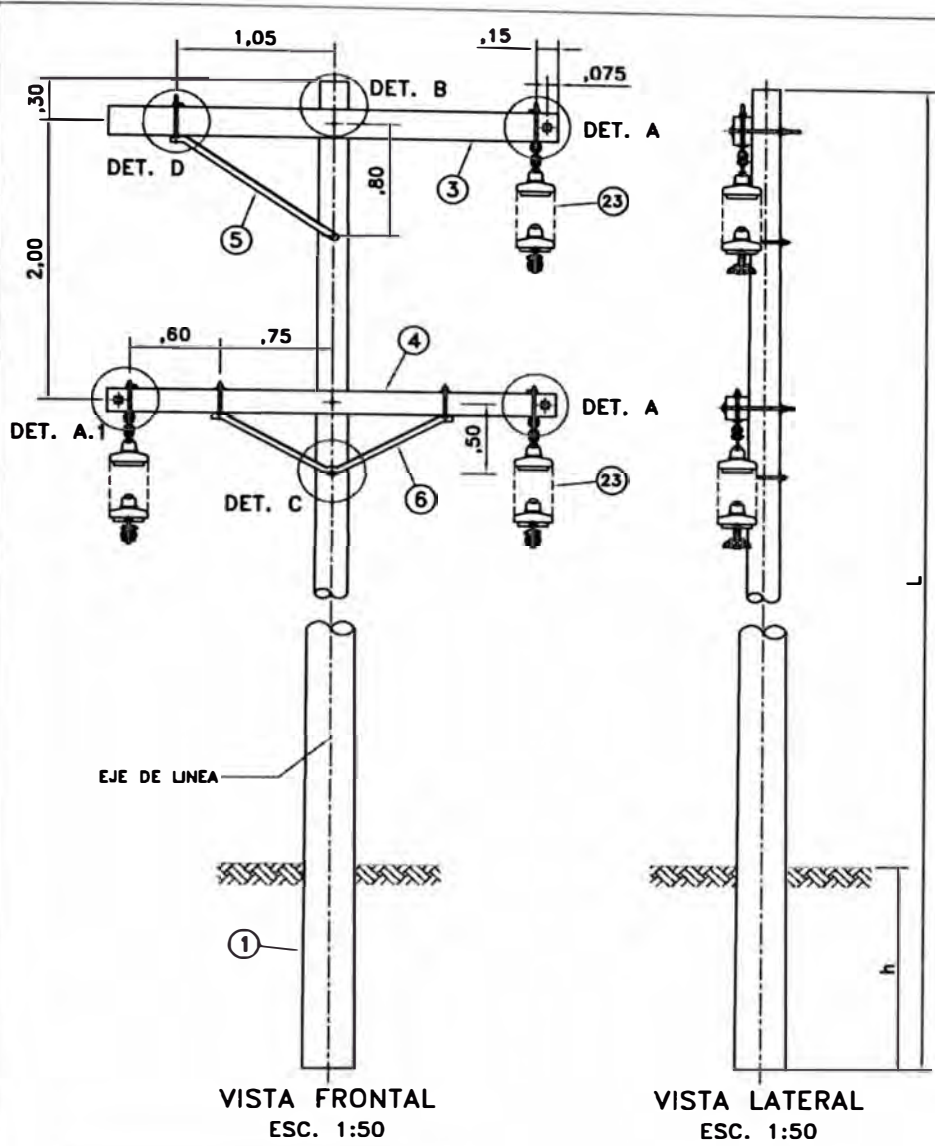
10. Para poder realizar el presente trabajo hemos utilizado el software S10 versión 2.0 para Windows, dicho sistema ha sido diseñado para poder elaborar presupuestos de todo tipo de Obras, obteniendo como resultado el costo total del presupuesto y los insumos a utilizar.

11. El presente trabajo tomo en cuenta la información para la construcción de la Línea de Transmisión en 60 kV. Marcona - Bella Unión.

## **ANEXOS**

**ANEXO A**  
**PLANOS DE DETALLE DE ESTRUCTURAS**





ESTRUCTURA DE SUSPENSION	
ANGULO	= 0°
VANO VIENTO	= 265° (205°)
VANO PISO	= 680° (440°)
VANO MAXIMO	= 325° (275°)

L (pies)	55'	60'
h (m)	2.30	2.45

• Poste Clase 3  
 \*\* Poste Clase 4

10	ARANDELA CUADRADA CURVADA 3" x 3" x 1/4", AGUJERO #13/16"	2	24	ARANDELA CUADRADA CURVADA 3" x 3" x 1/4", AGUJERO #11/16"	3
9	ARANDELA CUADRADA PLANA 2" x 2" x 1/8", AGUJERO #9/16"	6	23	CADENA DE AISLADORES DE SUSPENSION	3
7	ARANDELA CUADRADA PLANA 3" x 3" x 1/4", AGUJERO #13/16"	5	21	CONECTOR CABLE DE TIERRA 1/18" x 1-1/2" CON ARANDELA	6
6	SOPORTE ANGULAR DE CRUCETA DOBLE	1	19	PERNO OJO CON HOMBROS #3/4" x 10" CON TUERCA Y CONTRATUERCA	3
5	SOPORTE ANGULAR DE CRUCETA SIMPLE	1	16	PERNO MAQUINADO #1/2" x 10" CON TUERCA	3
4	CRUCETA DE MADERA 5" x 6-1/2" 3.0m	1	15	PERNO MAQUINADO #5/8" x 10" CON TUERCA Y CONTRATUERCA	5
3	CRUCETA DE MADERA 6" x 8" 3.0m	1	13	PERNO MAQUINADO #3/4" x 16" CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2
1	POSTE DE MADERA, LONG. Y CLASE SEGUN PLANILLA DE ESTRUCTURAS	1	11	ARANDELA CUADRADA CURVADA 3" x 3" x 1/4", AGUJERO #11/16"	2

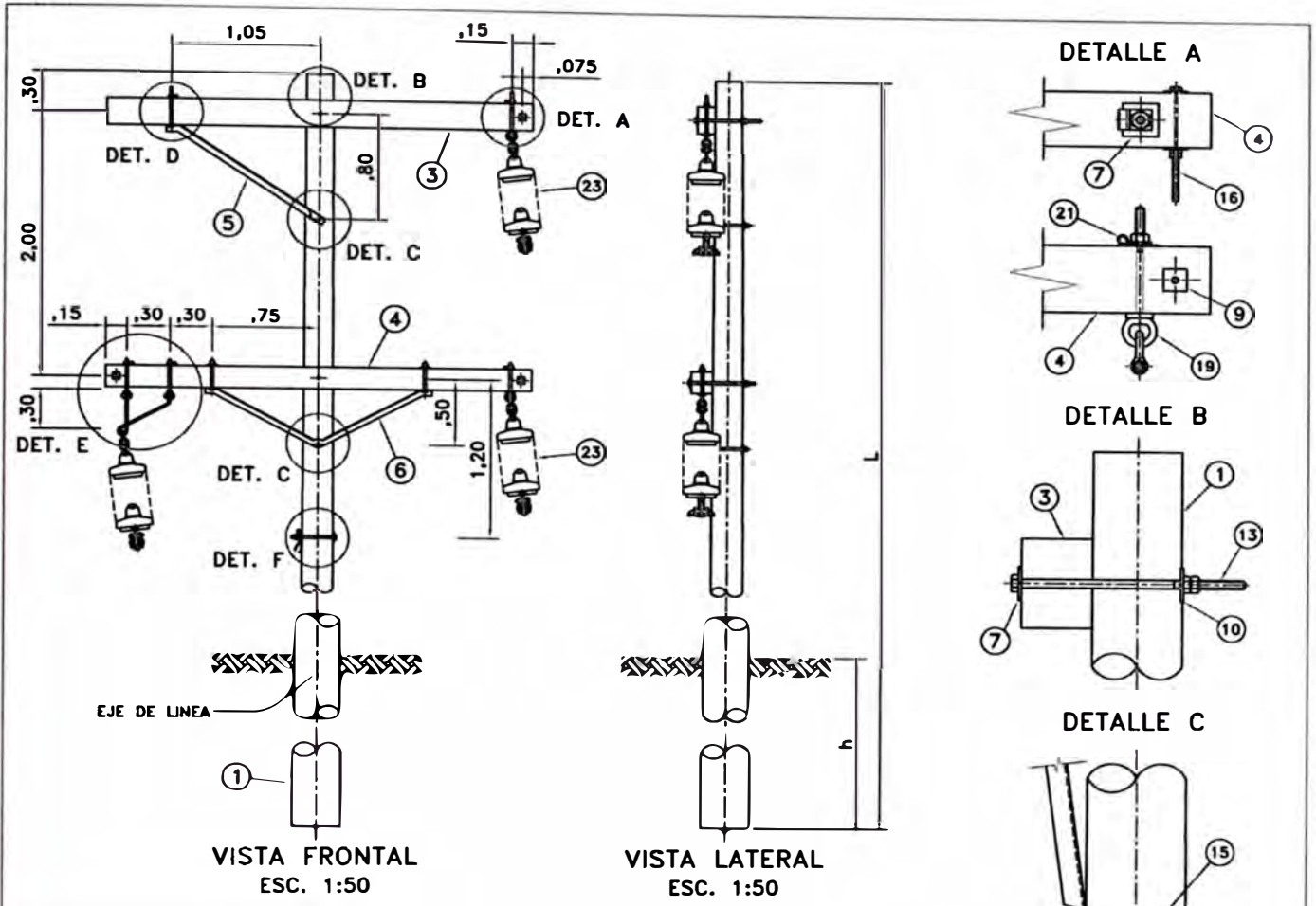
N°	DESCRIPCION	CANT.	N°	DESCRIPCION	CANT.
----	-------------	-------	----	-------------	-------

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

DISERO:	E. ESCOBEDO A.
REVISO:	J. RODRIGUEZ H.
DIBUJO:	E. PINEDO N.
FECHA:	AGO-2002
ESC:	1:50

ESTRUCTURA "S"

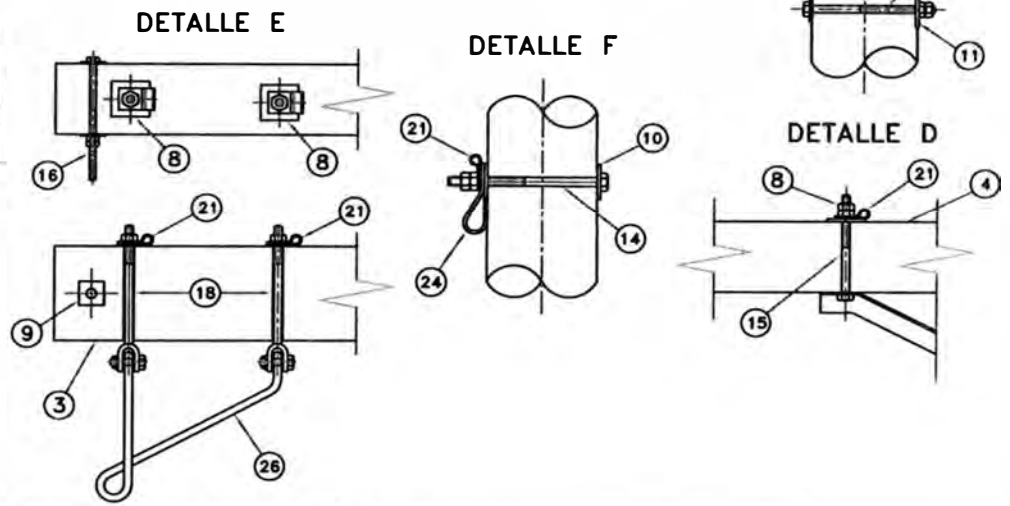
LAMINA N°:	01
------------	----



**ESTRUCTURA DE SUSPENSION**

ANGULO =  $\langle 0^\circ - 7^\circ \rangle$   
 VANO VIENTO = 230  
 VANO PESO = 345  
 VANO MAXIMO = 255

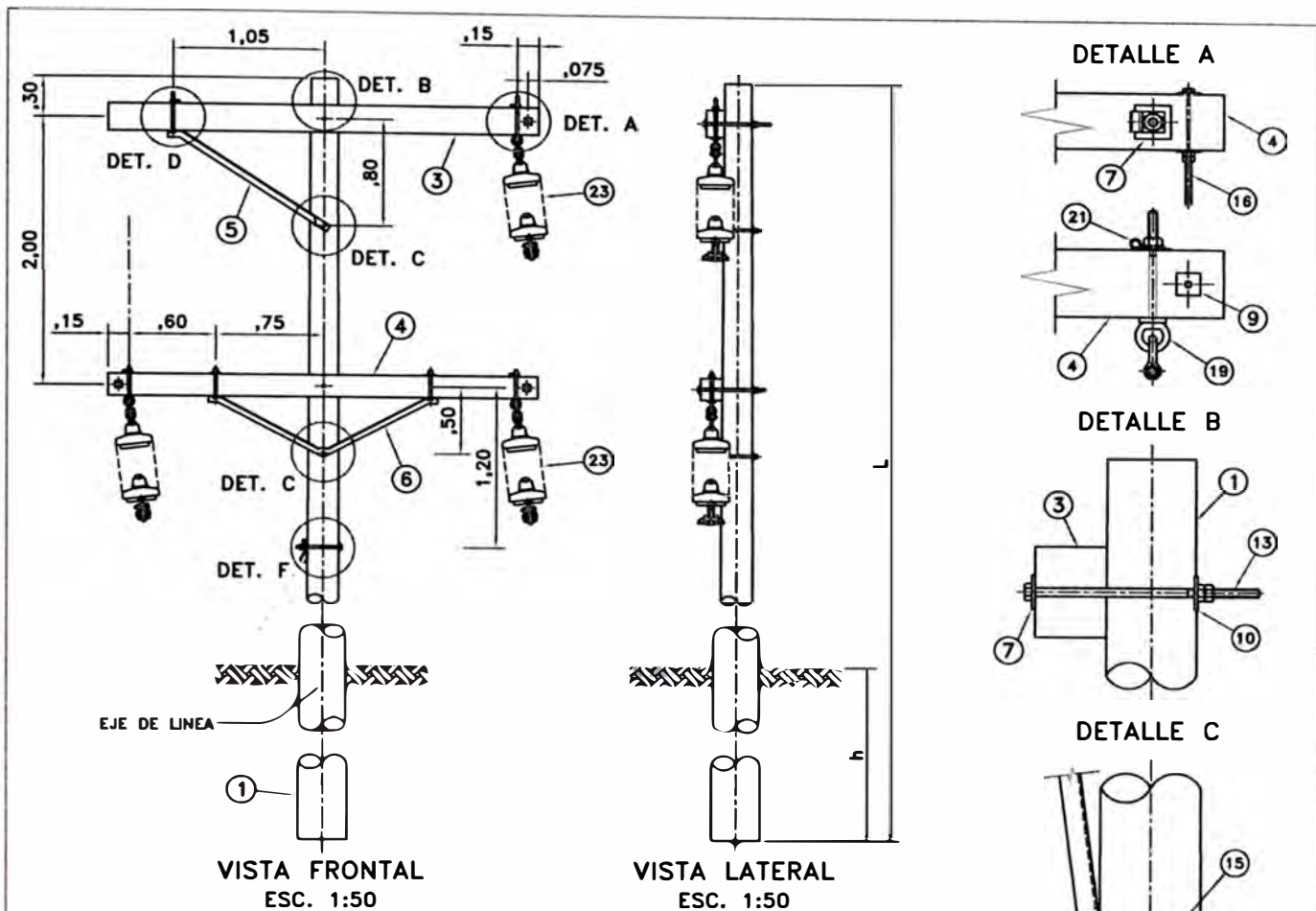
L (pies)	55'	60'
h (m)	2.30	2.45



11	ARANDELA CUADRADA CURVADA 3" x 3" x 1/4", AGUJERO #11/16"	2	26	EXTENSOR DE ANGULO PARA CADENA DE AISLADORES #5/8 x 0.30m x 0.30m	1
10	ARANDELA CUADRADA CURVADA 3" x 3" x 1/4", AGUJERO #13/16"	3	24	PLATINA DE RETENIDA UN AGUJERO 2" x 1/4" - AGUJERO 13/16"	1
9	ARANDELA CUADRADA PLANA 2" x 2" x 1/8", AGUJERO #9/16"	6	23	CADENA DE AISLADORES DE SUSPENSION	3
8	ARANDELA CUADRADA PLANA 3" x 3" x 1/4", AGUJERO #11/16"	5	21	CONECTOR CABLE DE TIERRA 1/16" x 1-1/2" CON ARANDELA	8
7	ARANDELA CUADRADA PLANA 3" x 3" x 1/4", AGUJERO #13/16"	4	19	PERNO OJO CON HOMBROS #3/4" x 10" CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2
6	SOPORTE ANGULAR DE CRUCETA DOBLE	1	18	PERNO HORQUILLA #5/8" x 10" CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2
5	SOPORTE ANGULAR O E CRUCETA SIMPLE	1	16	PERNO MAQUINADO #1/2" x 10" CON TUERCA	3
4	CRUCETA DE MADERA 5" x 8-1/2" 3.0m	1	15	PERNO MAQUINADO #5/8" x 10" CON TUERCA Y CONTRATUERCA	5
3	CRUCETA DE MADERA 8" x 8" 3.0m	1	14	PERNO MAQUINADO #3/4" x 10" CON TUERCA Y CONTRATUERCA	1
1	POSTE DE MADERA, LONG. Y CLASE SEGUN PLANILLA DE ESTRUCTURAS	1	13	PERNO MAQUINADO #3/4" x 16" CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2
N°	DESCRIPCION	CANT.	N°	DESCRIPCION	CANT.

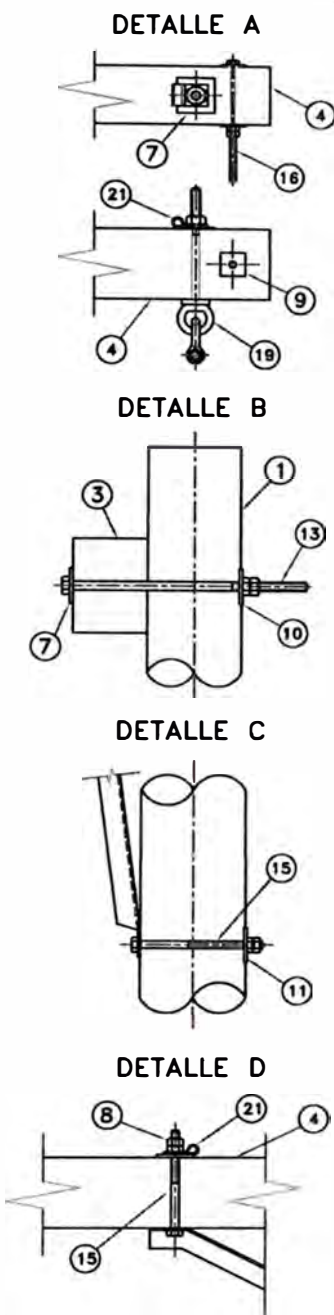
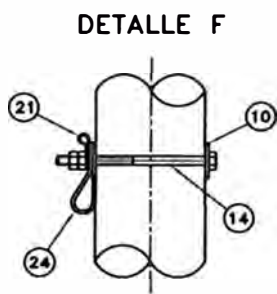
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

DISEÑO:	E. ESCOBEDO A.	LAMINA N°:	
REVISO:	J. RODRIGUEZ H.		
DIBUJO:	E. PINEDO N.		
FECHA:	AGO-2002	ESC:	1:50
		ESTRUCTURA "S1"	
		02	



ESTRUCTURA DE SUSPENSION	
ANGULO	= $\langle \sigma - 7 \rangle$
VANO VIENTO	= 230
VANO PESO	= 345
VANO MAXIMO	= 255

L (pies)	55'	60'
h (m)	2.30	2.45



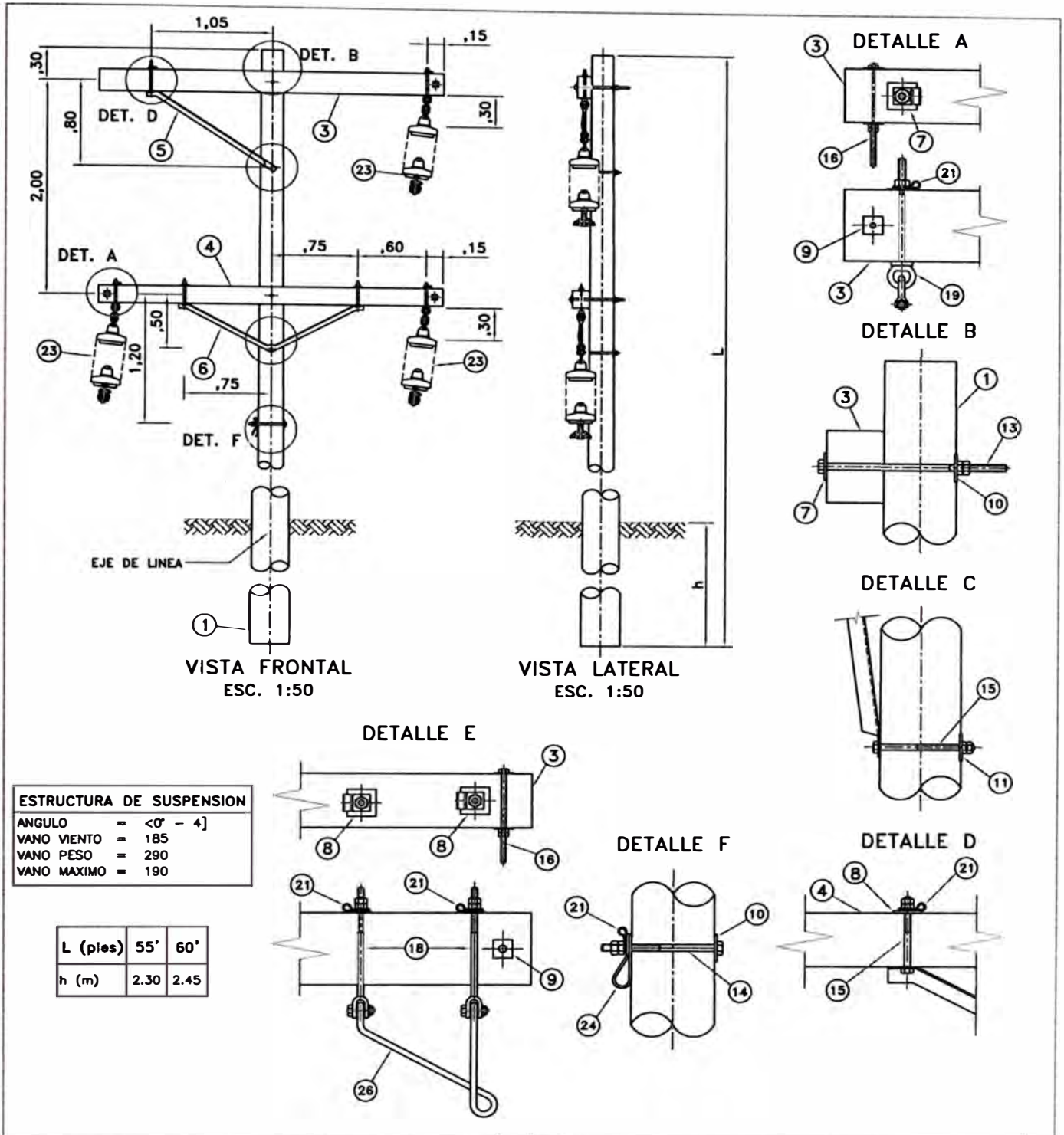
11	ARANDELA CUDRADA CURVADA 3" x 3" x 1/4", AGUJERO #11/16"	2			
10	ARANDELA CUDRADA CURVADA 3" x 3" x 1/4", AGUJERO #13/16"	3			
9	ARANDELA CUDRADA PLANA 2" x 2" x 1/8", AGUJERO #9/16"	6	24	PLATINA DE RETENIDA UN AGUJERO 2" x 1/4" - AGUJERO 13/16"	1
8	ARANDELA CUDRADA PLANA 3" x 3" x 1/4", AGUJERO #11/16"	3	23	CADENA DE AISLADOR DE SUSPENSION	3
7	ARANDELA CUDRADA PLANA 3" x 3" x 1/4", AGUJERO #13/16"	5	21	CONECTOR CABLE DE TIERRA 1/16" x 1-1/2" CON ARANDELA	7
6	SOPORTE ANGULAR DE CRUCETA DOBLE	1	19	PERNO OJO CON HOMBROS #3/4" x 10" CON TUERCA Y CONTRATUERCA	3
5	SOPORTE ANGULAR DE CRUCETA SIMPLE	1	18	PERNO MAQUINADO #1/2" x 10" CON TUERCA	3
4	CRUCETA DE MADERA 5" x 8-1/2" 3.0m	1	15	PERNO MAQUINADO #5/8" x 10" CON TUERCA Y CONTRATUERCA	5
3	CRUCETA DE MADERA 8" x 8" 3.0m	1	14	PERNO MAQUINADO #3/4" x 10" CON TUERCA Y CONTRATUERCA	1
1	POSTE DE MADERA, LONG. Y CLASE SEGUN PLANILLA DE ESTRUCTURAS	1	13	PERNO MAQUINADO #3/4" x 16" CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2
N°	DESCRIPCION	CANT.	N°	DESCRIPCION	CANT.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

DISEÑO:	E. ESCOBEDO A.
REVISO:	J. RODRIGUEZ H.
DIBUJO:	E. PINEDO N.
FECHA:	AGO-2002
ESC:	1:50

ESTRUCTURA "S1"

LAMINA N°:	02A
------------	-----



**ESTRUCTURA DE SUSPENSION**

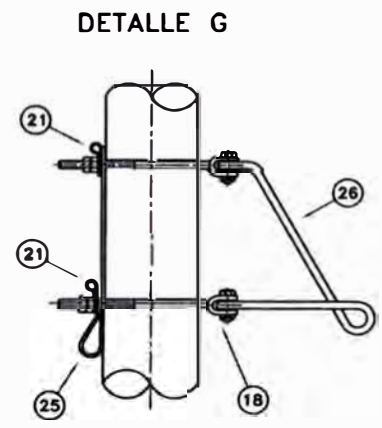
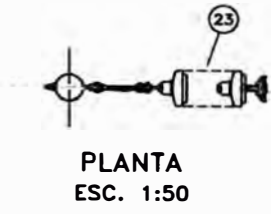
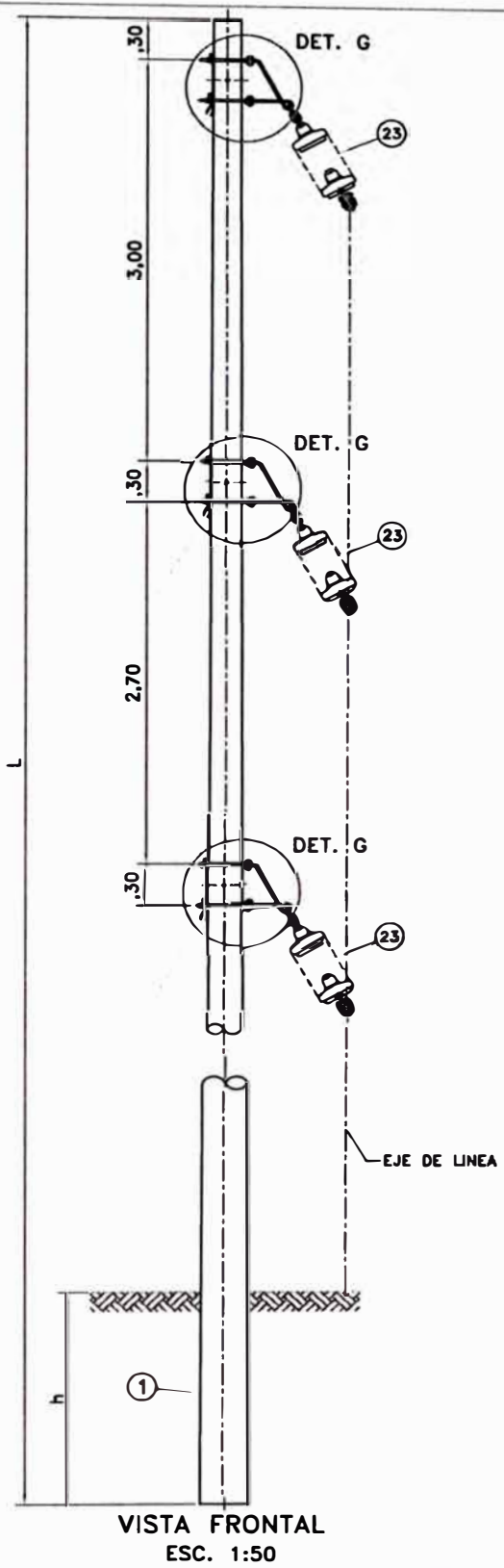
ANGULO = <math>\lt; 0^\circ - 4^\circ</math>  
 VANO VIENTO = 185  
 VANO PESO = 290  
 VANO MAXIMO = 190

L (pies)	55'	60'
h (m)	2.30	2.45

11	ARANDELA CUADRADA CURVADA 3" x 3" x 1/4", AGUJERO #11/16"	2			
10	ARANDELA CUADRADA CURVADA 3" x 3" x 1/4", AGUJERO #13/16"	3			
9	ARANDELA CUADRADA PLANA 2" x 2" x 1/8", AGUJERO #9/16"	6	24	PLATINA DE RETENIDA UN AGUJERO 2" x 1/4" - AGUJERO 13/16"	1
8	ARANDELA CUADRADA PLANA 3" x 3" x 1/4", AGUJERO #11/16"	3	23	CADENA DE AISLADORES DE SUSPENSION	3
7	ARANDELA CUADRADA PLANA 3" x 3" x 1/4", AGUJERO #13/16"	5	21	CONECTOR CABLE DE TIERRA 1/16" x 1-1/2" CON ARANDELA	7
6	SOPORTE ANGULAR DE CRUCETA DOBLE	1	19	PERNO OJO CON HOMBROS #3/4" x 10" CON TUERCA Y CONTRATUERCA	3
5	SOPORTE ANGULAR DE CRUCETA SIMPLE	1	18	PERNO MAQUINADO #1/2" x 10" CON TUERCA	3
4	CRUCETA DE MADERA 5" x 6-1/2" 3.0m	1	15	PERNO MAQUINADO #5/8" x 10" CON TUERCA Y CONTRATUERCA	5
3	CRUCETA DE MADERA 6" x 8" 3.0m	1	14	PERNO MAQUINADO #3/4" x 10" CON TUERCA Y CONTRATUERCA	1
1	POSTE DE MADERA, LONG. Y CLASE SEGUN PLANILLA DE ESTRUCTURAS	1	13	PERNO MAQUINADO #3/4" x 18" CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2
N°	DESCRIPCION	CANT.	N°	DESCRIPCION	CANT.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

DISERO: E. ESCOBEDO A. REVISO: J. RODRIGUEZ H. DIBUJO: E. PNEDO N. FECHA: AGO-2002 ESC: 1:50	ESTRUCTURA "S2"	LAMINA N°: 03
--	-----------------	------------------



ESTRUCTURA ANGULAR	
ANGULO	= <math>7 - 22^{\circ}</math>
VANO VIENTO	= 150
VANO PESO	= 100
VANO MAXIMO	= 175

L (pies)	55'	60'
h (m)	2.30	2.45

VISTA FRONTAL  
ESC. 1:50

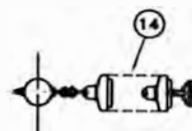
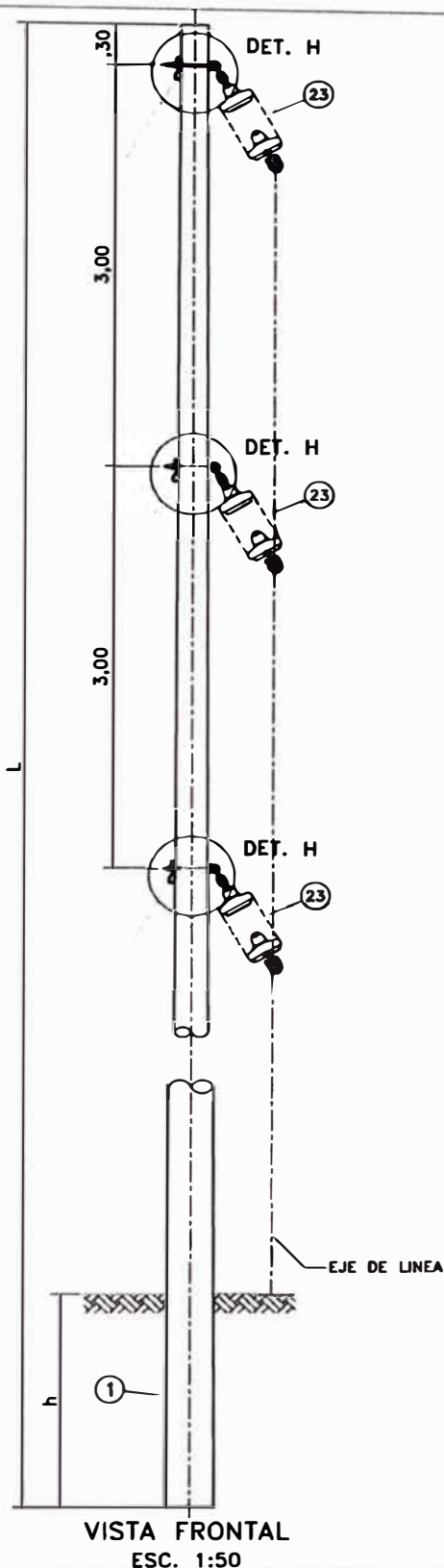
21	CONECTOR CABLE DE TIERRA 1/16" x 1-1/2" CON ARANDELA	6	28	EXTENSOR DE ANGULO PARA CADENA DE AISLADORES #5/8 x 0.30m x 0.30m	3
18	PERNO HORQUILLA #5/8" x 10" CON TUERCA Y CONTRATUERCA	6	25	PLATINA DE RETENIDA DOS AGUJERO 2" x 1/4" - AGUJERO 13/16"	3
1	POSTE DE MADERA, LONG. Y CLASE SEGUN PLANILLA DE ESTRUCT.	1	23	CADENA DE AISLADORES DE SUSPENSION	3
N°	DESCRIPCION	CANT.	N°	DESCRIPCION	CANT.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

DISEÑO: E. ESCOBARIEDO  
 REVISO: J. RODRIGUEZ H.  
 DIBUJO: E. PINEDO N.  
 FECHA: AGO-2002      ESC: 1:50

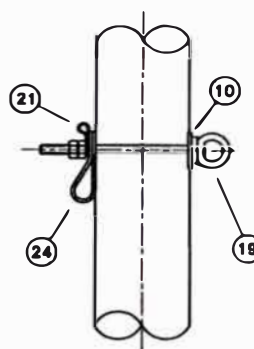
ESTRUCTURA "A1"

LAMINA N°:  
 04



PLANTA  
ESC. 1:50

DETALLE H



ESTRUCTURA ANGULAR	
ANGULO	= <30° - 36°]
VANO VIENTO	= 170
VANO PESO	= 130
VANO MAXIMO	= 185

L (pies)	55	60
h (m)	2.30	2.45

VISTA FRONTAL  
ESC. 1:50

19	PERNO OJO CON HOMBROS #3/4" x 10" CON TUERCA Y CONTRATUERCA	3	24	PLATINA DE RETENIDA UN AGUJERO 2" x 1/4" - AGUJERO 13/16"	3
10	ARANDELA CUADRADA CURVADA 3" x 3" x 1/4", AGUJERO #13/16"	3	23	CADENA DE AISLADORES DE SUSPENSION	3
1	POSTE DE MADERA, LONG Y CLASE SEGUN PLANILLA DE ESTRUCT.	1	21	CONECTOR CABLE DE TIERRA 1/16" x 1-1/2" CON ARANDELA	3
N°	DESCRIPCION	CANT.	N°	DESCRIPCION	CANT.

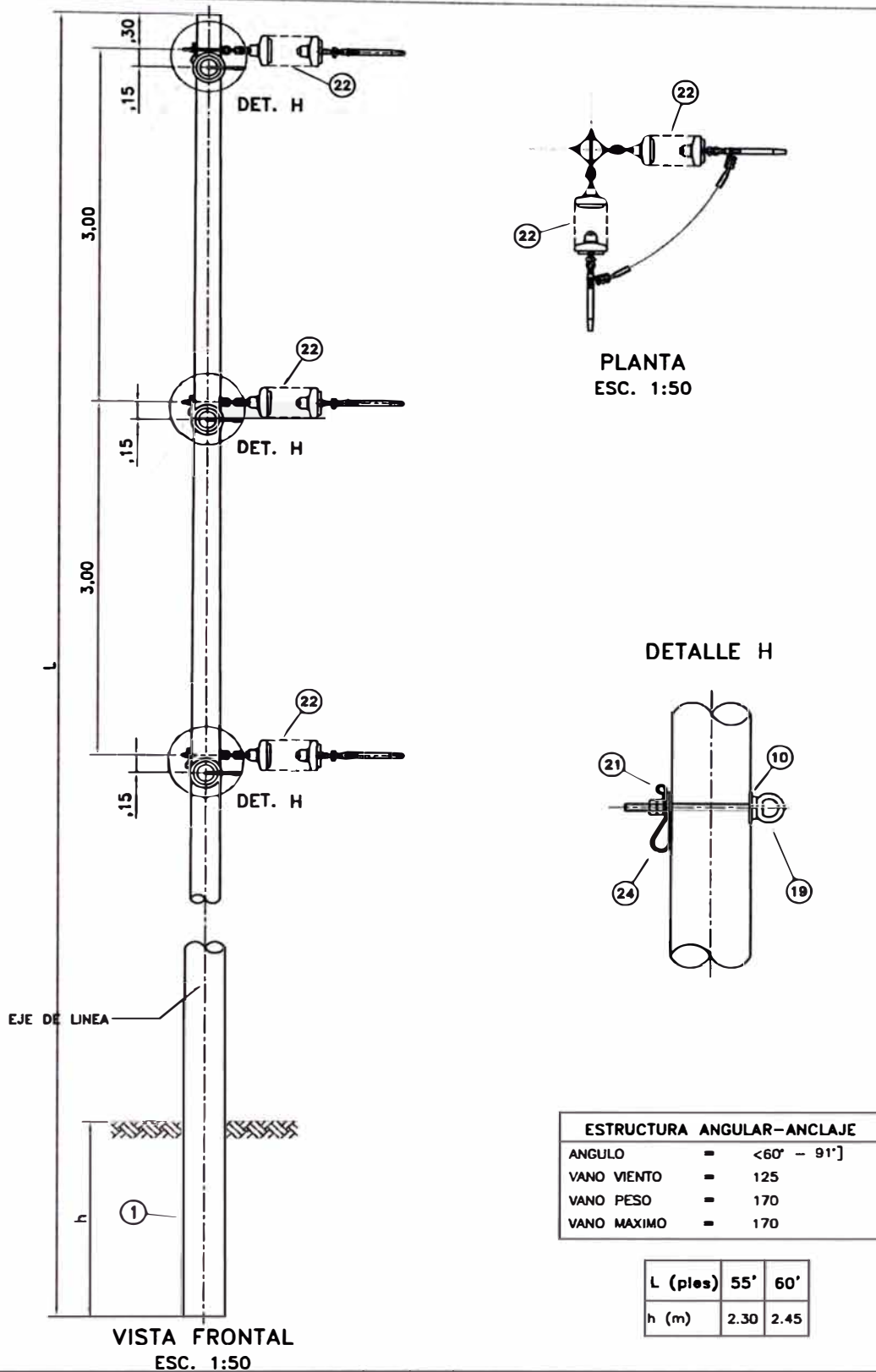
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

DISEÑO:	E. ESCOBEDO A.
REVISO:	J. RODRIGUEZ H.
DIBUJO:	E. PINEDO N.
FECHA:	AGO-2002
ESC:	1:50

ESTRUCTURA "A2"

LAMINA N°:

05



ESTRUCTURA ANGULAR-ANCLAJE	
ANGULO	= <60° - 91°]
VANO VIENTO	= 125
VANO PESO	= 170
VANO MAXIMO	= 170

L (pies)	55'	60'
h (m)	2.30	2.45

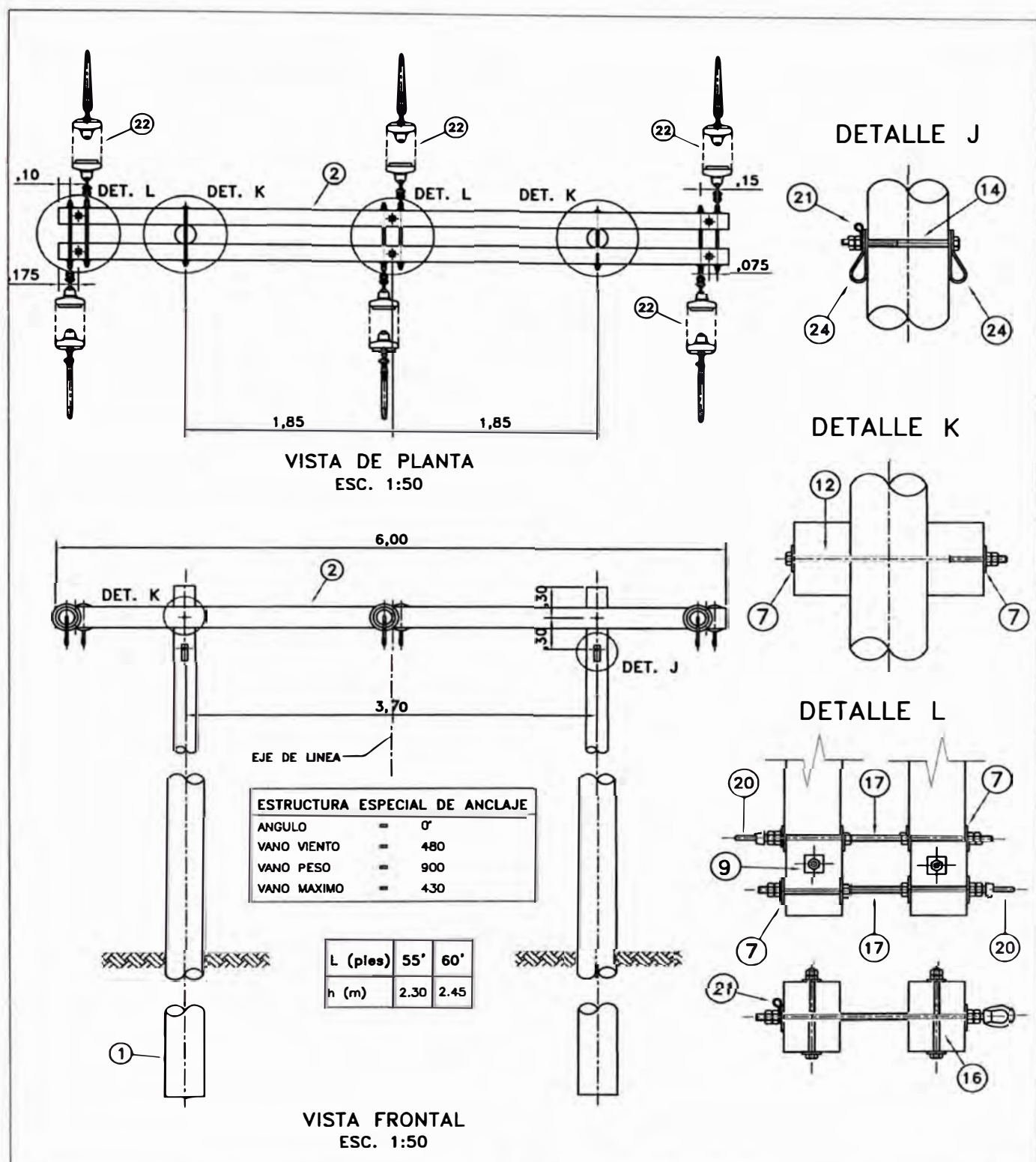
19	PERNO OJO CON HOMBROS #3/4" x 10" CON TUERCA Y CONTRATUERCA	6	24	PLATINA DE RETENIDA UN AGUJERO 2" x 1/4" - AGUJERO 13/16"	6
10	ARANDELA CUADRADA CURVADA 3" x 3" x 1/4", AGUJERO #13/16"	6	22	CADENA DE AISLADORES DE ANCLAJE	6
1	POSTE DE MADERA, LONG. Y CLASE SEGUN PLANILLA DE ESTRUCT.	1	21	CONECTOR CABLE DE TIERRA 1/16" x 1-1/2" CON ARANDELA	6
N°	DESCRIPCION	CANT.	N°	DESCRIPCION	CANT.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

DISEÑO: E. ESCOBEDO A. REVISO: J. RODRIGUEZ H. DIBUJO: E. PINEDO N. FECHA: AGO-2002      ESC: 1:50	ESTRUCTURA "A3"	LAMINA N°: 06
---	-----------------	------------------



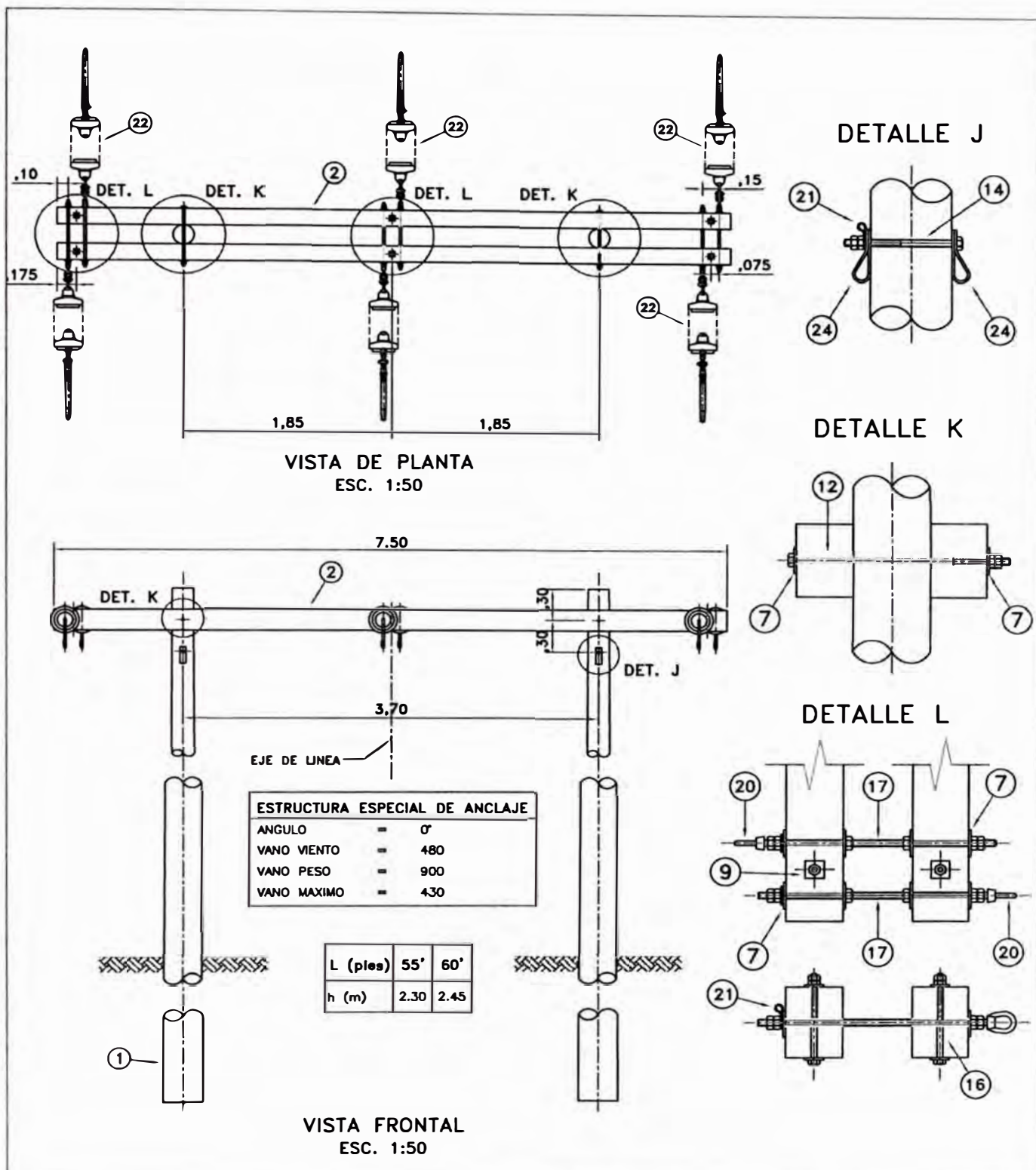




14	PERNO MAQUINADO #3/4" x 10" CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2	24	PLATINA DE RETENIDA UN AGUJERO 2" x 1/4" - AGUJERO 13/16"	4
12	PERNO MAQUINADO #3/4" x 22" CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2	22	CADENA DE AISLADORES DE ANCLAJE	6
9	ARANDELA CUADRADA PLANA 2" x 2" x 1/8", AGUJERO #9/16"	12	21	CONECTOR CABLE DE TIERRA 1/16" x 1-1/2" CON ARANDELA	8
7	ARANDELA CUADRADA PLANA 3" x 3" x 1/4", AGUJERO #13/16"	28	20	TUERCA OJO PRA PERNO #3/4"	8
2	CRUCETA DE MADERA 8" x 6" 8.0m	2	17	PERNO DOBLE ARMADO #3/4 x 28" CON 4 TUERCAS Y 2 CONTRATUERCAS	6
1	POSTE DE MADERA, LOG. Y CLASE SEGUN PLANILLA DE ESTRUCTURAS	2	16	PERNO MAQUINADO #1/2" x 10" CON TUERCA	6
N°	DESCRIPCION	CANT.	N°	DESCRIPCION	CANT.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

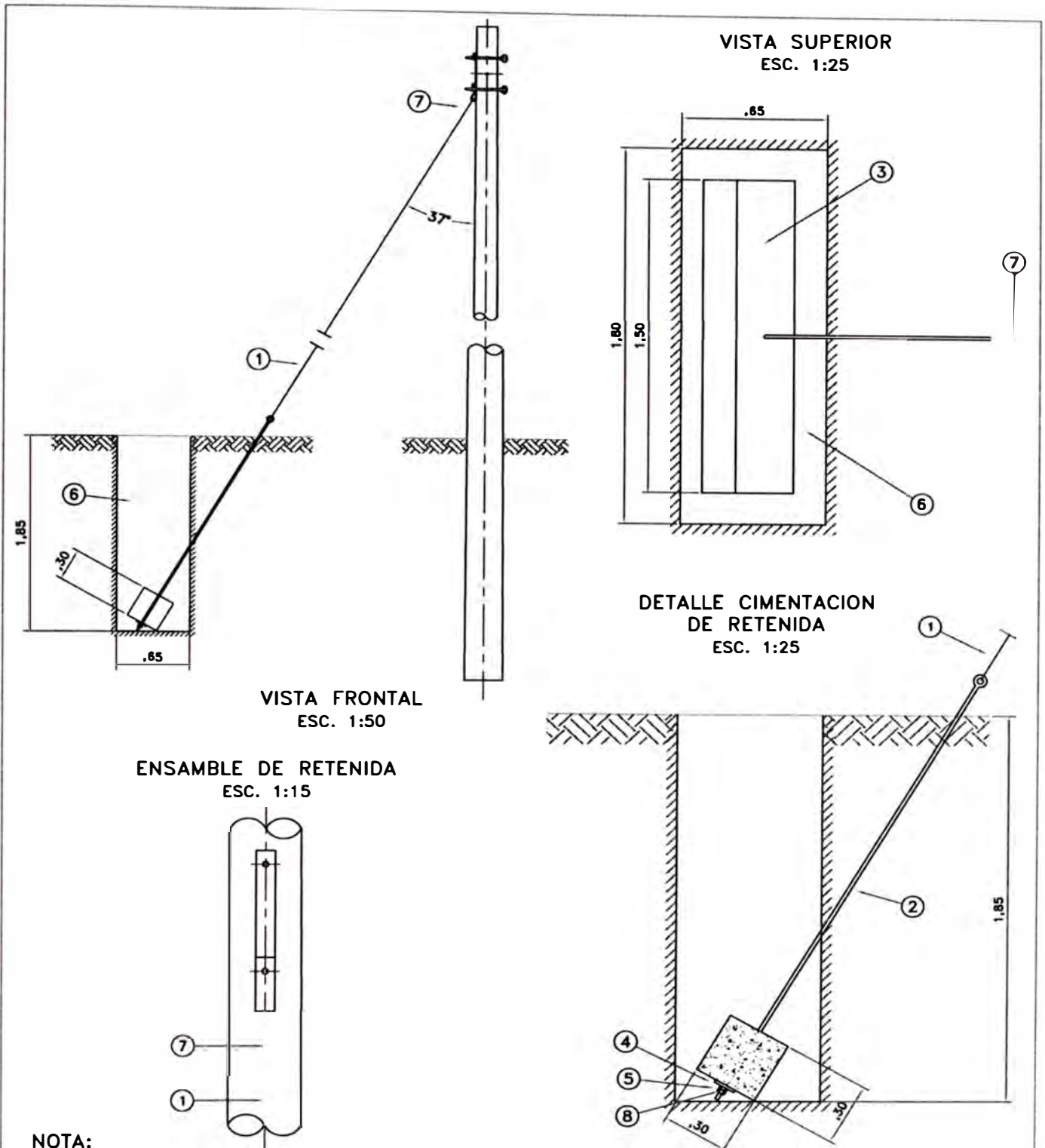
DISEÑO: E. ESCOBEDO A. REVISO: J. RODRIGUEZ H. DIBUJO: E. PINEDO N. FECHA: AGO-2002 ESC: 1:15	ESTRUCTURA "H1"	LAMINA N°: 08
---	-----------------	------------------



14	PERNO MAQUINADO #3/4" x 10" CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2	24	PLATINA DE RETENIDA UN AGUJERO 2" x 1/4" - AGUJERO 13/16"	4
12	PERNO MAQUINADO #3/4" x 22" CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2	22	CADENA DE AISLADORES DE ANCLAJE	8
9	ARANDELA CUADRADA PLANA 2" x 2" x 1/8", AGUJERO #9/16"	12	21	CONECTOR CABLE DE TIERRA 1/18" x 1-1/2" CON ARANDELA	8
7	ARANDELA CUADRADA PLANA 3" x 3" x 1/4", AGUJERO #13/16"	28	20	TUERCA OJO PRA PERNO #3/4"	6
2	CRUCETA DE MADERA 3 1/2" x 9 1/2" 7.50m.	2	17	PERNO DOBLE ARMADO #3/4 x 28" CON 4 TUERCAS Y 2 CONTRATUERCAS	6
1	POSTE DE MADERA, LOG. Y CLASE SEGUN PLANILLA DE ESTRUCTURAS	2	16	PERNO MAQUINADO #1/2" x 10" CON TUERCA	6
N°	DESCRIPCION	CANT.	N°	DESCRIPCION	CANT.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

DISEÑO: E. ESCOBEDO A. REVISÓ: J. RODRIGUEZ H. DIBUJO: E. PINEDO N. FECHA: AGO-2002      ESC: 1:15	ESTRUCTURA "H1A"	LAMINA N°: 08A
---	------------------	-------------------



**NOTA:**

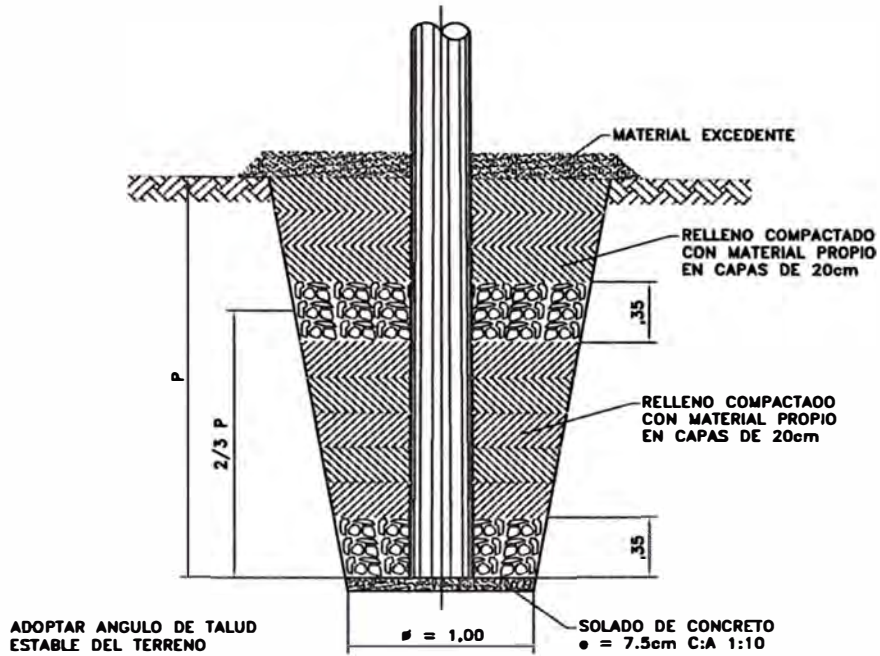
- LAS ESTRUCTURAS TIPO S1, S2, A1, A2 y A3 : EL ANGULO DE LAS RETENIDAS CON EL EJE VERTICAL DEL POSTE ES DE 37°.
- LA ESTRUCTURA TIPO R : EL ANGULO DE LAS RETENIDAS CON EL EJE VERTICAL DEL POSTE ES DE 50°.

N°	DESCRIPCION	CANT.	N°	DESCRIPCION	CANT.
5	CONTRATUERCA PARA PERNO DE ANCLAJE #5/8"	1			
4	ARANDELA PLANA CUADRADA DE A'G' 4"x4"x1/2" - AGUJERO #11/16"	1			
3	BLOQUE DE CONCRETO DE 0.3x0.3x1.5m, HUECO #11/16"	1	8	TUERCA PARA PERNO DE ANCLAJE #5/8"	1
2	VARILLA DE ANCLAJE C/CAB. GUARDACABO #5/8"x2.4m C/TUERCA	1	7	MORDAZA PREFORMADA PARA CABLE DE RETENIDA	2
1	CABLE DE RETENIDA TIPO S.M. 3/8"φ	24m	6	ZANJA RELLENADA Y COMPACTADA MECANICAMENTE 1.85m x 0.65 m x 1.80m	-

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

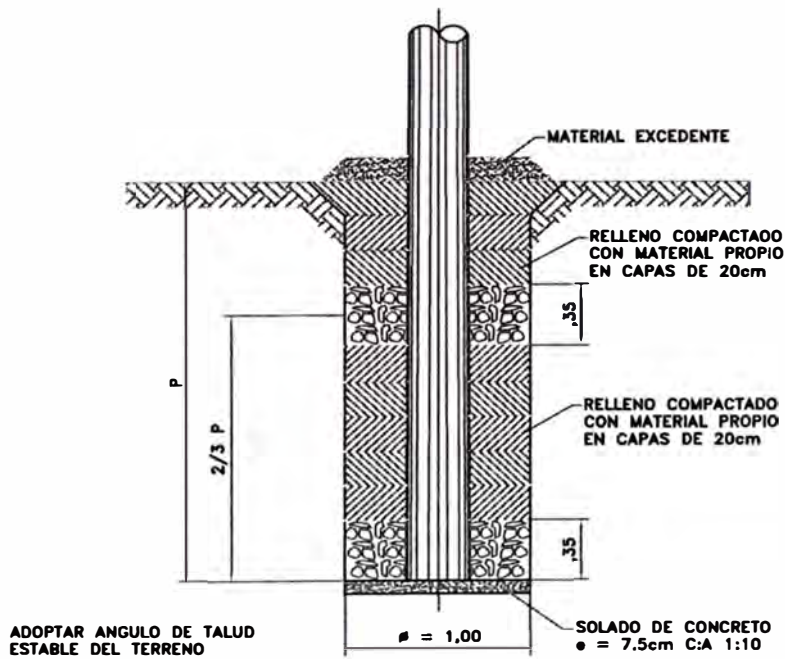
DISEÑO: E. ESCOBEDO A. REVISÓ: J. RODRIGUEZ H. DIBUJO: E. PINEDO N. FECHA: AGO-2002    ESC: 1:15	<b>DETALLE DE RETENIDA</b>	LAMINA N°: 09
---	----------------------------	------------------

**CIMENTACION TIPO CM1**  
**TERRENO NORMAL**



POSTE 55'	P = 2.30m
POSTE 60'	P = 2.45m

**CIMENTACION TIPO CM2**  
**TERRENO ROCOSO**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

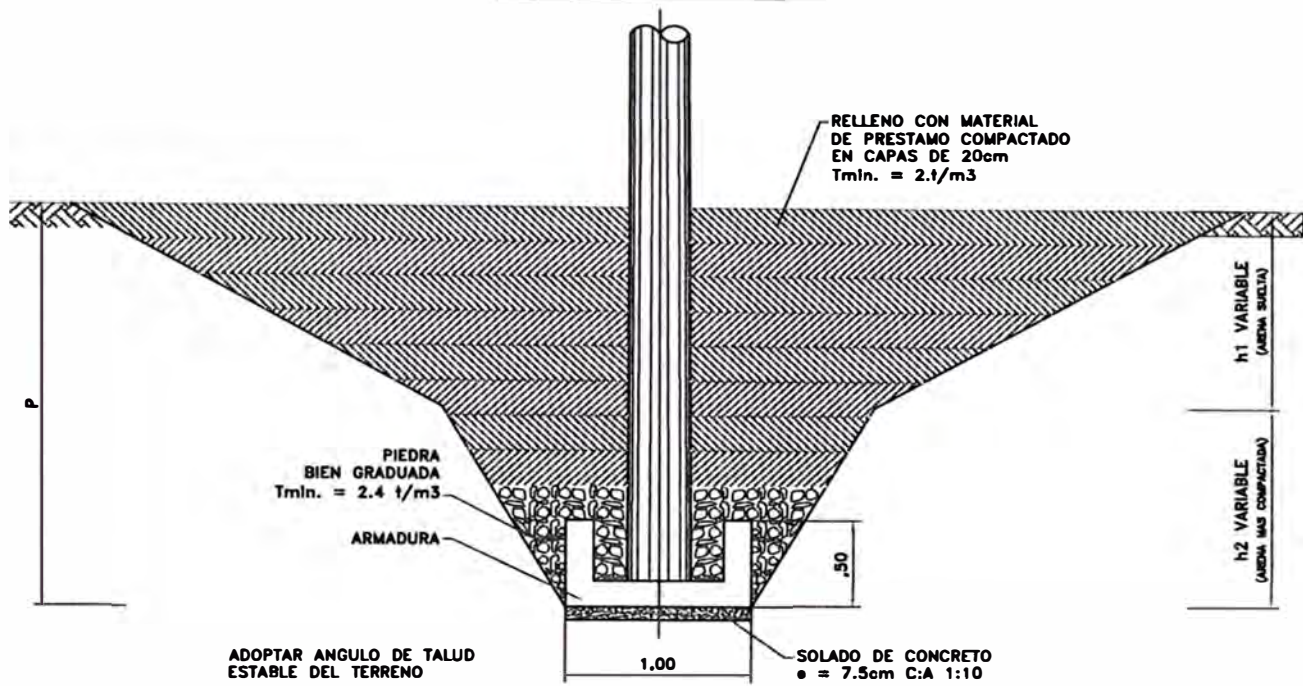
DISENO:	E. ESCOBEDO A.
REVISO:	J. RODRIGUEZ H.
DEBIDO:	E. PINEDO N.
FEDTA:	AGD-2002
ESC:	1:40

**DETALLE DE CIMENTACION**  
**EN TERRENO NORMAL Y ROCOSO**  
**TIPO CM1 Y CM2**

LAMINA N°:

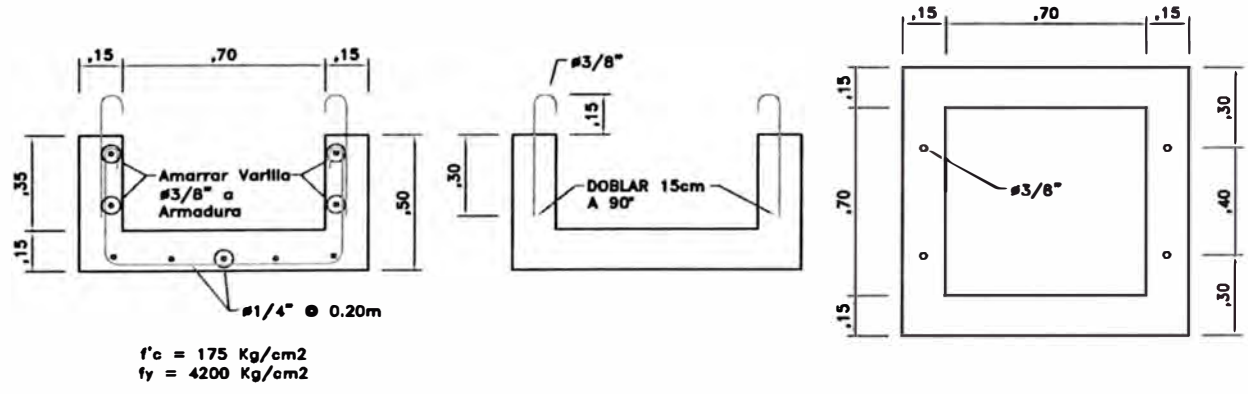
10

**CIMENTACION TIPO CM3**



POSTE 55'	P = 2.30m
POSTE 60'	P = 2.45m

**DETALLE DE ARMADURA**  
ESC. 1:25



$f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$   
 $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

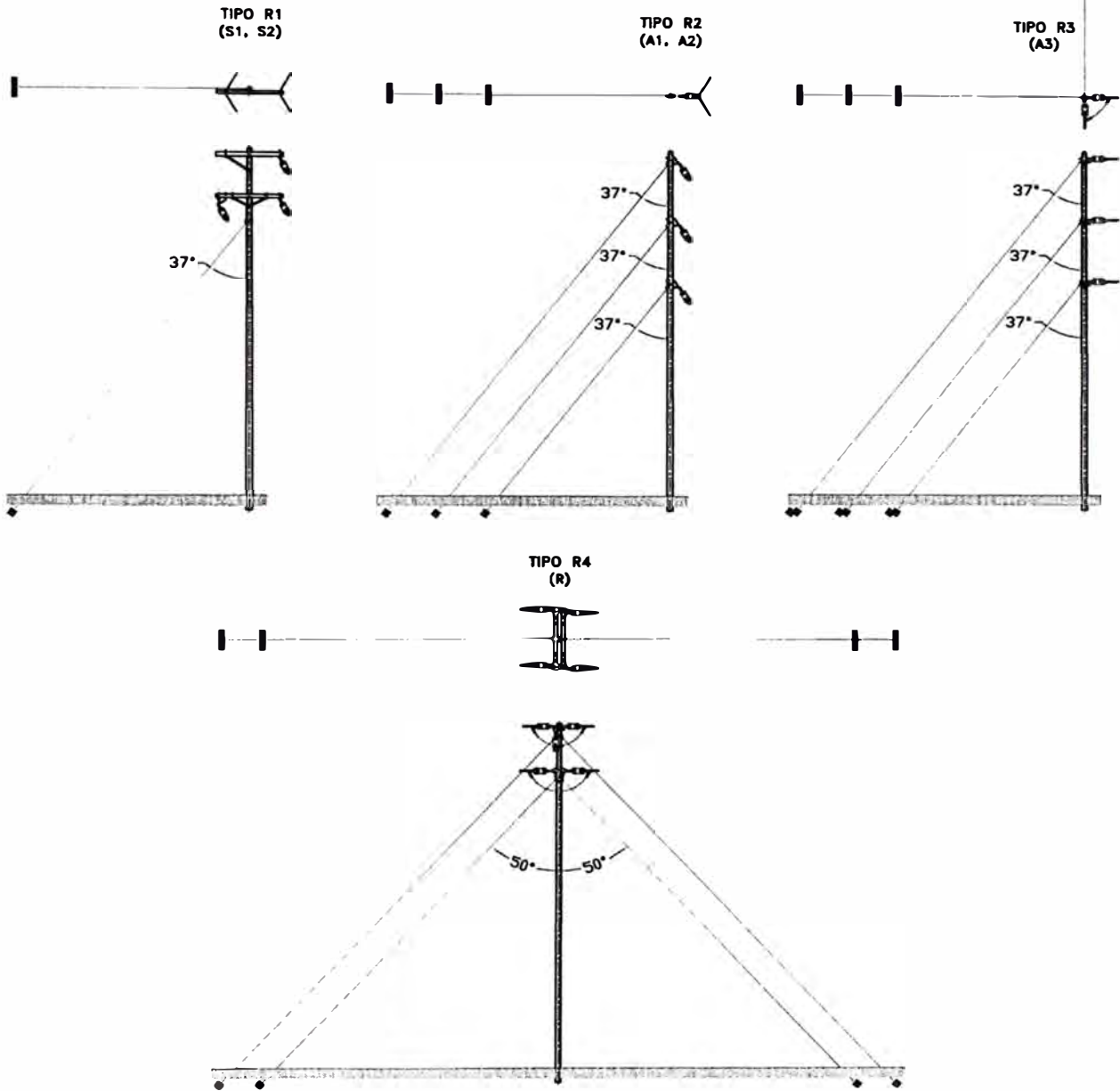
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

DISEÑO:	E. ESCOBEDO A.
REVISÓ:	J. RODRIGUEZ H.
DEBUIÓ:	E. PINEDO N.
FECHA:	AGO-2002
ESC:	1:40

DETALLE DE CIMENTACION  
EN TERRENO EXCESIVAMENTE  
SUELTO TIPO CM3

LAMINA N°:

11



**NOTA:**

- LAS ESTRUCTURAS TIPO S1, S2, A1, A2 y A3 : EL ANGULO DE LAS RETENIDAS CON EL EJE VERTICAL DEL POSTE ES DE 37°.
- LA ESTRUCTURA TIPO R : EL ANGULO DE LAS RETENIDAS CON EL EJE VERTICAL DEL POSTE ES DE 50°.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

DISEÑO: E. ESCOBEDO A.  
 REVISO: J. RODRIGUEZ H.  
 DIBUJO: E. PINEDO N.  
 FECHA: AGO-2002      ESC: 1:300

TIPOS DE RETENIDAS

LAMINA N°:

12

**ANEXO B**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>Análisis de precios unitarios</b>							
<b>Obra</b>	1001002	EMPRESA EJECUTORA 01					
<b>Fórmula</b>	03	OBRAS CIVILES. MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO					
<b>Partida</b>	01.01	REPLANTEO Y VERIFICACION TOPOGRAFICA					
<b>Rendimiento</b>	0.93	54.15	H.M.	H.M.	28.77	<b>Costo unitario directo por : KM</b>	<b>291.50</b>
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
<b>Mano de Obra</b>							
470032	TOPOGRAFO	HHH	1.00	8.60	4.00	34.41	
470101	CAPATAZ	HHH	0.50	4.30	4.00	17.20	
470103	OFICIAL	HHH	2.00	17.20	2.14	36.82	
470104	PEON	HHH	2.00	17.20	1.93	33.20	
						<b>121.63</b>	
<b>Materiales</b>							
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		1.00	7.57	7.57	
435101	ESTACA	UND		50.00	0.17	8.50	
541190	PINTURA ESMALTE	GLN		0.10	8.51	0.85	
800202	BANDEROLAS.	UND		0.30	5.82	1.75	
						<b>18.67</b>	
<b>Equipos</b>							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	121.63	6.08	
370434	MOTOSIERRA DE 30"	HM	1.00	8.60	0.90	7.74	
481012	CAMIONETA 4 X 4	HM	1.00	8.60	10.00	86.02	
488901	EQUIPO DE TOPOGRAFIA	HM	1.00	8.60	5.97	51.36	
						<b>151.20</b>	

<b>Análisis de precios unitarios</b>							
<b>Obra</b>	1001002	EMPRESA EJECUTORA 01					
<b>Fórmula</b>	03	OBRAS CIVILES. MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO					
<b>Partida</b>	01.02	ESTUDIO GEOTECNICO					
<b>Rendimiento</b>	0.24 PTO/DIA	46.50	H.H.	H.M.	11.90	<b>Costo unitario directo por : PTO</b>	<b>1,515.96</b>
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
<b>Mano de Obra</b>							
470037	GEOLOGO	HHH	1.00	33.33	10.00	333.33	
470048	TECNICO EN MECANICA DE SUELOS	HHH	1.00	33.33	5.00	166.67	
470104	PEON	HHH	2.00	66.67	1.93	128.67	
						<b>628.67</b>	
<b>Materiales</b>							
375419	CALICATA ( \$ 25.00 x ml)	UND		1.00	41.90	41.90	
375420	PUNTO DE S.P.T. ( \$ 50.00 x ml)	PTO		1.00	87.30	87.30	
390500	AGUA	M3		0.75	4.07	3.05	
391508	ENSAYOS DE LABORATORIO STANDAR	UND		1.00	69.84	69.84	
391509	ENSAYOS DE LABORATORIO ESPECIALES	UND		1.00	69.84	69.84	
391510	ENSAYOS QUIMICOS	UND		1.00	34.92	34.92	
391511	MUESTREO	UND		1.00	17.46	17.46	
391512	MATERIAL VARIOS	EST		1.40	34.92	48.89	
						<b>373.20</b>	
<b>Equipos</b>							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	628.67	31.43	
481012	CAMIONETA 4 X 4	HM	1.00	33.33	10.00	333.33	
481384	CAMION 3 TON.	HM	0.50	16.67	8.96	149.33	
						<b>514.09</b>	







<b>Análisis de precios unitarios</b>							
<b>Obra</b>	1001002	EMPRESA EJECUTORA 01					
<b>Fórmula</b>	03	OBRAS CIVILES, MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO					
<b>Partida</b>	<b>02.03</b>	<b>CAMINO DE ACCESO EN TERRENO ONDULADO SUELTO (ARENOSO)</b>					
<b>Rendimiento</b>	0.31 KM/DIA	33.61	H.H.	H.M.	16.71	<b>Costo unitario directo por : KM</b>	<b>2,696.84</b>
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
<b>Mano de Obra</b>							
470032	TOPOGRAFO	HH	1.00	25.81	4.00	103.23	
470101	CAPATAZ	HH	1.00	25.81	4.00	103.23	
470104	PEON	HH	5.00	129.03	1.93	249.03	
							<b>455.49</b>
<b>Equipos</b>							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	455.49	22.77	
481301	CAMION PLATAFORMA 4X2 . 122 HP, 8 TN	HM	1.00	25.81	25.00	645.16	
488901	EQUIPO DE TOPOGRAFIA	HM	1.00	25.81	5.97	154.06	
490814	TRACTOR CAT D6-D 140 HP	HM	1.00	25.81	55.00	1.419.36	
							<b>2,241.35</b>

<b>Análisis de precios unitarios</b>							
<b>Obra</b>	1001002	EMPRESA EJECUTORA 01					
<b>Fórmula</b>	03	OBRAS CIVILES, MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO					
<b>Partida</b>	<b>02.04</b>	<b>CAMINO DE HERRADURA</b>					
<b>Rendimiento</b>	0.20 KM/DIA	240.00	H.H.	H.M.	65.82	<b>Costo unitario directo por : KM</b>	<b>900.62</b>
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
<b>Mano de Obra</b>							
470102	OPERARIO	HH	1.00	40.00	3.26	130.40	
470104	PEON	HH	5.00	200.00	1.93	386.00	
							<b>516.40</b>
<b>Equipos</b>							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	516.40	25.82	
481384	CAMION 3 TON.	HM	1.00	40.00	8.96	358.40	
							<b>384.22</b>

<b>Análisis de precios unitarios</b>							
<b>Obra</b>	1001002	EMPRESA EJECUTORA 01					
<b>Fórmula</b>	03	OBRAS CIVILES, MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO					
<b>Partida</b>	<b>03.01</b>	<b>POSTE DE 60 PIES EN TERRENO NORMAL (TIPO CM1)</b>					
<b>Rendimiento</b>	16.00 UND/DIA	4.59	H.H.	H.M.	0.43	<b>Costo unitario directo por : UND</b>	<b>309.87</b>
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
<b>Materiales</b>							
053084	RELLENO CON MATERIAL PROPIO Y DE PRESTAMO	M3		3.42	12.35	42.24	
053085	RELLENO CON PIEDRA GRANDE	M3		1.08	20.60	22.25	
219942	SOLADO FC=80 KG/CM2	M3		0.06	60.91	3.65	
474004	EXCAVACION EN TERRENO NORMAL	M3		4.50	11.28	50.76	
810401	INSTALACION DE POSTE DE MADERA TRATADA DE PIN	UND		1.00	190.97	190.97	
							<b>309.87</b>

<b>Análisis de precios unitarios</b>						
<b>Obra</b>	1001002	EMPRESA EJECUTORA 01				
<b>Fórmula</b>	03	OBRAS CIVILES, MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO				
<b>Partida</b>	<b>03.02</b>	<b>POSTE DE 55 PIES EN TERRENO NORMAL (TIPO CM1)</b>				
<b>Rendimiento</b>	16.00 UND/DIA	115.98	H.H.	H.M.	25.72	<b>Costo unitario directo por : UND 302.78</b>
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Materiales</b>						
053084	RELLENO CON MATERIAL PROPIO Y DE PRESTAMO	M3		3.21	12.35	39.64
053085	RELLENO CON PIEDRA GRANDE	M3		1.01	20.60	20.81
219942	SOLADO F'C=80 KG/CM2	M3		0.06	60.91	3.65
474004	EXCAVACION EN TERRENO NORMAL	M3		4.23	11.28	47.71
810401	INSTALACION DE POSTE DE MADERA TRATADA DE PIN	UND		1.00	190.97	190.97
						<b>302.78</b>

<b>Análisis de precios unitarios</b>						
<b>Obra</b>	1001002	EMPRESA EJECUTORA 01				
<b>Fórmula</b>	03	OBRAS CIVILES, MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO				
<b>Partida</b>	<b>03.03</b>	<b>POSTE DE 55 PIES EN TERRENO SUELTO (TIPO CM3)</b>				
<b>Rendimiento</b>	7.50 UND/DIA	127.99	H.H.	H.M.	52.52	<b>Costo unitario directo por : UND 555.85</b>
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Materiales</b>						
030311	FIERRO FY=4200 KG/CM2 PARA FUNDACIONES	KG		25.00	1.13	28.25
053084	RELLENO CON MATERIAL PROPIO Y DE PRESTAMO	M3		10.62	12.35	131.16
053085	RELLENO CON PIEDRA GRANDE	M3		0.70	20.60	14.42
219940	CONCRETO SIMPLE F'C=175 KG/CM2	M3		0.33	110.26	36.39
219942	SOLADO F'C=80 KG/CM2	M3		0.06	60.91	3.65
474003	EXCAVACIONES EN TERRENO SUELTO TIPO 1	M3		11.32	13.34	151.01
810401	INSTALACION DE POSTE DE MADERA TRATADA DE PIN	UND		1.00	190.97	190.97
						<b>555.85</b>

<b>Análisis de precios unitarios</b>						
<b>Obra</b>	1001002	EMPRESA EJECUTORA 01				
<b>Fórmula</b>	03	OBRAS CIVILES, MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO				
<b>Partida</b>	<b>04.01</b>	<b>ARMADO DE ESTRUCTURA TIPO "S", "S1" Y "S2"</b>				
<b>Rendimiento</b>	5.58 UND/DIA	14.34	H.H.	H.M.	3.53	<b>Costo unitario directo por : UND 57.02</b>
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	1.00	1.43	4.00	5.73
470102	OPERARIO	HH	6.00	8.60	3.26	28.04
470104	PEON	HH	3.00	4.30	1.93	8.30
						<b>42.07</b>
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	42.07	2.10
481384	CAMION 3 TON.	HM	1.00	1.43	8.96	12.85
						<b>14.95</b>

<b>Análisis de precios unitarios</b>							
<b>Obra</b>	1001002	EMPRESA EJECUTORA 01					
<b>Fórmula</b>	03	OBRAS CIVILES. MONTAJE. PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO					
<b>Partida</b>	<b>04.02</b>	<b>ARMADO DE ESTRUCTURA TIPO "A1" Y "A2"</b>					
<b>Rendimiento</b>	13.02 UN/DIA	6.14	H.H.	H.M.	1.51	<b>Costo unitario directo por : UND</b>	<b>24.45</b>
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
<b>Mano de Obra</b>							
470101	CAPATAZ.	HH	1.00	0.61	4.00	2.46	
470102	OPERARIO	HH	6.00	3.69	3.26	12.02	
470104	PEON	HH	3.00	1.84	1.93	3.56	
							<b>18.04</b>
<b>Equipos</b>							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	18.04	0.90	
481384	CAMION 3 TON.	HM	1.00	0.61	8.96	5.51	
							<b>6.41</b>

<b>Análisis de precios unitarios</b>							
<b>Obra</b>	1001002	EMPRESA EJECUTORA 01					
<b>Fórmula</b>	03	OBRAS CIVILES. MONTAJE. PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO					
<b>Partida</b>	<b>04.03</b>	<b>ARMADO DE ESTRUCTURA TIPO "A3"</b>					
<b>Rendimiento</b>	13.02 UN/DIA	6.14	H.H.	H.M.	1.51	<b>Costo unitario directo por : UND</b>	<b>24.45</b>
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
<b>Mano de Obra</b>							
470101	CAPATAZ.	HH	1.00	0.61	4.00	2.46	
470102	OPERARIO	HH	6.00	3.69	3.26	12.02	
470104	PEON	HH	3.00	1.84	1.93	3.56	
							<b>18.04</b>
<b>Equipos</b>							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	18.04	0.90	
481384	CAMION 3 TON.	HM	1.00	0.61	8.96	5.51	
							<b>6.41</b>

<b>Análisis de precios unitarios</b>							
<b>Obra</b>	1001002	EMPRESA EJECUTORA 01					
<b>Fórmula</b>	03	OBRAS CIVILES. MONTAJE. PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO					
<b>Partida</b>	<b>04.04</b>	<b>ARMADO DE ESTRUCTURA TIPO "R"</b>					
<b>Rendimiento</b>	5.58 UN/DIA	14.34	H.H.	H.M.	3.53	<b>Costo unitario directo por : UND</b>	<b>57.02</b>
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
<b>Mano de Obra</b>							
470101	CAPATAZ.	HH	1.00	1.43	4.00	5.73	
470102	OPERARIO	HH	6.00	8.60	3.26	28.04	
470104	PEON	HH	3.00	4.30	1.93	8.30	
							<b>42.07</b>
<b>Equipos</b>							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	42.07	2.10	
481384	CAMION 3 TON.	HM	1.00	1.43	8.96	12.85	
							<b>14.95</b>

<b>Análisis de precios unitarios</b>							
<b>Obra</b>	1001002	EMPRESA EJECUTORA 01					
<b>Fórmula</b>	03	OBRAS CIVILES, MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO					
<b>Partida</b>	04.05	ARMADO DE ESTRUCTURA TIPO "H1"					
<b>Rendimiento</b>	5.58 UND/DIA	21.51	H.H.	H.M.	4.24	<b>Costo unitario directo por : UND</b>	<b>71.56</b>
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
<b>Mano de Obra</b>							
470101	CAPATAZ	HH	1.00	1.43	4.00	5.73	
470102	OPERARIO	HH	6.00	8.60	3.26	28.04	
470104	PEON	HH	8.00	11.47	1.93	22.14	
						<b>55.91</b>	
<b>Equipos</b>							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	55.91	2.80	
481384	CAMION 3 TON.	HM	1.00	1.43	8.96	12.85	
						<b>15.65</b>	

<b>Análisis de precios unitarios</b>							
<b>Obra</b>	1001002	EMPRESA EJECUTORA 01					
<b>Fórmula</b>	03	OBRAS CIVILES, MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO					
<b>Partida</b>	05.01	MONTAJE DE CADENAS DE AISLADORES DE SUSPENSION					
<b>Rendimiento</b>	16.74 UND/DIA	5.88	H.H.	H.M.	1.47	<b>Costo unitario directo por : UND</b>	<b>22.99</b>
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
<b>Mano de Obra</b>							
470102	OPERARIO	HH	3.00	1.43	3.26	4.67	
470103	OFICIAL	HH	3.00	1.43	2.14	3.07	
470104	PEON	HH	3.00	1.43	1.93	2.77	
						<b>10.51</b>	
<b>Equipos</b>							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	10.51	0.53	
480436	CAMION UNIMOG 4x4 120 HP, TODO TERRENO	HM	1.00	0.48	25.00	11.95	
						<b>12.48</b>	

<b>Análisis de precios unitarios</b>							
<b>Obra</b>	1001002	EMPRESA EJECUTORA 01					
<b>Fórmula</b>	03	OBRAS CIVILES, MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO					
<b>Partida</b>	05.02	MONTAJE DE CADENAS DE AISLADORES DE ANCLAJE					
<b>Rendimiento</b>	16.74 UND/DIA	9.08	H.H.	H.M.	1.38	<b>Costo unitario directo por : UND</b>	<b>22.99</b>
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
<b>Mano de Obra</b>							
470102	OPERARIO	HH	3.00	1.43	3.26	4.67	
470103	OFICIAL	HH	3.00	1.43	2.14	3.07	
470104	PEON	HH	3.00	1.43	1.93	2.77	
						<b>10.51</b>	
<b>Equipos</b>							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	10.51	0.53	
480436	CAMION UNIMOG 4x4 120 HP, TODO TERRENO	HM	1.00	0.48	25.00	11.95	
						<b>12.48</b>	

<b>Análisis de precios unitarios</b>						
<b>Obra</b>	1001002	EMPRESA EJECUTORA 01				
<b>Fórmula</b>	03	OBRAS CIVILES, MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO				
<b>Partida</b>	<b>06.01</b>	<b>CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO 120 MM2</b>				
<b>Rendimiento</b>	1.95 KM/DIA	177.44	H.H.	I.L.M.	71.57	<b>Costo unitario directo por : KM 1,031.04</b>
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470032	TOPOGRAFO	HH	0.25	1.03	4.00	4.10
470101	CAPATAZ	HH	4.00	16.41	4.00	65.64
470102	OPERARIO	HH	10.00	41.03	3.26	133.74
470103	OFICIAL	HH	4.00	16.41	2.14	35.12
470104	PEON	HH	25.00	102.56	1.93	197.95
						<b>436.55</b>
<b>Materiales</b>						
300811	CABLE DE ACERO	M		0.20	5.82	1.16
379950	SOGA DE MANILA	KG		0.50	5.53	2.77
430031	PALO DE EUCALIPTO	UND		0.75	11.64	8.73
						<b>12.66</b>
<b>Equipos</b>						
300297	ACCESORIOS TENDIDO (POLEAS, CORDINA, MEDIAS)	HM	1.00	4.10	10.00	41.03
305511	TEODOLITO	HM	0.25	1.03	2.50	2.56
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	436.55	21.83
375722	PRESA HIDRAULICA PARA C/MOTOR A GASOLINA	HM	1.00	4.10	2.45	10.05
378002	EQUIPO DE TENDIDO DE CONDUCTOR	HM	1.00	4.10	50.75	208.21
378005	DINAMOMETRO DE 500 KG	HM	0.25	1.03	1.20	1.23
391103	RADIOS	HM	5.00	20.51	0.45	9.23
480436	CAMION UNIMOG 4x4 120 HP, TODO TERRENO	HM	0.88	3.59	25.00	89.74
481302	CAMION PLATAFORMA 4X2 .178-210 HP, 12 TN	HM	0.25	1.03	30.00	30.77
481384	CAMION 3 TON.	HM	1.00	4.10	8.96	36.76
489703	TECLE MANUAL DE 3 TON.	HM	0.50	2.05	3.58	7.34
493406	CAMION GRUA 6 TN	HM	1.00	4.10	30.00	123.08
						<b>581.83</b>

<b>Análisis de precios unitarios</b>						
<b>Obra</b>	1001002	EMPRESA EJECUTORA 01				
<b>Fórmula</b>	03	OBRAS CIVILES, MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO				
<b>Partida</b>	<b>07.01</b>	<b>AMORTIGUADOR PARA CONDUCTOR DE 120 MM2 - AAAC</b>				
<b>Rendimiento</b>	44.64 JGO/DIA	2.15	H.H.	I.L.M.	0.44	<b>Costo unitario directo por : JGO 7.12</b>
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470102	OPERARIO	HH	4.00	0.72	3.26	2.34
470103	OFICIAL	HH	4.00	0.72	2.14	1.53
470104	PEON	HH	4.00	0.72	1.93	1.38
						<b>5.25</b>
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	5.25	0.26
481384	CAMION 3 TON.	HM	1.00	0.18	8.96	1.61
						<b>1.87</b>

<b>Análisis de precios unitarios</b>						
<b>Obra</b>	1001002	EMPRESA EJECUTORA 01				
<b>Fórmula</b>	03	OBRAS CIVILES. MONTAJE. PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO				
<b>Partida</b>	08.01	INSTALACION DE JABALINAS DE COPPERWELD 5/8 x 8'				
<b>Rendimiento</b>	4.65 UND/DIA	10.32 H.H.	H.M.	3.69	<b>Costo unitario directo por : UND</b>	<b>37.48</b>
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470102	OPERARIO	HH	1.00	1.72	3.26	5.61
470104	PEON	HH	5.00	8.60	1.93	16.60
						<b>22.21</b>
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	22.21	1.11
481384	CAMION 3 TON.	HM	0.50	0.86	8.96	7.71
491022	PLANCHA COMPACTADORA VIBRAT. 7.0 HP	HM	1.00	1.72	3.75	6.45
						<b>15.27</b>

<b>Análisis de precios unitarios</b>						
<b>Obra</b>	1001002	EMPRESA EJECUTORA 01				
<b>Fórmula</b>	03	OBRAS CIVILES. MONTAJE. PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO				
<b>Partida</b>	08.02	INSTALACION DE CONDUCTOR DE COPPERWELD 2 AWG				
<b>Rendimiento</b>	0.24 KM/DIA	0.00 H.H.	H.M.	0.00	<b>Costo unitario directo por : KM</b>	<b>7,651.41</b>
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Materiales</b>						
053084	RELLENO CON MATERIAL PROPIO Y DE PRESTAMO	M3		300.00	12.35	3,705.00
474002	EXCAVACION SUELO NORMAL.	M3		300.00	12.60	3,780.00
810402	INSTALACION COND. PUESTA A TIERRA	KM		1.00	166.41	166.41
						<b>7,651.41</b>

<b>Análisis de precios unitarios</b>						
<b>Obra</b>	1001002	EMPRESA EJECUTORA 01				
<b>Fórmula</b>	03	OBRAS CIVILES. MONTAJE. PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO				
<b>Partida</b>	08.03	MEDICION DE RESISTIVIDAD Y RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA				
<b>Rendimiento</b>	3.72 UND/DIA	4.30 H.H.	H.M.	3.03	<b>Costo unitario directo por : UND</b>	<b>22.35</b>
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470102	OPERARIO	HH	1.00	2.15	3.26	7.01
470104	PEON	HH	1.00	2.15	1.93	4.15
						<b>11.16</b>
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	11.16	0.56
481384	CAMION 3 TON.	HM	0.25	0.54	8.96	4.82
810101	MEDIDOR DE PUESTA A TIERRA	HM	0.90	1.94	3.00	5.81
						<b>11.19</b>



<b>Análisis de precios unitarios</b>						
<b>Obra</b>	1001002	EMPRESA EJECUTORA 01				
<b>Fórmula</b>	03	OBRAS CIVILES, MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO				
<b>Partida</b>	09.01	INSTALACION DE CABLE DE RETENIDA Y ACCESORIOS				
<b>Rendimiento</b>	18.60 JGO/DIA	3.44 H.H.	H.M.	0.88	<b>Costo unitario directo por : JGO</b>	<b>13.23</b>
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470102	OPERARIO	HH	4.00	1.72	3.26	5.61
470104	PEON	HH	4.00	1.72	1.93	3.32
						<b>8.93</b>
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	8.93	0.45
481384	CAMION 3 TON.	HM	1.00	0.43	8.96	3.85
						<b>4.30</b>

<b>Análisis de precios unitarios</b>						
<b>Obra</b>	1001002	EMPRESA EJECUTORA 01				
<b>Fórmula</b>	03	OBRAS CIVILES, MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO				
<b>Partida</b>	09.02	INSTALACION DE VARILLAS DE ANCLAJE Y BLOQUE DE CONCRETO				
<b>Rendimiento</b>	4.65 UND/DIA	12.04 H.H.	H.M.	3.11	<b>Costo unitario directo por : UND</b>	<b>94.52</b>
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470102	OPERARIO	HH	2.00	3.44	3.26	11.22
470104	PEON	HH	5.00	8.60	1.93	16.60
						<b>27.82</b>
<b>Materiales</b>						
053084	RELLENO CON MATERIAL PROPIO Y DE PRESTAMO	M3		2.00	12.35	24.70
474002	EXCAVACION SUELO NORMAL	M3		2.00	12.60	25.20
						<b>49.90</b>
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	27.82	1.39
481384	CAMION 3 TON.	HM	1.00	1.72	8.96	15.41
						<b>16.80</b>

<b>Análisis de precios unitarios</b>						
<b>Obra</b>	1001002	EMPRESA EJECUTORA 01				
<b>Fórmula</b>	03	OBRAS CIVILES, MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO				
<b>Partida</b>	10.01	INGENIERIA DE DETALLE (INCLUYE ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL)				
<b>Rendimiento</b>	10.00 GLB/DIA	2.00 H.H.	H.M.	0.00	<b>Costo unitario directo por : GLB</b>	<b>19,017.31</b>
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
810102	INGENIERIA DE DETALLE	GLB		1.00	11,877.48	11,877.48
810103	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	GLB		1.00	7,139.83	7,139.83
						<b>19,017.31</b>

<b>Análisis de precios unitarios</b>						
<b>Obra</b>	1001002	EMPRESA EJECUTORA 01				
<b>Fórmula</b>	03	OBRAS CIVILES, MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO				
<b>Partida</b>	11.01	REVISION FINAL, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO				
<b>Rendimiento</b>	0.03 GLB/DIA	1.066.67	H.H.	H.M.	999.34	<b>Costo unitario directo por : GLB 10,493.94</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de Obra</b>						
470051	TECNICO ELECTROMECHANICO	HH	1.00	266.67	6.50	1,733.33
470102	OPERARIO	HH	2.00	533.33	3.26	1,738.67
470104	PEON	HH	1.00	266.67	1.93	514.67
						<b>3,986.67</b>
<b>Materiales</b>						
391512	MATERIAL VARIOS	EST		5.00	34.92	174.60
						<b>174.60</b>
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	3,986.67	199.33
481012	CAMIONETA 4 X 4	HM	1.00	266.67	10.00	2,666.67
488903	EQUIPO DE PRUEBAS	HM	1.00	266.67	10.00	2,666.67
810101	MEDIDOR DE PUESTA A TIERRA	HM	1.00	266.67	3.00	800.00
						<b>6,332.67</b>

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Juan Bautista Ríos, “Diseño de Líneas de Transmisión en Mediana y Alta Tensión”.
2. Gilberto Enríquez Harper, “Líneas de Transmisión en Mediana y Alta Tensión”.
3. Luis Moreno Figueroa, “Diseño de Líneas de Transmisión Aérea de Altas Tensiones”.
4. Grupo S10, “Guía del Usuario del Módulo de Presupuestos del S10 versión 2.0 para Windows”.
5. Recopilación de información de Presupuestos y Análisis de Precios Unitarios correspondiente a la Ejecución de una Línea de Transmisión en 60 kV. con Postes de Madera.