

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

**MINICENTRAL HIDROELECTRICA - MICH
MUNICIPIO DE LA MACARENA - META**

1993

**MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA - MME
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA - ICEL**

**MINICENTRAL HIDROELECTRICA - MCH
MUNICIPIO LA MACARENA - META**

LINEA DE TRANSMISION ELECTRICA

INFORME No. 8

**STRYCON LTDA
Ingenieros Consultores
Santafé de Bogotá, D. C., Octubre de 1993**

MEMORANDO DE DISEÑO No. 8

LINEA DE TRANSMISION ELECTRICA

TABLA DE CONTENIDO

- 8.1 GENERALIDADES
- 8.2 PARAMETROS DE DISEÑO
- 8.3 DISEÑO ELECTRICO
- 8.4 DISEÑO MECANICO
- 8.5 PLANTILLADO
- 8.6 SUBESTACION
- 8.7 EQUIPOS
- 8.8 MEMORIAS DE DISEÑO
- 8.9 CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO
- 8.10 ANEXO

MEMORANDO DE DISEÑO No. 8

LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA

8.1. Generalidades

La forma confiable de obtener el abastecimiento de energía está en la conexión a los equipos de generación de la MCH sobre el Caño Canoas, a partir de la casa de máquinas y mediante una línea de subtransmisión a 34.5 KV, que llega hasta la subestación ubicada en el casco urbano de La Macarena.

De acuerdo con el criterio del Ministerio de Minas y Energía, MME, del Instituto Colombiano de Energía Eléctrica ICEL y los resultados de éste diseño, se estableció que la cantidad de servicio solicitado es para los primeros 9 años del período de predicción de 300 KW y de 600 KW en el horizonte de 16 años.

8.1.1. Alimentación desde la MCH en Caño Canoas

Sirve para las cargas consideradas en el proyecto, en los primeros nueve años 100% hasta 300 KW y en un 60% para 300 KW adicionales en períodos de verano, esto sin considerar un programa de Uso Racional de la Energía. Durante el invierno el servicio es del 100% de la demanda.

8.1.2. Alimentación desde la Planta Diesel en La Macarena

Sirve para las cargas consideradas en el proyecto a corto plazo, hasta 300 KW

8.1.3. Alimentación desde la MCH en Canoas y adición con la planta de 300 KVA.

En el diagrama unifilar simplificado que se muestra a continuación, se tiene el sistema eléctrico deseable.

8.2 Parámetros de diseño

8.2.1. Oferta máxima de potencia

La capacidad a instalar para la fase I en la MCH de Canoas, es de 300 kW (375 KVA, FP=0.8). Adicionalmente se cuenta en la actualidad con la Planta Diesel de La Macarena con capacidad nominal de 300 KW.

8.2.2 Regulación de voltaje

La caída de voltaje considerada desde el punto de generación de la MCH hasta el casco urbano de La Macarena, se establece menor al 3% (Para cálculo de conductores).

8.2.3 Períodos de predicción

Los períodos de predicción están de acuerdo con las fases consideradas en la demanda de energía y vida útil de equipos e instalaciones:

Fase 1 : Años 0 a 9
Fase 2 : Años 9 a 16 (Ver Tabla No. 1)

8.2.4 Crecimiento de la demanda

Las cargas eléctricas se consideran crecientes de acuerdo con la curva de demanda estimada.

8.2.5 Factores característicos

Estos factores definen las características de las cargas y las de funcionamiento de las plantas, para el proyecto se consideran las siguientes:

A. Capacidad instalada:

MCH Canoas	:	fase 1	300 KW
		fase 2	600 KW

B. Factor de Potencia

La incidencia más importante de este factor está en la capacidad y economía del servicio eléctrico. El factor de potencia de las plantas es de 0.8 atrasado y en caso de requerirse se deberá corregir hasta por lo mínimo 0.9, mediante la instalación de condensadores.

C. Factor de carga

La relación entre la carga promedio y la carga pico se ha asumido, de acuerdo a experiencias anteriores, en 0.5, previendo un horario de servicio durante 24 horas continuas, salvo paradas por mantenimiento. Esto asegura que la potencia seleccionada de 300 KW sirve para cubrir los picos hasta el año 9.

D. Factor de simultaneidad

El indicativo de la coincidencia en el uso de las cargas instaladas por los usuarios se asume de acuerdo a estadísticas del sector eléctrico, en 0.33

E. Factor de utilización

La utilización máxima de las instalaciones, referidas a la MCH, durante la primera fase del proyecto se calcula cercana a 0.8 (240 KW), si se conectan masivamente los usuarios.

F. Factor de Planta

La utilización promedio esperada de la instalación, referida a la fase 1 de la MCH, se estima cercana a 0.5 (conforme a las anteriores hipótesis), si se conectan masivamente los usuarios.

G. Corrientes de cortocircuito

Los valores de las corrientes de cortocircuito son importantes por los esfuerzos dinámicos y térmicos que ellas originan en los elementos, equipos y máquinas de las instalaciones.

Por el tamaño de los equipos de transformación existentes, se calcula una corriente de cortocircuito por fase del proyecto, equivalente a 187.5 MVA referidas a los voltajes de barras que correspondan.

Icc en lado B.T de la MCH

$$I_{cc} = 187.5 \text{ MVA} / 1.732 \times 4.16 \text{ KV} = 26.02 \text{ KA} = 25 \text{ KA a } 4160 \text{ V}$$

En este caso particular se recomienda utilizar todas las protecciones con una capacidad de ruptura mínima de 25 KA a 4160 V por la cercanía al barraje de 4160 V

En el anexo se presenta el cálculo de niveles de cortocircuito para la turbina, generador y el conductor de acuerdo con las características del proyecto.

8.3 Diseño Eléctrico

El diseño eléctrico contiene toda la información característica y los cálculos necesarios para determinar el comportamiento de las instalaciones en el sistema.

8.3.1. Voltajes

Los voltajes de servicios seleccionados para el suministro de energía son como siguen:

A. Generación MCH

$$V = 4.16 \text{ KV}$$

B. Línea de subtransmisión Canoas - La Macarena

$$V = 34.5 \text{ KV}$$

D. Redes de distribución

$$V = 13.8 \text{ KV}$$

E. Generación Planta Diesel

$$V = 440 \text{ V}$$

F. Servicios auxiliares

$$V = 220 \text{ V}$$

8.3.2. Potencia eléctrica

La potencia nominal máxima, por fase de proyecto es:

A. Generación MCH

$$I = 375 \text{ KVA} / 1.732 \times 4.16 \text{ KV} = 52 \text{ A}$$

B. Línea de subtransmisión a 34.5 KV

$$I = 6.3 \text{ A para la primera fase}$$

C. Línea de distribución para 220 V

$$I \text{ máxima} = 39.4 \text{ A}$$

E. Generación Planta Diesel

$$375 \text{ KVA} \quad I = 492 \text{ A}$$

F. Servicios auxiliares

15 KVA I = 39,4 A

8.3.3 Distancia de los alimentadores

La longitud del circuito de subtransmisión a 34.5 KV desde el punto de generación hasta la subestación en el casco urbano de La Macarena es de 33.5 Kms.

8.3.4 Selección del conductor

La selección del conductor, teniendo en cuenta los valores de regulación deseados, y la determinación de su diámetro mínimo a utilizar eléctricamente, se hace de la comparación entre una gama preseleccionada, con los siguientes criterios:

1. No debe sobrepasar el límite térmico
2. La regulación hasta el punto más alejado no debe exceder del 3%
3. Debe ser el conductor económico
4. El porcentaje de pérdidas de potencia debe ser menor que el 7%

8.3.5 Cálculo de regulación de voltaje

$$E\% = M * K$$

$$E\% = 3\% < KVA * km (r \cos FP + x \sin FP) / 10(KV)^2$$

Para 34.5 KV y L = 33.5 Km, E% < 3%

r = resistencia unitaria conductor (52/km) a 50°C
x = Reactancia inductiva

Se prevee el período de predicción de más de 15 años o sea 750 KVA (600KW, FP=0.8)

$$M = 750 \times 33.5 = 25125 \text{ KVA-Km}$$

Para este valor se encuentra que un conductor 1/0 ACSR cumple las condiciones (Ver Normas del ICEL)

Entonces se selecciona un conductor 1/0 ACSR

8.3.6 Selección de ruta

Habiéndose establecido el nivel de voltaje a utilizar, la selección de ruta es el

resultado de un análisis para determinar la que tiene el menor costo y problemas, obteniendo una solución técnica y económica.

Teniendo en cuenta el reconocimiento fotogramétrico de la zona y con base en los planos geográficos y de levantamiento, se hace el perfil con las curvas indicadas y teniendo en cuenta obstáculos, accesibilidad y la menor distancia.

El corredor escogido para la construcción de la línea de transmisión de la subestación ubicada en la casa de máquinas hasta la subestación en la cabecera municipal, se seleccionó evitando zonas boscosas y escarpes o zonas de erosión activa que amenazaran la estabilidad de las estructuras.

En general, el corredor tiende a tomar las partes altas de este sector de la Sierra, donde la vegetación natural es mínima, presentándose amplios afloramientos de roca. La ausencia de suelos vegetales y suelos residuales es casi absoluta por lo que la fundación de los elementos de soporte se hará directamente sobre roca, garantizándose buena estabilidad. (Ver dibujos 1 a 7)

La ruta escogida para la línea desde la casa de máquinas de Canoas, es circuito sencillo a 34.5 KV hasta la cabecera municipal.

8.3.7 Nivel de Aislamiento

El aislamiento en los soportes es tal que no ocurran flaneos debidos a sobretensiones de frecuencia nominal y por tanto los aisladores son seleccionados para 35 KV

8.4 Diseño Mecánico

El diseño mecánico de la línea comprende el cálculo y la selección mecánica del conductor y de las estructuras

8.4.1 Cálculo mecánico del conductor

Tiene por objeto comprobar si el conductor seleccionado sirve o no debido al cambio de condiciones de temperatura y viento

A. Condiciones

$$V = 100 \text{ Km/h}$$

T min = 15°C
T máx = 35°C
T prom = 27°C
Altura sobre el nivel del mar máx. 475 m

B. Vano crítico

Conductor ACSR No. 1/0 AWG

Tr = 1940 Kg
PV = 0,0042 VE2/1000 (kg/m)
PV = 0,0042 x 100E2 x 10,11/1000 = 0,425
W = 215,9 Kg/m
PV2 < 3 W2 no hay vano crítico

h = 1.000
1 km

Según las normas de Electrificación Rural del ICEL, el vano crítico para cambio de condiciones de 20 °C es de 600 m.

8.4.2 Estructuras

Las estructuras son seleccionadas a partir de las típicas ICEL, (Ver dibujos PLT-01 al PLT-07), con las siguientes características:

Circuito Simple
Vano aproximado 500m
Crucetas metálicas

8.5 Plantillado

8.5.1 Generalidades

La localización de las estructuras se realiza de acuerdo con el perfil topográfico, en el cual se utiliza la plantilla de flechas correspondiente

8.5.2 Distancia de seguridad

Entre conductores mín,	1,8 m /
Entre conductores y tierra	6,0 m /
Hasta 600 V	1,20 m /
Comunicaciones	0,60 m /

Ver norma ICEL

8.5.3 Condiciones para hacer la plantilla

$$Ar = (E(ai)^3/Eai)^{1/2}$$

Ar = 531 m

La escogencia del vano regulador normalizado de 500 m se hace para facilitar el trabajo en el terreno.

Se usa entonces la plantilla ~~2200~~ correspondiente a 20°C y 500 m.

8.5.4 Cable de guardia

La protección sobre descargas atmosféricas se hace con los pararrayos y el cable de guardia.

8.5.5 Puesta a Tierra

La puesta a tierra se hace en los pararrayos, la malla de tierra en la subestación y cada 10 estructuras.

8.6 Subestación

Las características principales de la subestación en localizada en el casco urbano de La Macarena son el resultado de su ubicación, su tipo y limitaciones técnicas y económicas.

La labor de esta subestación es convertir 34.5 KV de entrada en 220 V a la salida por la red de distribución.

8.7 Equipos

La selección de los equipos para las subestaciones es el resultado de considerar una óptima confiabilidad del proyecto, así como los suministros e instalaciones posteriores para la fase siguiente, teniendo en cuenta el servicio en condiciones normales, de sobrecarga y de falla

8.7.1 Transformadores de potencia

Trifásicos	OA, relaciones
A. Caño Canoas	4.16/34.5 KV
B. La Macarena	34.5/0.22 KV

Corriente de falla máxima para 187.5 MVA a 4.160 V.

8.7.2 Pararrayos

La protección contra sobretensiones por descargas atmosféricas, es: ...

Para 34.5 KV	30 KV
Para 13.8 KV	12 KV

8.7.3 Cortacircuitos

En caso de falla aíslan los equipos y línea en forma permanente y en condiciones normales sirven para desconectar las instalaciones (sin carga)

8.7.4 Interruptores

Se usan para proporcionar flexibilidad de funcionamiento y protección a los circuitos. El interruptor debe estar en capacidad de desconectar en forma segura y sin dar lugar a sobretensiones no permisibles.

Los interruptores estarán asociados con respaldo de reconexión automática, recierre automático o recloser. Es usuario comprobar la respuesta del interruptor, puesto que los tiempos de disparo deben estar estrictamente coordinados con las demás protecciones para tener una operación selectiva.

8.7.5 Puestas a tierra

Las puestas a tierra consisten en hacer dimensionamiento de los electrodos de Coopeweld a utilizar y luego realizar mediciones que indiquen el valor real obtenido de la resistencia de tierra.

Las puestas a tierra son de tres clases:

A. Protección

Consiste en la conexión a tierra de todas las partes metálicas de la instalación, no pertenecientes a los circuitos de energía.

B. Servicio

Está relacionada con la operación del sistema y del establecimiento del potencial de referencia para el funcionamiento de las protecciones, consiste en que los neutros de las instalaciones se deben conectar a tierra.

C. Derivación

Es la derivación a tierra de descargas atmosféricas, corrientes de fuga y cargas electromagnéticas

8.7.6 Equipos de medida

Los equipos de medida constan básicamente de: Contadores de potencia y energía, activa y reactiva, voltímetros, amperímetros, cosenofímetros, frecuencímetros, relés diferenciales, relés de vigilancia etc.

8.7.7 Servicios Auxiliares

Los servicios auxiliares para control, iluminación y buses, se alimentarán por transformadores independientes, colocados en uno de los compartimientos o celdas de MT y BT. El voltaje de servicio es de 220 - 110 V

8.8 Memorias de diseño

Las consideraciones para el diseño fueron:

1. Costos razonables de instalación
2. Construcción compacta
3. Corto plazo de construcción
4. Posibilidad de ensanche y conexión
5. Seguridad
6. Exclusión de instalaciones no justificadas
7. Limitación al mínimo de las posibilidades de falla
8. Posibilidad de realizar los trabajos de mantenimiento y reparación en forma sencilla y segura
9. Bajos costos de operación y mantenimiento

El proceso de diseño fué:

1. Determinación de las capacidades
2. Determinación del tipo de resistencia eléctrica
3. Elección de la configuración eléctrica
4. Relaciones de transformación
5. Derivación de tensión
6. Protecciones

Para la operación, las condiciones normales de servicio garantizan la conexión y/o desconexión de alimentadores y cargas con seguridad y rapidez.

Para las condiciones de falla, el diseño garantiza la desconexión selectiva del circuito afectado.

8.9 CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA - M.M.E. INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA - I.C.E.L		HOJA 1/1			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
2.1	LOCALIZACION, TRAZADO, REPLANTEO Y DESPEJE	KM	33.5	\$69,010.00	\$2,311,835.00
4.1	MONTAJE, SUMINISTRO, INSTALACION Y VESTIDA DE ESTRUCTURAS TIPO P-103- ICEL	UN	3	\$1,380,470.00	\$4,141,410.00
4.2	MONTAJE, SUMINISTRO, INSTALACION Y VESTIDA DE ESTRUCTURAS TIPO PH-213-ICEL	UN	2	\$2,375,000.00	\$4,750,000.00
4.3	MONTAJE, SUMINISTRO, INSTALACION Y VESTIDA DE ESTRUCTURAS TIPO PH-201-ICEL	UN	38	\$2,597,660.00	\$98,711,080.00
4.4	MONTAJE, SUMINISTRO, INSTALACION Y VESTIDA DE ESTRUCTURAS TIPO SH-227-ICEL	UN	18	\$2,894,535.00	\$52,101,630.00
4.5	MONTAJE, SUMINISTRO, INSTALACION Y VESTIDA DE ESTRUCTURAS TIPO RH-232- ICEL	UN	14	\$2,894,535.00	\$40,523,490.00
4.6	TENDIDO Y TENSIONADO DEL CONDUCTOR ACSR, No. 1/0 AWG "RAVEN", CABLE DE GUARDIA, ACCESORIOS Y PUESTA A TIERRA	KM	33.5	\$5,417,500.00	\$181,486,250.00
VALOR TOTAL DE LA PROPUESTA					\$384,025,695.00

8.10 ANEXO

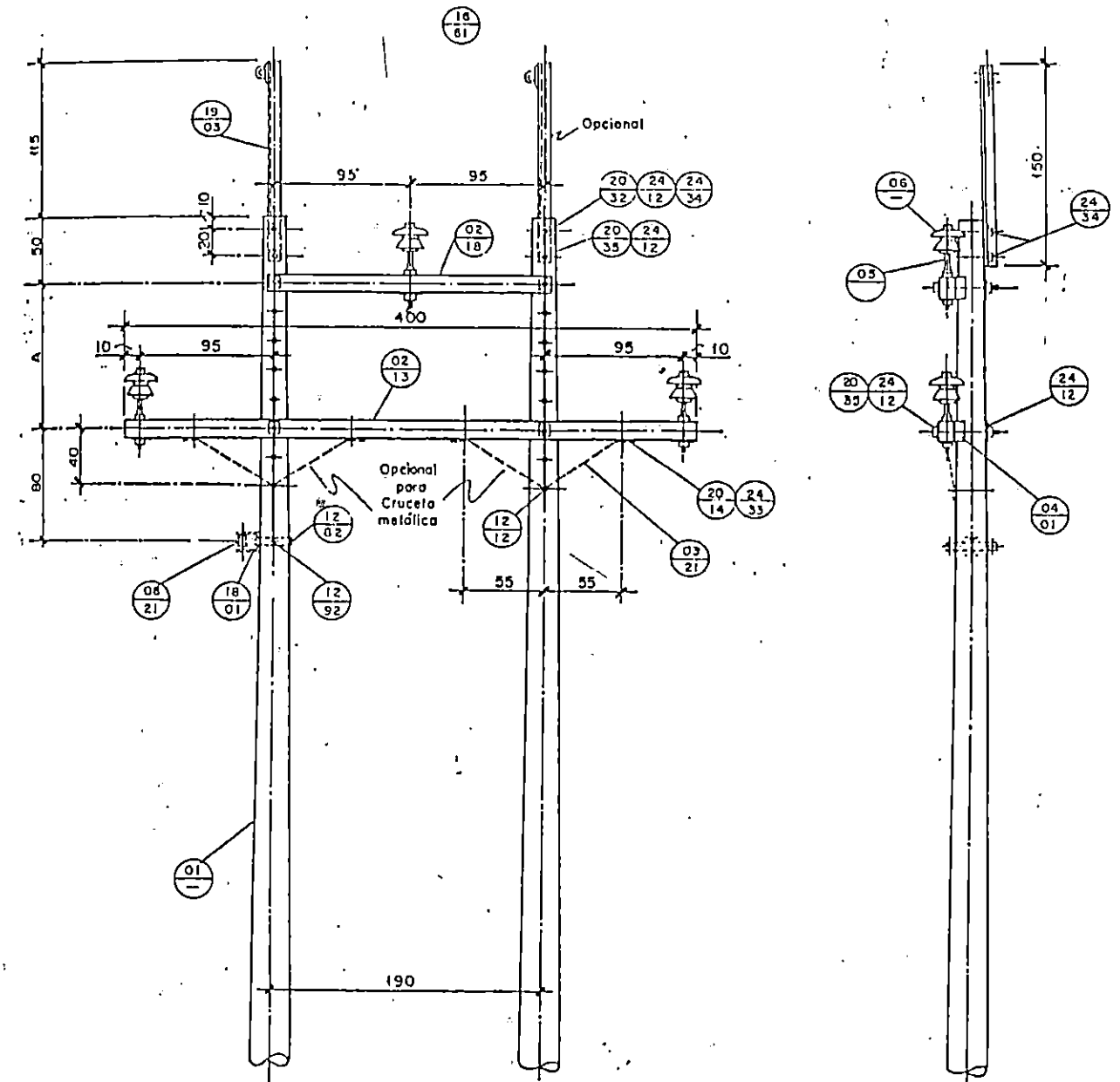
CALCULO DE LA DEMANDA ENERGETICA

METODOLOGIA OLADE No. 1

Año NN I	n Un	Pfn Hab	N.viv Un	Ce Us	NUR Kwh/us.año	CUR Kwh/us.año	CR Mwh/año	K	CUC Kwh/us.año	KI	NUC Usuarios	CC Mwh/año	CNI Mwh/año	CCE Mwh/año	CNT Mwh/año	PE Mwh/año	CBT Mwh/año	E. Max KW
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1993	0	2950	480	0.41	197	597	117	3	1791	11	18	32	45	4	199	20	219	104
1994	1	3039	494	0.42	208	610	126	3	1829	10	21	38	49	5	219	22	241	115
1995	2	3130	509	0.43	219	622	136	3	1866	9	24	45	54	5	241	24	266	127
1996	3	3224	524	0.44	231	635	146	3	1904	8	29	55	60	6	268	27	294	140
1997	4	3320	540	0.46	248	653	162	3	1959	7	35	70	70	7	308	31	339	162
1998	5	3420	556	0.47	261	666	174	3	1998	7	37	75	75	7	331	33	364	173
1999	6	3522	573	0.50	286	690	198	4	2759	7	41	113	93	9	413	41	454	217
2000	7	3882	631	0.51	322	722	232	4	2886	7	46	133	110	11	486	49	534	255
2001	8	4037	656	0.52	341	738	252	4	2952	7	49	144	119	12	527	53	579	276
2002	9	4199	683	0.53	362	755	273	4	3019	7	52	156	129	13	571	57	628	299
2003	10	4367	710	0.55	391	777	304	4	3109	7	56	173	143	14	634	63	698	333
2004	11	4541	738	0.56	414	795	329	4	3178	7	59	188	155	15	687	69	755	360
2005	12	4723	768	0.59	453	823	373	4	3292	7	65	213	176	18	779	78	857	409
2006	13	4912	799	0.60	479	841	403	4	3363	7	68	230	190	19	842	84	926	442
2007	14	5108	831	0.62	515	864	445	4	3458	7	74	254	210	21	930	93	1023	488
2008	15	5313	864	0.64	553	888	491	4	3553	7	79	281	232	23	1026	103	1129	538
2009	16	5525	898	0.65	584	907	530	4	3629	7	83	303	250	25	1107	111	1218	581
2010	17	5746	934	0.66	617	926	571	4	3706	7	88	326	269	27	1194	119	1313	626
2011	18	5976	972	0.67	651	946	616	4	3784	7	93	352	290	29	1287	129	1416	675
2012	19	6215	1011	0.69	697	971	677	4	3885	7	100	387	319	32	1415	142	1557	742
2013	20	6464	1051	0.70	736	991	729	4	3966	7	105	417	344	34	1525	152	1677	799

TABLA No.1

NEOTECNOLOGIA CIVIL NO. 1
 CATEGORÍA DE IV DISEÑO MECÁNICO



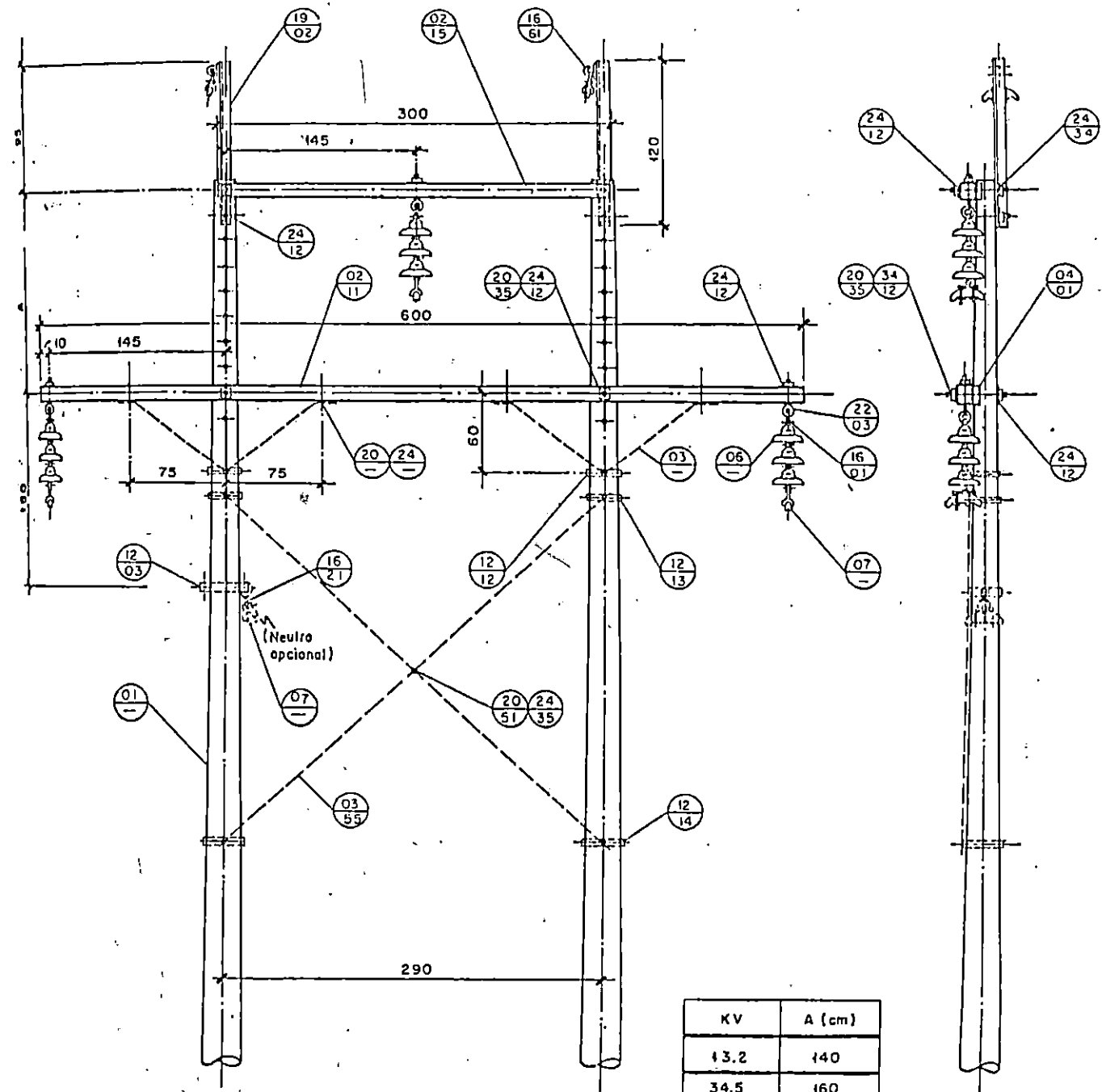
KV	A (cm)
13.2	80
34.5	100
44	120

CARACTERÍSTICAS
 H - CIRCUITO SIMPLE
 AISLAMIENTO EN ESPIGO (PIN)
 CRUCETAS SENCILLAS DE 2 Y 4m.
 CABLE DE GUARDA - NEUTRO(OPCIONALES)
 HASTA 44Kv - ANGULO 0° A 5°

NOTAS :

1. VANO MAXIMO (POR SEPARACION DE CONDUCTORES) APROX 500m
2. MAXIMA CARGA TRANSVERSAL (VIENTO Y ANGULO) POR CADA PIN 300Kg
3. MAXIMA CARGA VERTICAL (PESO) POR CADA PIN, CON CRUCETA DE MADERA 220Kg
4. MAXIMA CARGA VERTICAL (PESO) POR CADA PIN, CON CRUCETA METALICA 140Kg
5. LAS CARGAS ADMISIBLES VERTICALES PUEDE SER AUMENTADAS UTILIZANDO DIAGONALES

STRYCON LTDA. - Ingenieros Consultores					REVISIONES _____ _____ _____		MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA ELECTRIFICADORA DEL META		Dibujo No.: PLT - 01		
Diseño: _____ Dibujo: _____	Revisó: _____	Dpto: _____	Revisó: _____	Dpto: _____	Presentó: M. STRYCON _____	Fecha: Ocl/93	No.: 0	MCH - LA MACARENA ESTRUCTURA TIPO ICEL PH-201		Paquete No.: META	Rev. No. 0
Escala: 1:50											



CARACTERISTICAS

H - CIRCUITO SIMPLE
 SUSPENSION
 CRUCETAS DE 3 Y 6m.
 CABLE DE GUARDA - NEUTRO(OPCIONALES)
 HASTA 44Kv - ANGULO 0° A 3°

NOTAS :

1. VANO MAXIMO (POR SEPARACION DE CONDUCTORES) APROX 800m
2. MAXIMA CARGA TRANSVERSAL (VIENTO Y ANGULO) LA QUE COMPUESTA CON LA CARGA VERTICAL DE UNA DESVIACION MAX. DE 30° DE LA CADENA DE AISLADORES
3. MAXIMA CARGA VERTICAL (PESO) POR CADA CADENA, CON CRUCETA DE MADERA 140Kg
4. MAXIMA CARGA VERTICAL (PESO) POR CADA CADENA, CON CRUCETA METALICA 90Kg
5. LAS CARGAS TRANSV. EN LA ESTRUCTURA.(EN LA PUNTA) SIN RIOSTRAS EN X 1000Kg
6. LAS CARGAS VERTICALES Y TRANSVERSALES PUEDEN AUMENTARSE CON DIAGONALES Y RIOSTRAS X

STRYCON LTDA. - Ingenieros Consultores

REVISIONES

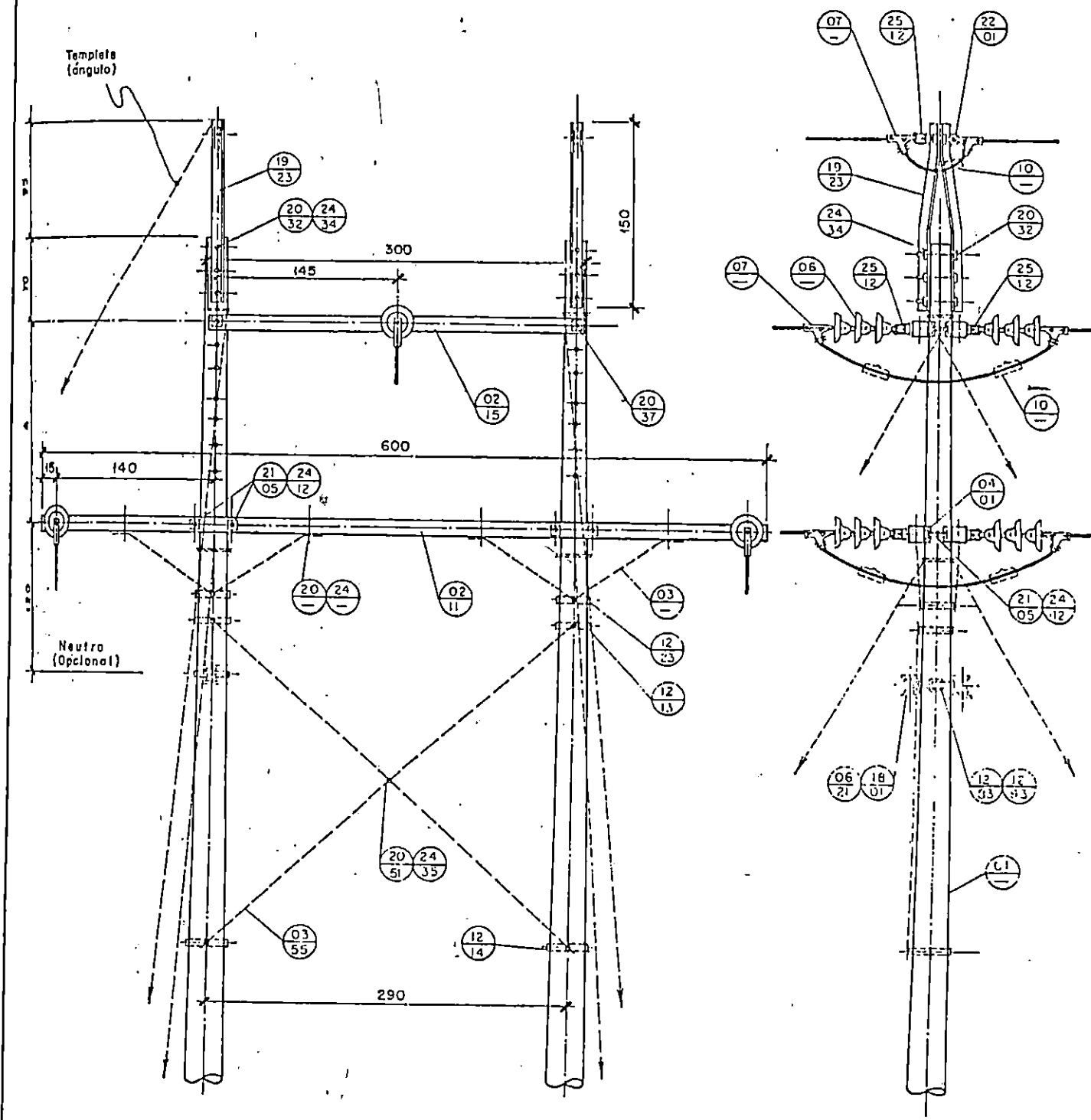
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
 ELECTRIFICADORA DEL META

Dibujo No.:
 PLT - 02

Diseño: Revisó: Deplo: Revisó: Deplo: Presentó: R. STRIEDINGER
 Dibujo: Geol. Estr. Arq. Aprobó: Fecha: No.

MCH - LA MACARENA
 ESTRUCTURA TIPO ICEL SII-227


Paquete No.: META
 Escala: 1:50 Rev. No. 0



CARACTERISTICAS

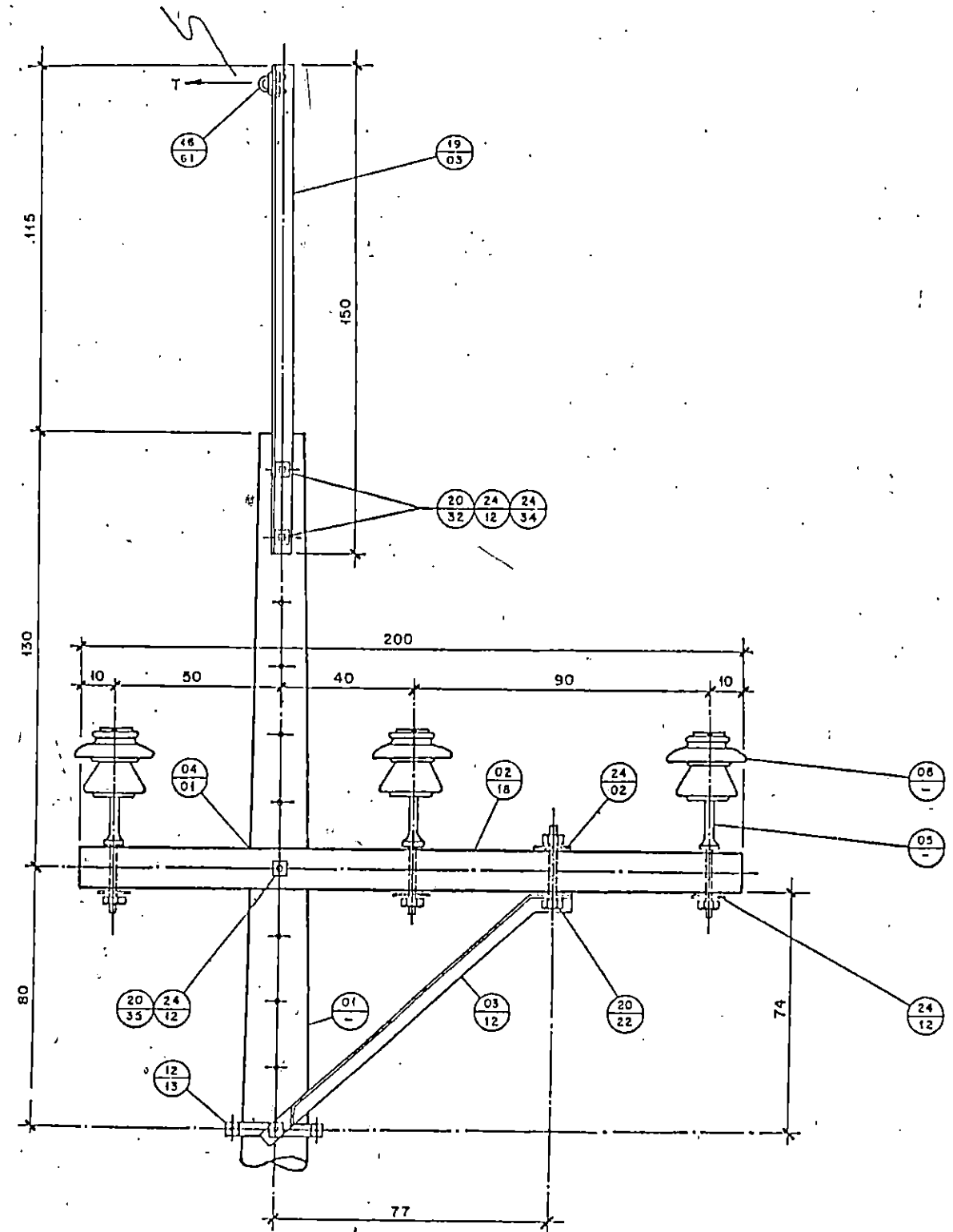
H - CIRCUITO SIMPLE
 RETENCION
 CRUCETAS DE 3 Y 6m.
 CABLE DE GUARDA - NEUTRO(OPCIONALES)
 HASTA 44Kv - ANGULO MAXIMO 45°

- NOTAS :**
1. VANO MAXIMO (POR SEPARACION DE CONDUCTORES) APROX 800m
 2. MAXIMA CARGA VERTICAL (PESO) POR CADA APOYO, CON CRUCETA DE MADERA 280Kg
 3. MAXIMA CARGA VERTICAL (PESO) POR CADA APOYO, CON CRUCETA DE METALICA 180Kg
 4. MAXIMA CARGA TRANSVERSAL EN LA ESTRUCT.(EN LA PUNTA), SIN RIOSTRAS EN X 1000Kg
 5. LAS CARGAS ADMISIBLES VERTICALES Y TRANSVERSALES (EN LA ESTRUCT.) PUEDEN SER AUMENTADAS UTILIZANDO DIAGONALES, RIOSTRAS EN X Y TEMPLETE LATERAL, SEGUN EL CASO


 STRYCON LTDA. - Ingenieros Consultores					REVISIONES (Empty table for revisions)		MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA ELECTRIFICADORA DEL META		Dibujo No.: PLT - 03	
Diseño: Dibujo:	Revisó: Geol.	Dpto: Geol.	Revisó: Estr.	Dpto: Estr.	Presentó: R. SIEREDWGER Arq.	Aprobó: Arq.	Fecha: Oct/93	No.: 0	Paquete No.: META	Rev. No.: 0
MCH - LA MACARENA ESTRUCTURA TIPO ICEL RII-232								Escala: 1:50	Rev. No.: 0	

FILE:MACARENA\FORMATO\PLT-03.DWG

Tension máxima sobre
la bayoneta = 80 Kg.

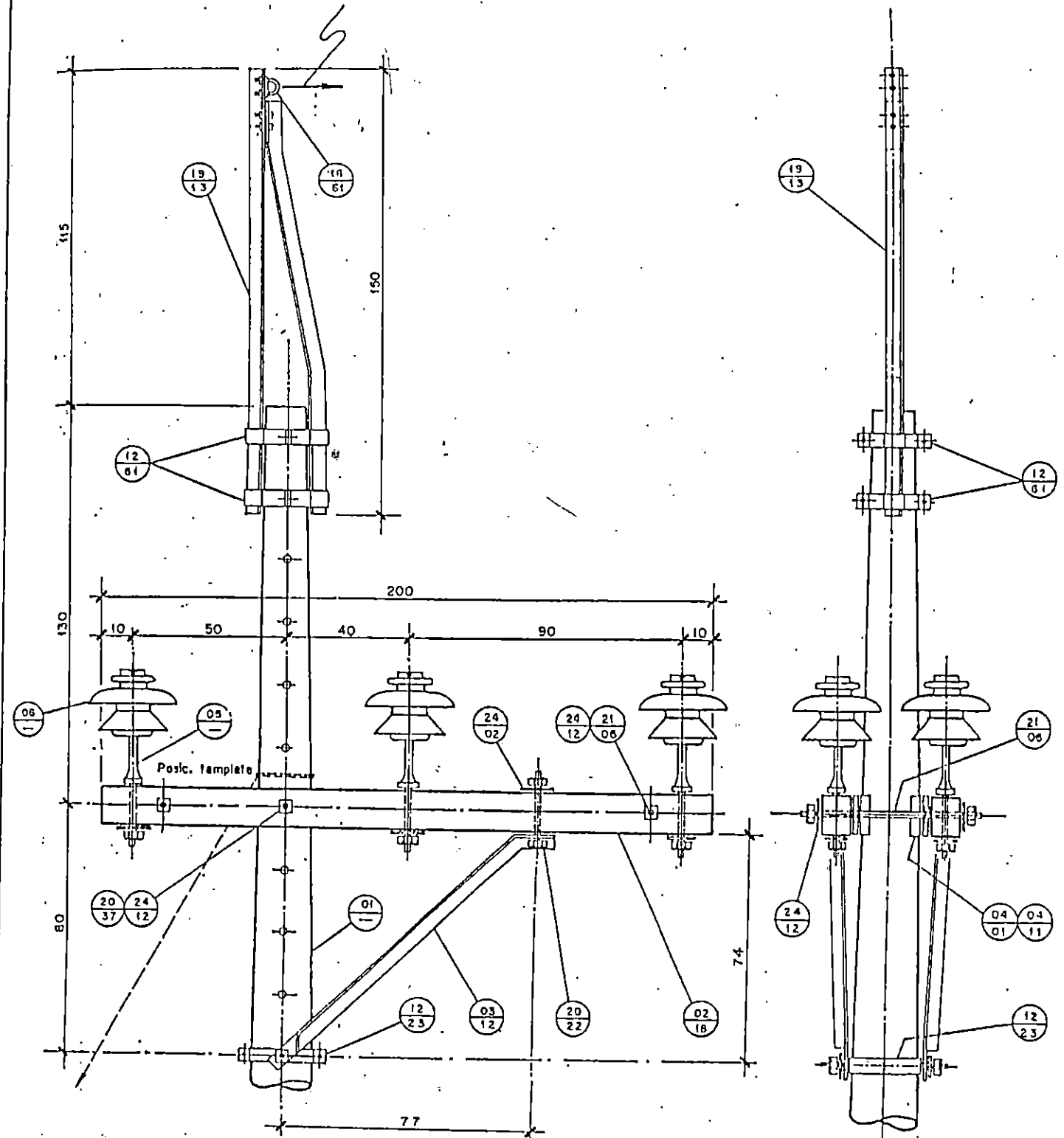


CARACTERISTICAS
 CIRCUITO SIMPLE
 AISLAMIENTO EN ESPIGO (PIN)
 DISPOSICION EN SEMIBANDERA
 CON CABLE DE GUARDA
 HASTA 44Kv - ANGULO 0° A 5°


 STRYCON LTDA. - Ingenieros Consultores					REVISIONES		MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA ELECTRIFICADORA DEL META		Dibujo No.: PLT - 04	
Diseñado: Dibujo:	Revisó: Crot. Hidr.	Deplo: Crot. Hidr.	Revisó: Estr. Arq.	Deplo: Estr. Arq.	Presentó: R. SIREDOMER Aprobó:	Ocl/93 Fecha:	0 No.	MCH - LA MACARENA ESTRUCTURA TIPO ICEL P-103		Paquete No.: META Escala: 1:50 Rev. No.:

FILE\MACARENA\FORMATO\PLT-04.DWG

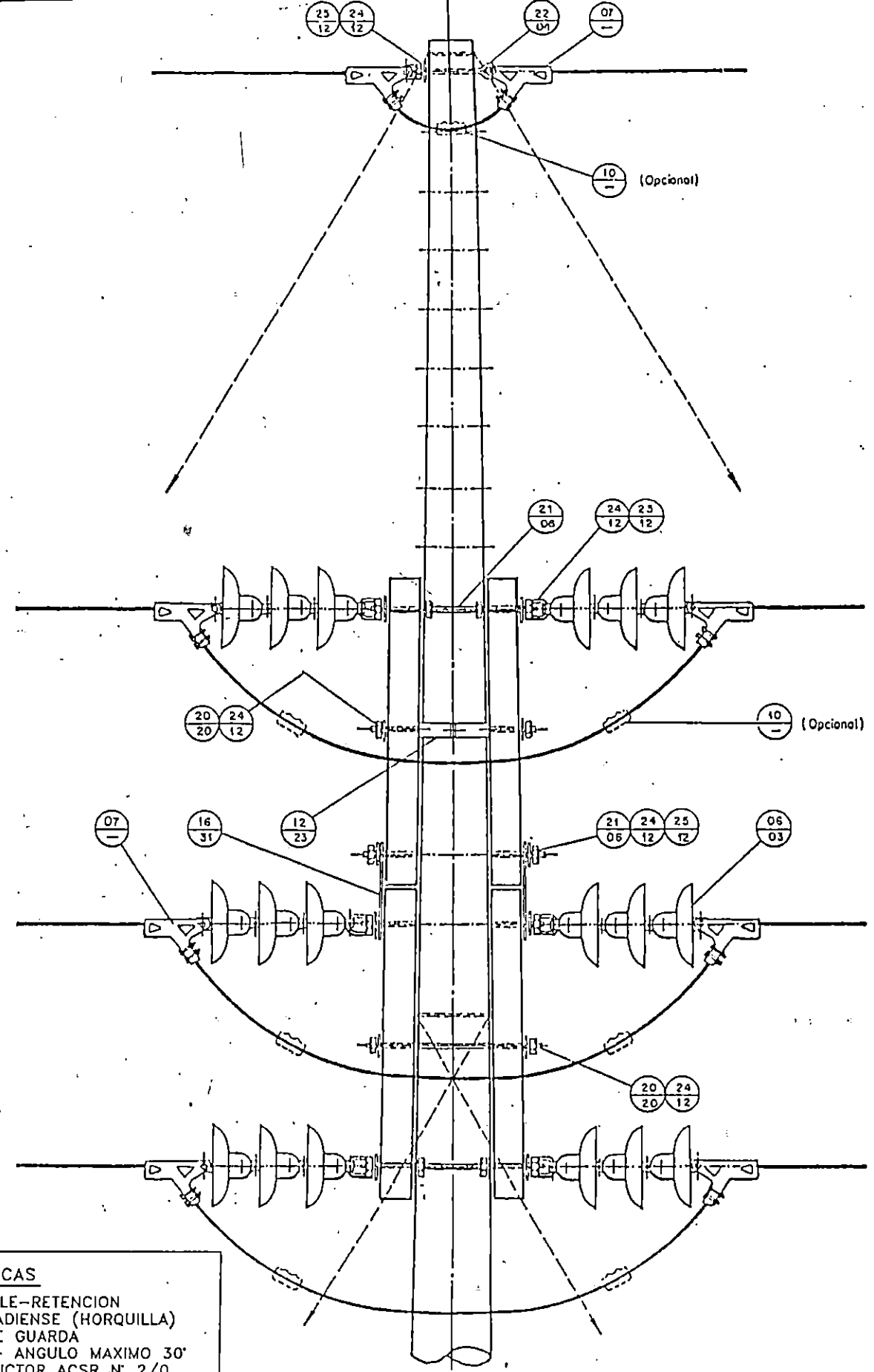
Tensión máxima sobre la boyoneta = 300Kg.




CARACTERISTICAS
 CIRCUITO SIMPLE
 AISLAMIENTO EN ESPIGO (PIN DOBLE)
 DOBLE CRUCETA - DISPOSICION EN SEMIBANDERA CON CABLE DE GUARDA
 HASTA 44Kv - ANGULO 3' A 10'
 MAXIMA CARGA TRANSVERSAL 250Kg./PIN

 STRYCON LTDA. - Ingenieros Consultores					REVISIONES No.		MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA ELECTRIFICADORA DEL META		Dibujo No.: PLT - 05	
Diseño: Dibujo:	Revisó: Geol.	Revisó: Hidr.	Deplo: Esfr.	Deplo: Arq.	Presentó: R. STRYCONER Ocl/93	0	MCH - LA MACARENA ESTRUCTURA TIPO ICEL P-112-		Paquete No.: META Escala: 1:50	
					Aprobó:	Fecha:	No.			Rev. No.

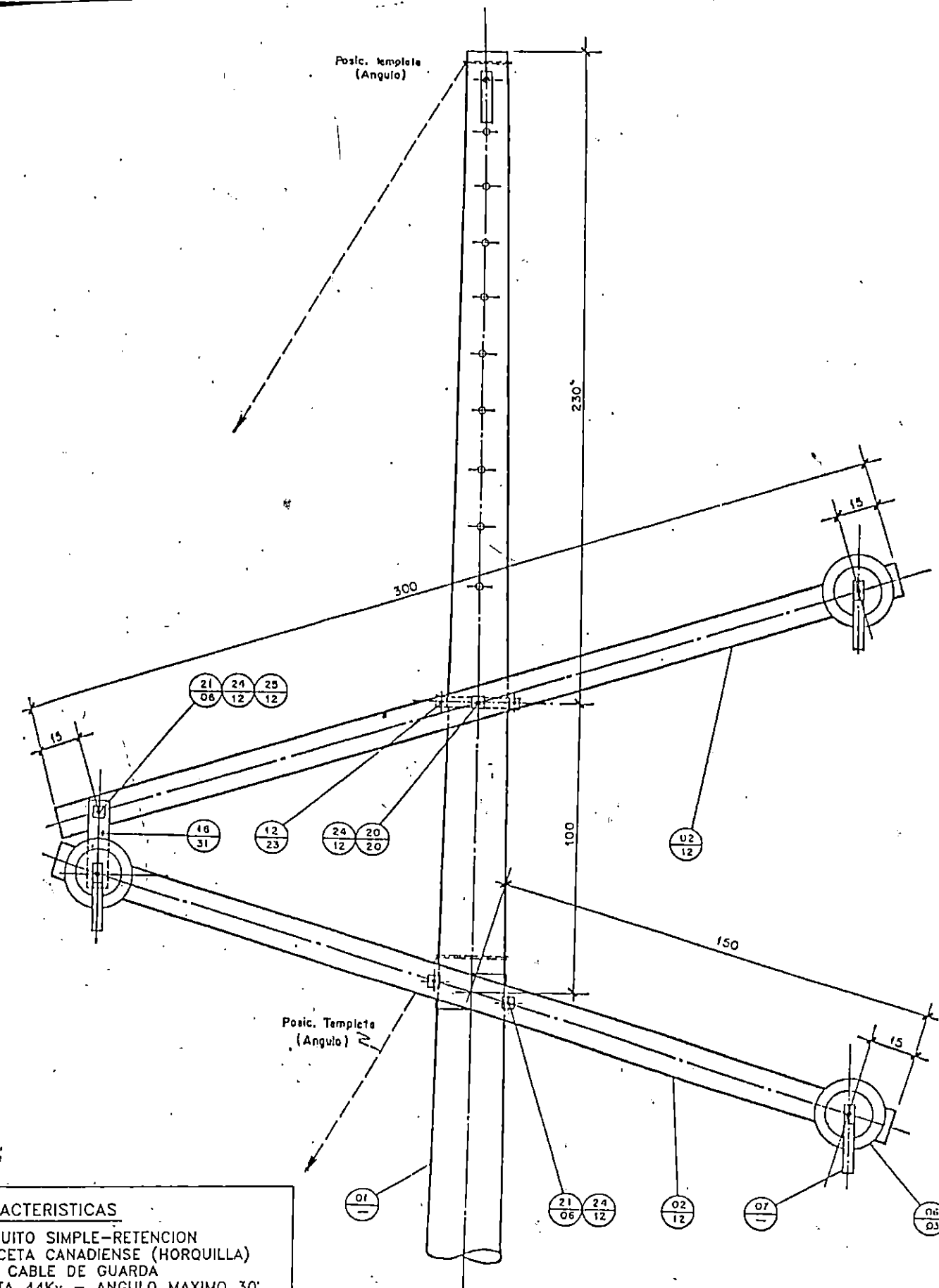
FILE: MACARENA/TORONTO/PLT-05.DWG




CARACTERISTICAS
 CIRCUITO SIMPLE-RETENCION
 CRUCETA CANADIENSE (HORQUILLA)
 CON CABLE DE GUARDA
 HASTA 44Kv - ANGULO MAXIMO 30°
 MAXIMA CONDUCTOR ACSR N° 2/0

 STRYCON LTDA. - Ingenieros Consultores					REVISIONES 0 No.		MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA ELECTRIFICADORA DEL META		Dibujo No.: PLT - 06		
Diseñó: Dibujo:	Revisó: Ilidr.	Deplo: Geol.	Revisó: Arq.	Deplo: Estr.	Presentó: R. SERRANO Aprobó:	Fecha: Ocl/93	No.: 0	MCH - LA MACARENA ESTRUCTURA TIPO ICEL R-133		Paqueta No.: META Escala: 1:50	Rev. No.: 0

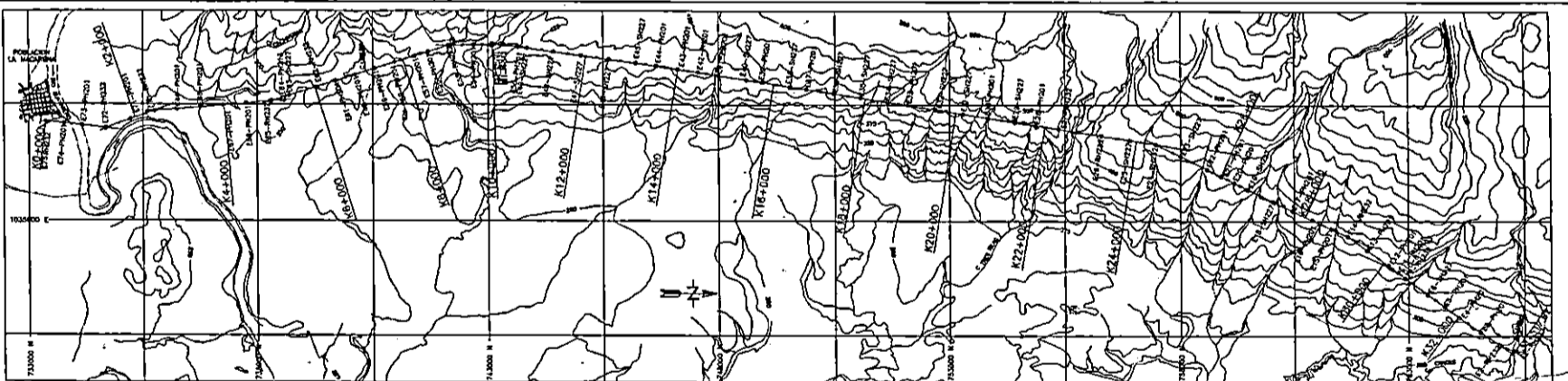
FILE:MACARENA\FORMATO\PLT-06.DWG



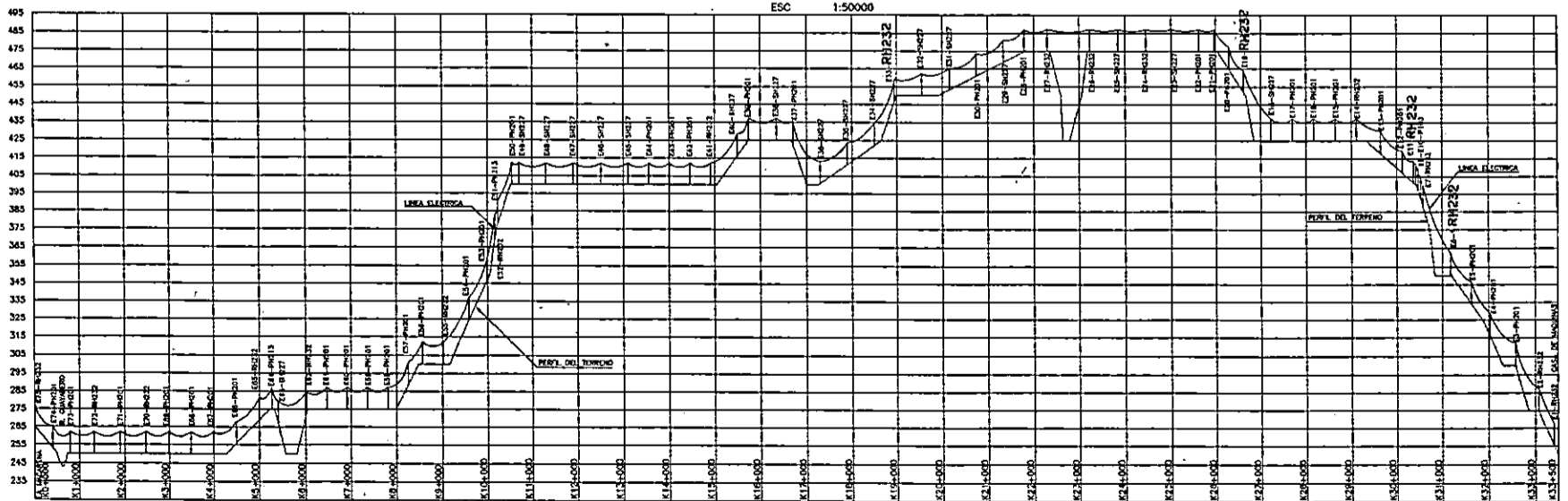
CARACTERISTICAS
 CIRCUITO SIMPLE-RETENCION
 CRUCETA CANADIENSE (HORQUILLA)
 CON CABLE DE GUARDA
 HASTA 44Kv - ANGULO MAXIMO 30'
 MAXIMA CONDUCTOR ACSR N° 2/0

 STRYCON LTDA. - Ingenieros Consultores					REVISIONES (Empty table for revision tracking)		MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA ELECTRIFICADORA DEL META		Dibujo No.: PLT - 07		
Diseño: Dibujo:	Revisó: Geol. Hldr.	Dapto: Geol.	Revisó: Estr.	Dapto: Arqu.	Presentó: R. SIRIDONCOR Aprobó:	Ocl/93 Fecha:	No. 0 No.	MCH - LA MACARENA ESTRUCTURA TIPO ICCL R-133		Paquete No.: MCTA	Escala: 1:50 Rev. No. 0

FILE: MACARENA\FOPMOTO\PLT-07.DWG



PLANTA GENERAL
ESC 1:50000



PERFIL GENERAL
ESC H: 1:50000
ESC V: 1:1250

CANTIDADES DE OBRA		
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
ESTRUCTURA TIPO ICEL-RH-232	UN.	14
ESTRUCTURA TIPO ICEL-SH-227	UN.	18
ESTRUCTURA TIPO ICEL-PH-213	UN.	2
ESTRUCTURA TIPO ICEL-PH-201	UN.	38
ESTRUCTURA TIPO ICEL-P-103	UN.	3
CONDUCTOR 1/0 ACSR	Km	134
PUESTA A TIERRA	UN.	10

PLANOS DE REFERENCIA

- 33 LINEA DE TRANSMISION K0+000 - K5+000
- 34 LINEA DE TRANSMISION K5+000 - K10+000
- 35 LINEA DE TRANSMISION K10+000 - K15+000
- 36 LINEA DE TRANSMISION K15+000 - K20+000
- 37 LINEA DE TRANSMISION K20+000 - K25+000
- 38 LINEA DE TRANSMISION K25+000 - K30+000
- 39 LINEA DE TRANSMISION K30+000 - K33+517

CONVENCIONES

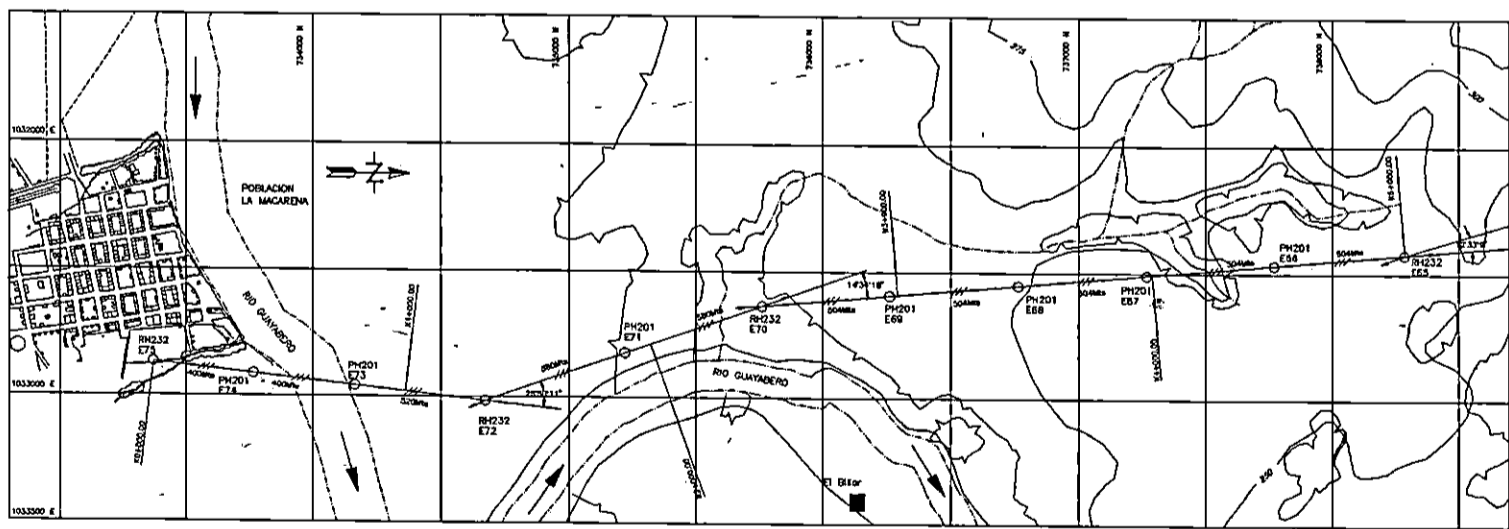
- LINEA DE TRANSMISION
- POSTE CON TENSORES
- CURVA DE NMEL
- PUENTES
- TIPO DE POSTE
- NUMERO DE POSTE

NOTAS:

1. TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO
2. LAS ESTRUCTURAS INCLASADAS DEBERAN CONSTRUIRSE E INSTALARSE DE ACUERDO CON LAS NORMAS DEL I.C.E.L.
3. LA DISTANCIA MINIMA ENTRE CONDUCTORES DEBERA SER 1.8m, Y LA DISTANCIA MINIMA ENTRE CONDUCTORES Y TIERRA DEBERA SER DE 6m.

No.	EMITIDO PARA LICITACION	Rev/93
No.	DESCRIPCION	FECHA REVISIO APROBADO
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA - M.M.E. INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA - I.C.E.L.		
STRYCON LTDA. - Ingenieros Consultores		
MCH - LA MACARENA LINEA DE TRANSMISION PLANTA GENERAL Y PERFIL		
Diseño: S. GUERRERO	Revisó:	Dibujo: EDD
Dibujó: F. BAUTISTA E.	Civ. EDD	Cost. Piquero No.: MAC-83
Presentó: R. STRYCON	Hecho:	Edic. Dibujo No.: 32
Aprobó:	Elab:	Rev. No:

FIGURA No. 1



PLANTA
ESCALA 1:10000

CONVENCIONES

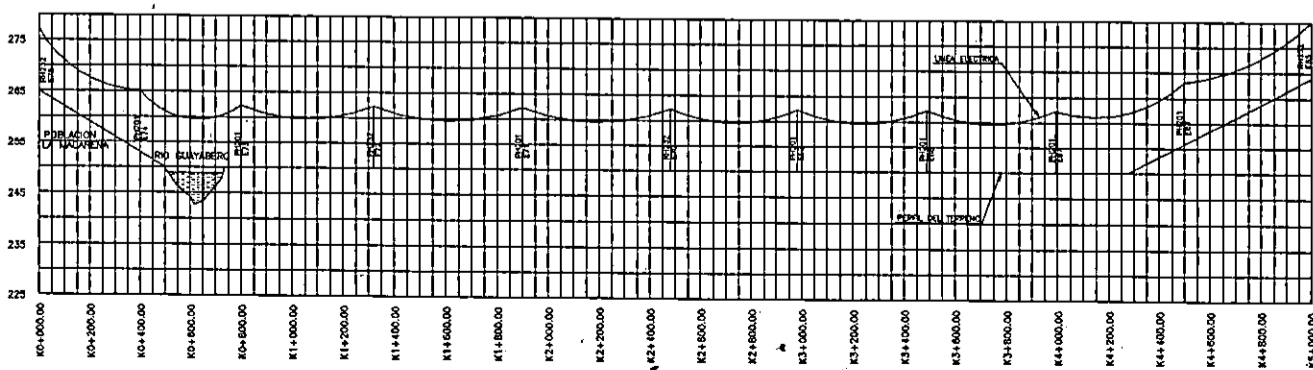
- LINEA DE TRANSMISION
- POSTE
- POSTE CON TENSORES
- CURVA DE NIVEL
- BOSQUE
- QUEBRADAS
- RH232 TIPO DE POSTE
- E75 NUMERO DE POSTE

PLANOS DE REFERENCIA

31. CASA DE MAQUINAS Y SUBESTACION LA MACARENA - DIAGRAMAS UNIFILARES Y TABLEROS
32. LINEA DE TRANSMISION PLANTA Y PERFIL GENERAL
34. LINEA DE TRANSMISION K0+000 - K5+000

NOTAS:

1. TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO
2. LAS ESTRUCTURAS INDICADAS DEBERAN CONSTRUIRSE E INSTALARSE DE ACUERDO CON LAS NORMAS DEL I.C.E.L.
3. LA DISTANCIA MINIMA ENTRE CONDUCTORES DEBERA SER 1.5m. Y LA DISTANCIA MINIMA ENTRE CONDUCTORES Y TIERRA DEBERA SER DE 6m.



PERFIL
ESCALA H. 1:10000
ESCALA V. 1:500

No.		DESCRIPCION		FECHA	REVISO	APROBO
0		EMITIDO PARA LICITACION		Nov/93		
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA - M.M.E. INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA - I.C.E.L.						
SYRUCUR LTDA. - Ingenieros Consultores						
MCH - LA MACARENA LINEA DE TRANSMISION K0+000.00 - K5+000.00						
Diseño:	S GUERRERO	Revisó:	Drpto	Revisó:	Drpto	Escala: INDICADA
Objeto:	M.E.S./F.B.R.	Civ.	E.G.R.D	Cost.	Proyecto No:	MAC-93
Presentó:	R.STREININGER	Ings.		Hdr.	Dibujo No:	33
Aprobó:		Chc.		Arq.	Rev. No:	

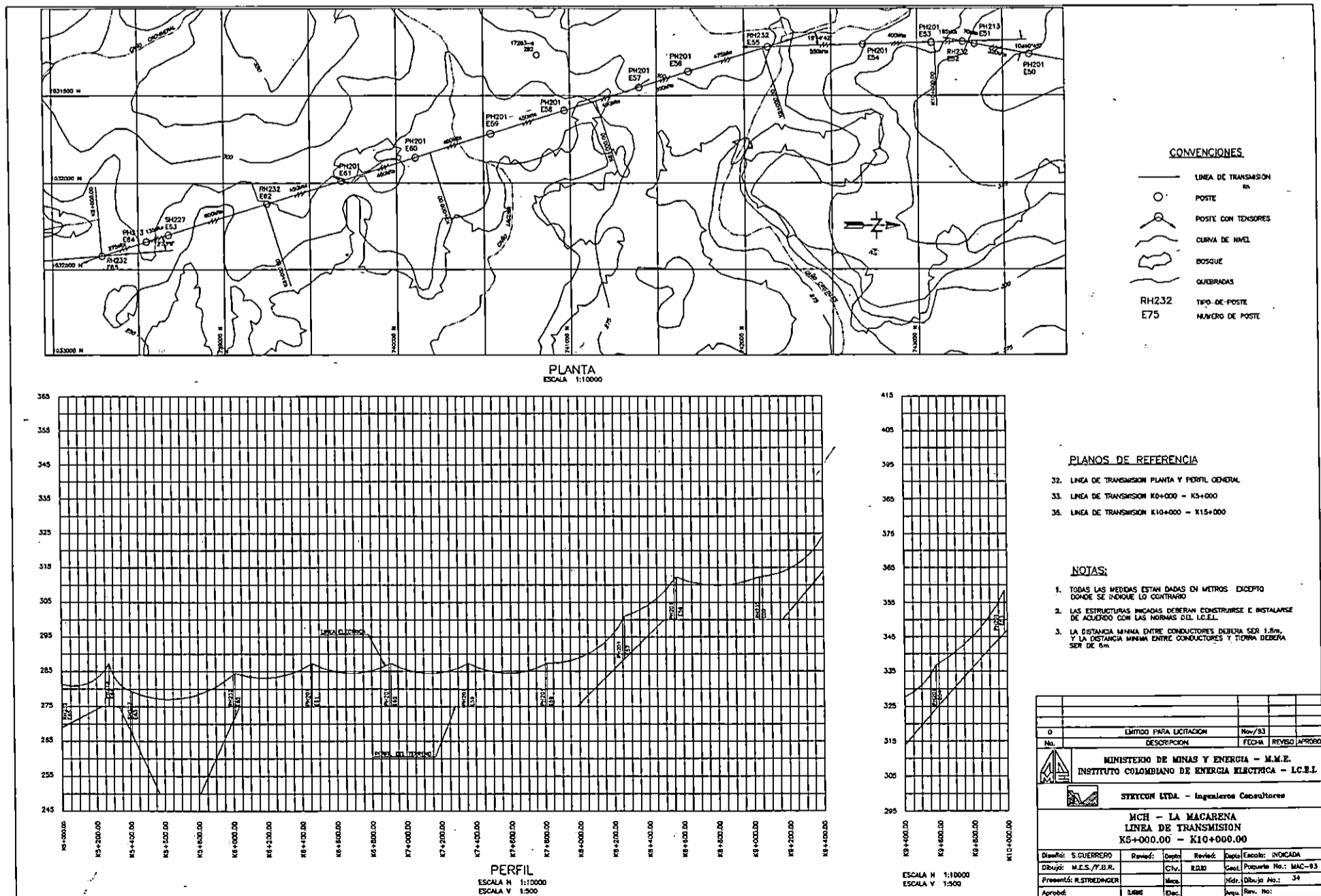
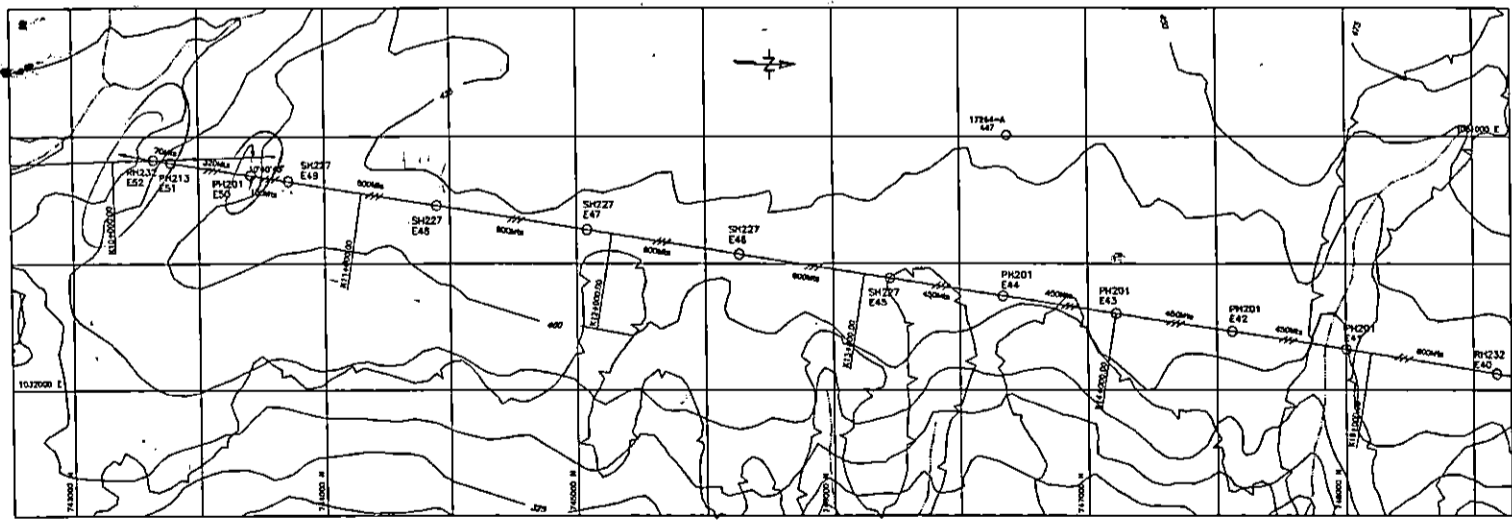


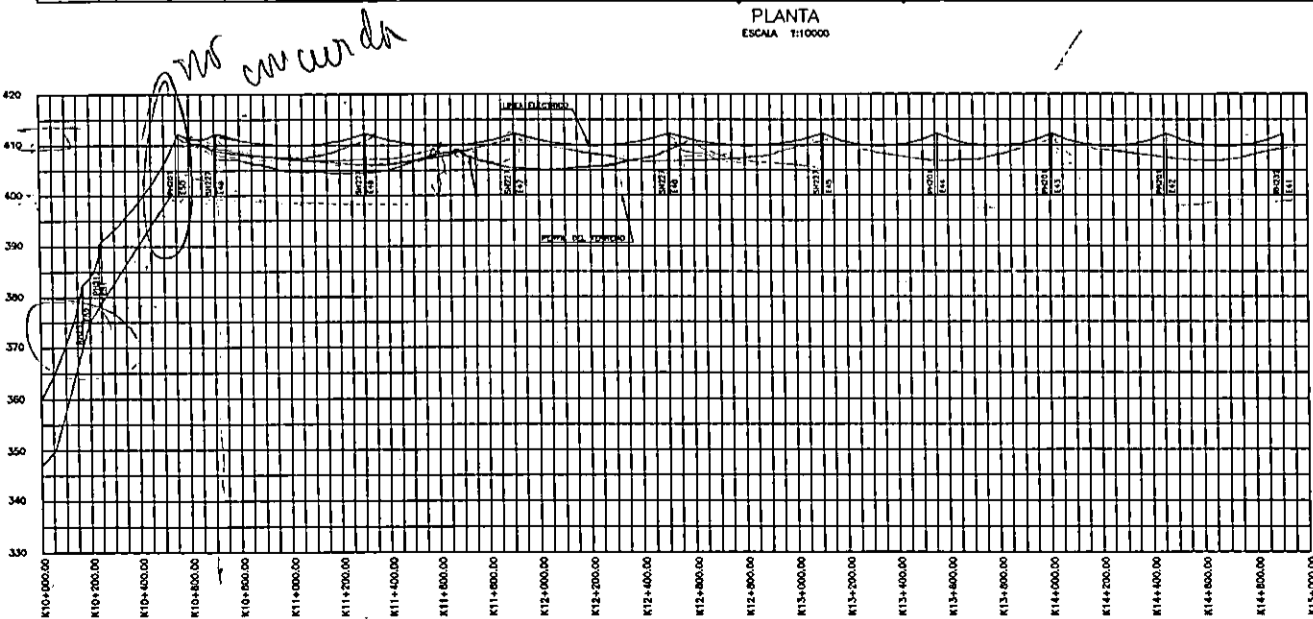
FIGURA No. 3



PLANTA
ESCALA 1:10000

CONVENCIONES

- LINEA DE TRANSMISION
- POSTE
- POSTE CON TENSORES
- CURVA DE NIVEL
- BOSQUE
- QUEBRADAS
- RH232 TIPO DE POSTE
- E75 NUMERO DE POSTE



PERFIL
ESCALA H 1:10000
ESCALA V 1:500

PLANOS DE REFERENCIA

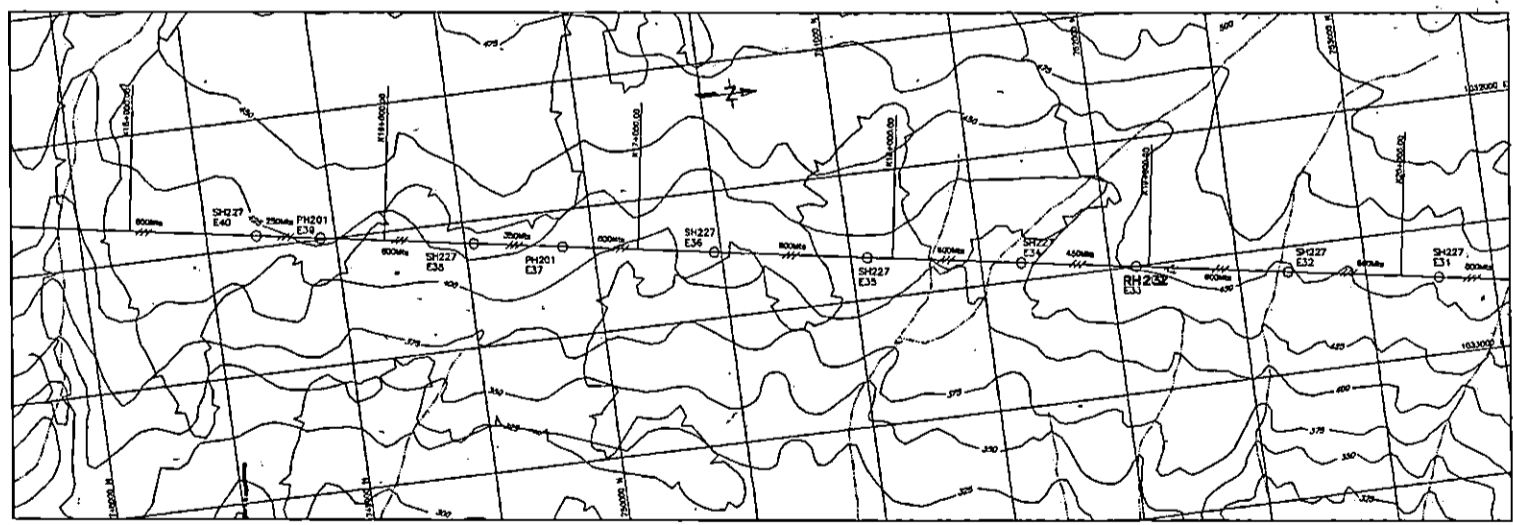
- 34. LINEA DE TRANSMISION K0+000 - K5+000
- 36. LINEA DE TRANSMISION K15+000 - K20+000

NOTAS:

- 1. TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO
- 2. LAS ESTRUCTURAS INDICADAS DEBERAN CONSTRUIRSE E INSTALARSE DE ACUERDO CON LAS NORMAS DEL I.C.E.L.
- 3. LA DISTANCIA MINIMA ENTRE CONDUCTORES DEBERA SER 3.0m, Y LA DISTANCIA MINIMA ENTRE CONDUCTORES Y TIERRA DEBERA SER DE 6m

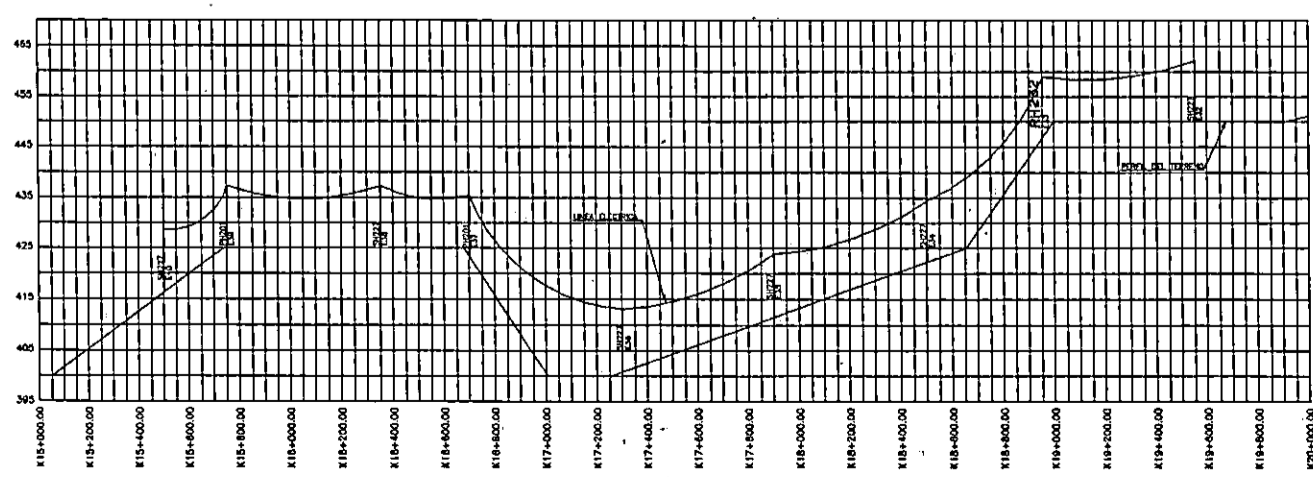
EMITIDO PARA LICITACION		Nov/93	
No.	DESCRIPCION	FECHA	REVISO/APROBO
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA - M.M.E. INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELCTRICA - I.C.E.L.			
STRYCON LTDA. - Ingenieros Consultores			
MCH - LA MACARENA LINEA DE TRANSMISION K10+000.00 - K15+000.00			
Diseño:	S. GUERRERO	Revisó:	Desti
Dibujó:	M.E.S./P.B.R.	Chv.	R.G.U.D
Presentó:	R. STREINWICZ	Insc.	Proyecto No.: MAC-93
Aprobó:	D. ARAS	Ejec.	Hidr. Dibujo No.: 35
		Revisó:	Revisó

figura no. 4



- CONVENCIONES**
- LINEA DE TRANSMISION
 - POSTE
 - POSTE CON TENSORES
 - CURVA DE NIVEL
 - BOSQUE
 - CERRADAS
 - RH232 TIPO DE POSTE
 - E75 NUMERO DE POSTE

PLANTA
ESCALA 1:10000



PERFIL
ESCALA H: 1:10000
ESCALA V: 1:300

PLANOS DE REFERENCIA

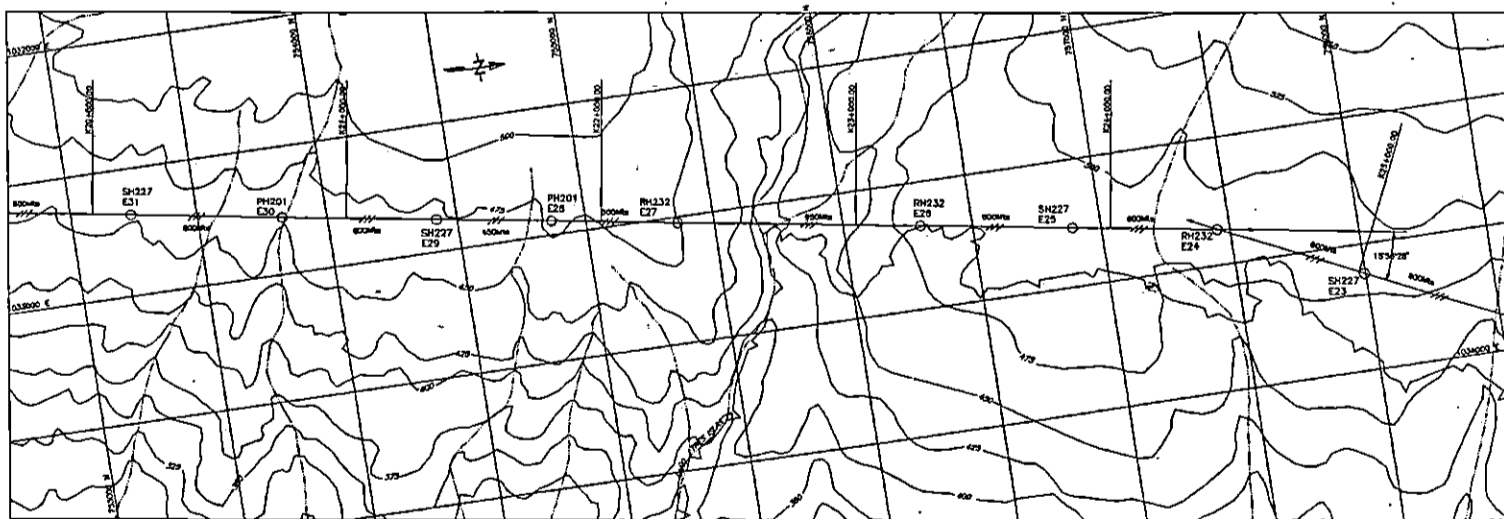
- 32. LINEA DE TRANSMISION PLANTA Y PERFIL GENERAL
- 36. LINEA DE TRANSMISION K10+000 - K15+000
- 37. LINEA DE TRANSMISION K20+000 - K25+000

NOTAS:

- 1. TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO
- 2. LAS ESTRUCTURAS INICADAS DEBERAN CONSTRUIRSE E INSTALARSE DE ACUERDO CON LAS NORMAS DEL I.C.E.L.
- 3. LA DISTANCIA MINIMA ENTRE CONDUCTORES DEBERA SER 1.8m, Y LA DISTANCIA MINIMA ENTRE CONDUCTORES Y TIERRA DEBERA SER DE 6m

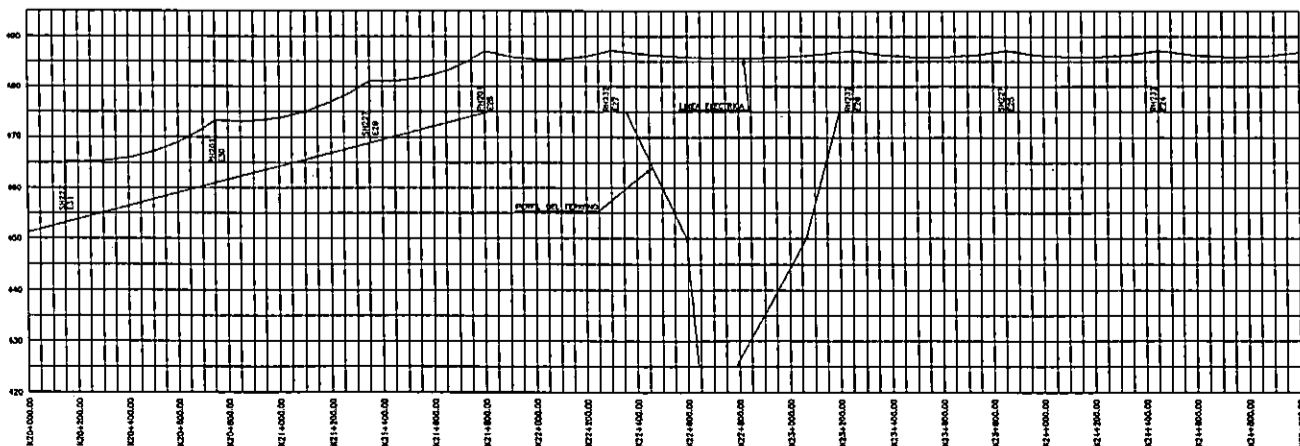
0		EMITIDO PARA LICITACION		Nov/93	
No.	DESCRIPCION			FECHA	REVISO/APROBADO
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA - M.M.E. INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA - I.C.E.L.					
STREYCON LTDA. - Ingenieros Consultores					
MCH - LA MACARENA LINEA DE TRANSMISION K15+000.00 - K20+000.00					
Diseño:	S. GUERRERO	Revisó:	Depo:	Revisó:	Depo:
Dibujo:	M.E.S./F.B.R.	Revisó:	CIV. R. GUJO	Depo:	Coche No.:
Presentó:	R. STREYCON	Revisó:	Depo:	Coche No.:	36
Aprobó:	O. ARAS	Revisó:	Depo:	Coche No.:	

FIGURA No. 5



- CONVENCIONES**
- LINEA DE TRANSMISION
 - POSTE
 - POSTE CON TENSORES
 - ~ CURVA DE NIVEL
 - ~ EROSIONE
 - ~ QUEBRADAS
 - RH232 TIPO DE POSTE
 - E75 NUMERO DE POSTE

PLANTA
ESCALA 1:10000



PLANTA
ESCALA H 1:2500
ESCALA V 1:1250

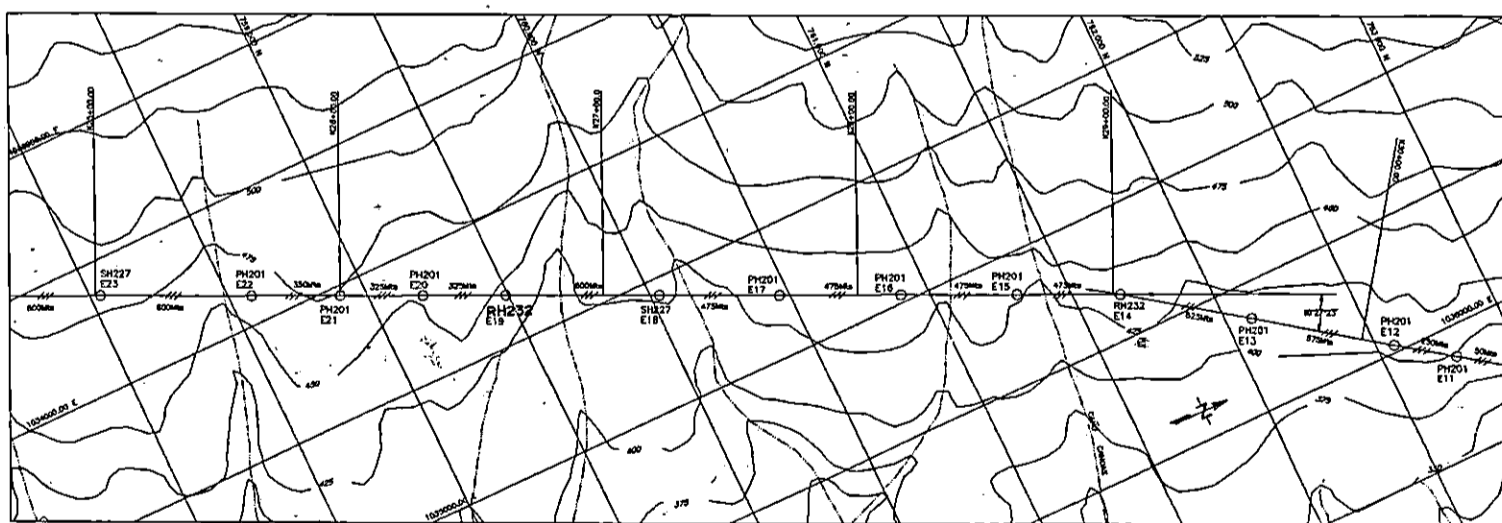
PLANOS DE REFERENCIA

- 32. LINEA DE TRANSMISION PLANTA Y PERFIL GENERAL DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO
- 36. LINEA DE TRANSMISION K15+000 - K20+000
- 38. LINEA DE TRANSMISION K25+000 - K30+000

NOTAS:

- 1. TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO
- 2. LAS ESTRUCTURAS INDIADAS DEBERAN CONSTRUIRSE E INSTALARSE DE ACUERDO CON LAS NORMAS DEL I.C.E.L.
- 3. LA DISTANCIA MINIMA ENTRE CONDUCTORES DEBERA SER 1.5m, Y LA DISTANCIA MINIMA ENTRE CONDUCTORES Y TIERRA DEBERA SER DE 5m

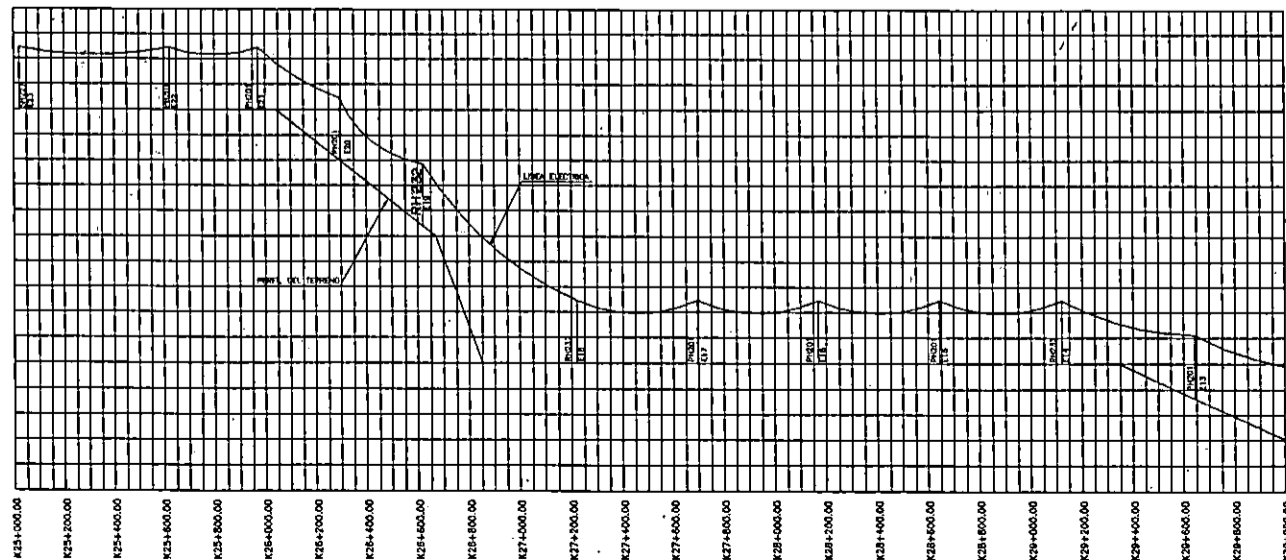
DATOS PARA LICITACION		Nov/93	
No.	DESCRIPCION	FECHA	REVISOS/APROBADO
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA - M.M.E. INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELCTRICA - I.C.E.L.			
STRYCOM LTDA. - Ingeieros Consultores			
MCR - LA MACARENA LINEA DE TRANSMISION K20+000 - K25+000			
Diseñó: S. GUERRERO	Revisó:	Dpto:	Escala: INDICADA
Dibujó: F. BAUTISTA	Civ.	REGURO	Proyecto No.: MAC-93
Presentó: R. STRENGER	Mesa:	Hidr.	Dibujo No.: 37
Aprobó:	CARAS	Dir.	Rev. No:



PLANTA
ESCALA 1:10000

CONVENCIONES

- LINEA DE TRANSMISION
- POSTE
- POSTE CON TENSORES
- CURVA DE NIVEL
- BOSQUE
- QUEBRADAS
- RH232 E14 TPO DE POSTE
- E75 NUMERO DE POSTE



PERFIL
ESCALA H 1:10000
ESCALA V 1:500

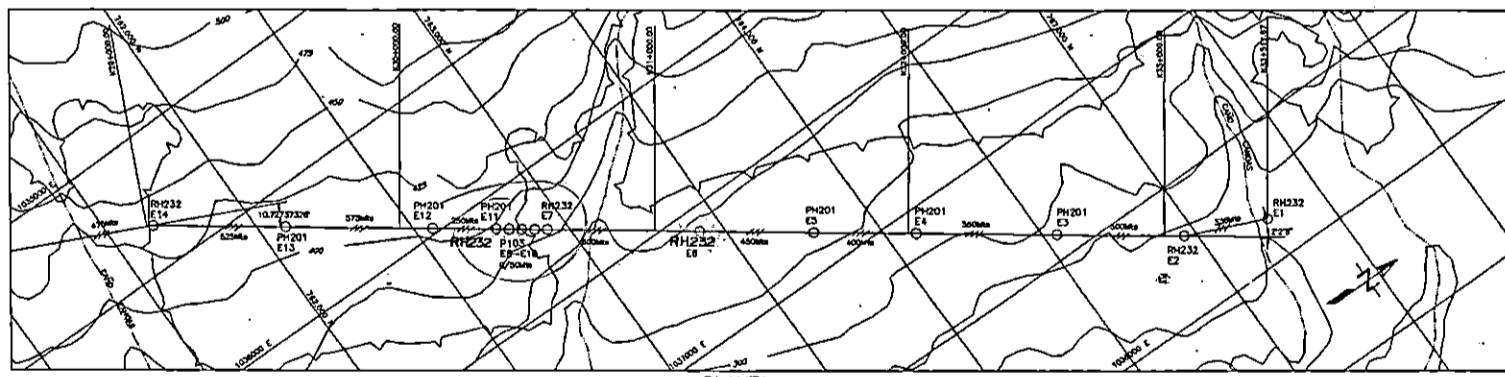
PLANOS DE REFERENCIA

- 32. LINEA DE TRANSMISION PLANTA Y PERFIL GENERAL
- 37. LINEA DE TRANSMISION K25+000 - K25+000
- 39. LINEA DE TRANSMISION K30+000 - K33+517

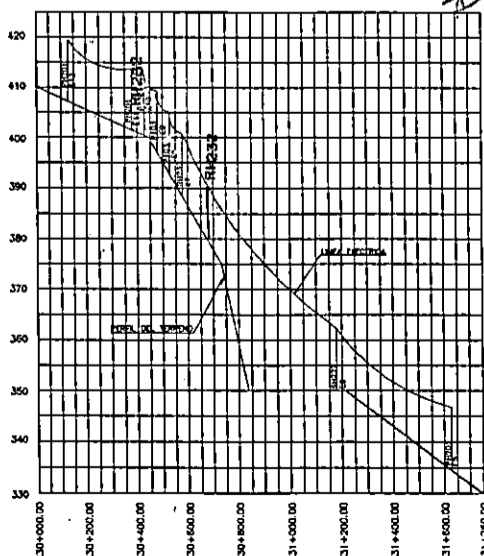
NOTAS

- 1. TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO
- 2. LAS ESTRUCTURAS INDICADAS DEBERIAN CONSTRUIRSE E INSTALARSE DE ACUERDO CON LAS NORMAS DEL I.C.E.L.
- 3. LA DISTANCIA MINIMA ENTRE CONDUCTORES DEBERIA SER 1.8m, Y LA DISTANCIA MINIMA ENTRE CONDUCTORES Y TIERRA DEBERIA SER DE 6m

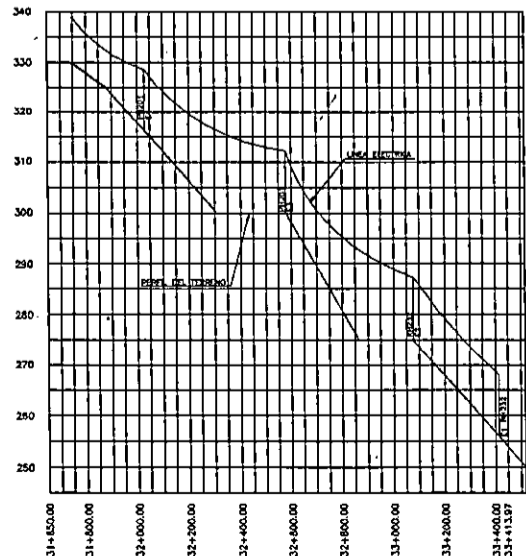
O		EMITIDO PARA LICITACION		Nov/83	
No.		DESCRIPCION		FECHA REVISO APROBO	
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA - M.M.E. INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA - I.C.E.L.					
STRYCON LTDA. - Ingenieros Consultores					
MCH - LA MACARENA LINEA DE TRANSMISION K25+000 - K30+000					
Diseñó:	S. GUERRERO	Revisó:	Disto:	Revisó:	Dpto. Encargo:
Dibujó:	F. BAUTISTA	Corr.:	R. CUJO	Car.:	Paquete No.: MAC-23
Presentó:	R. STRENGER	Mod.:		Fdr.:	Dibujo No.: 38
Aprobó:	C. ARAS	Elab.:		Arq.:	Rev. No.:



PLANTA
ESCALA 1:10000



PERFIL
ESCALA H 1:10000
ESCALA V 1:200



PERFIL
ESCALA H 1:10000
ESCALA V 1:500

PLANOS DE REFERENCIA

1. CASA DE MAQUINAS Y SUBSTACION LA MACARENA - DIAGRAMAS UNILINARES Y TABLEROS
2. LINEA DE TRANSMISION PLANTA Y PERFIL GENERAL
3. LINEA DE TRANSMISION K25+000 - K30+000

NOTAS:

1. TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO
2. LAS ESTRUCTURAS INDICADAS DEBERAN CONSTRUirse E INSTALARSE DE ACUERDO CON LAS NORMAS DEL I.C.E.L.
3. LA DISTANCIA MINIMA ENTRE CONDUCTORES DEBERA SER 1.8m, Y LA DISTANCIA MINIMA ENTRE CONDUCTORES Y TIERRA DEBERA SER DE 6m

EMITIDO PARA LICITACION		Nov/93	
No.	DESCRIPCION	FECHA	REVISO APROBADO
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA - M.M.E. INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA - I.C.E.L.			
STYCON LTDA. - Ingenieros Consultores			
MCH - LA MACARENA LINEA DE TRANSMISION K30+000 - K33+517			
Diseño: S. GUERRERO	Revisó: C. V. R. C. V.	Depto: C. E. E.	Escuela: INDICADA
Dibujo: F. BAUTISTA R.	Revisó: M. S. R. S. R.	Paquete No.: MAC-93	
Presentó: R. STROEDINGER	Revisó: M. S. R. S. R.	Mód. Dibujo No.: 39	
Aprobó: O. ARAS	Revisó: M. S. R. S. R.	Auto. Rev. No.:	

1.	INSTALACIONES INTERNAS Y EXTERNAS			
1.1.	Diseño y construcción de instalaciones interiores de alumbrado y tomas	Gbl.	1	900,000
				900,000
1.2.	Diseño y construcción de instalaciones exteriores de alumbrado	Gbl.	1	1,800,000
				1,800,000
	SUBTOTAL			2,700,000
	EQUIPO DE COMUNICACIONES	Gbl.	1	5,000,000
				5,000,000
	SUBTOTAL			5,000,000
	EQUIPO DE GENERACION			
	Generador trifásico 300 KW 4.160V., 900 rpm y accesoriosU.		1	98,000,000
				98,000,000
	Diseño y construcción de turbina Mitchell-Banki 300 KW U.		1	42,000,000
				42,000,000
	Diseño y construcción de regulador		1	15,000,000
				15,000,000
	SUBTOTAL			155,000,000
	TOTAL PRESUPUESTO REFERENCIA			320,245,820

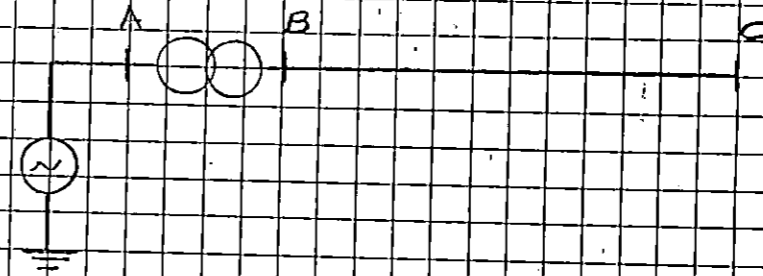
4.	SUBESTACION CASA DE MAQUINAS				
4.1.	Salida a 4.16 KV en cable apantallado N.2, conos de alivio, tubería conduit, cajas de paso y accesorios	ML	12	169,200	2,030,400
4.2.	Transformador de potencia trifásico 400KVA. 4.16/34.5KV y accesorios	Gbl.	1	18,500,000	18,500,000
4.3.	Conexión entre transformador y disyuntor de salida en cable apantallado N.2, conos, tubería cajas y accesorios a 34.5 KV	ML.	10	312,200	3,122,000
4.4.	Disyuntor 35 KV, tipo intermedia y accesorios	Gbl.	1	36,000,000	36,000,000
4.5.	Conexión entre disyuntor y Estructura salida EI en cable apantallado N.2, conos, tubería cajas, cortacircuitos, para rayos y accesorios a 34.5 KV	ML.	20	365,300	7,306,000
	SUBTOTAL				66,958,400
3.	TABLEROS				
3.1.	Celda MT1 y conexiones	Gbl	1	22,500,000	22,500,000
3.2.	Celda MT2 y conexiones	Gbl	1	6,300,000	6,300,000
3.3.	Celda BT1 y conexiones	Gbl	1	5,800,000	5,800,000
	SUBTOTAL				34,600,000
2.	CABLES DE POTENCIA Y CONTROL				
2.1.	Conexión entre generador y Celda MT1, cable apantallado N.2 - 5KV, conos, tubería, cajas y accesorios	ML.	10	169,200	1,692,000
2.2.	Circuitos de control entre equipo de generación y MT1	Gbl.	1	2,800,320	2,800,320
	SUBTOTAL				4,492,320

CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO LMC

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	VLR. UNIT.	VLR. PARCIAL
	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION, POR CIRCUITO DE GENERACION 400 KVA, DE LOS SIGUIENTES EQUIPOS, MATERIALES Y ACCESORIOS:				
6.	SUBESTACION LA MACARENA				
6.1.	Acometida a 34.5 KV en cable apantallado N.2, conos de alivio, tubería conduit, cajas de paso, pararrayos, corta - circuitos, seccionador y accesorios	ML	15	387,500	5,812,500
6.2	Transformador de potencia trifásico 400KVA. 34.5/13.8KV y accesorios	Gbl.	1	22,125,600	22,125,600
6.3.	Salida a 13.8 KV en cable apantallado N.2, conos, tubería cajas, cortacircuitos, para - rayos y accesorios	ML.	15	298,300	4,474,500
6.4.	Conexión entre estructuras Et y Ea de alimentador 13.8 KV en cables ACSR y accesorios	ML.	10	48,300	483,000
6.5.	Transformador de potencia trifásico 400KVA. 0.44/13.8KV y accesorios	Gbl.	1	11,840,000	11,840,000
6.6.	Salida a 13.8 KV en cable apantallado N.2, conos, tubería cajas, cortacircuitos, para/- rayos y accesorios	ML.	15	298,300	4,474,500
6.7.	Acometida desde planta eléc - trica hasta Tp5	ML.	10	228,500	2,285,000
	SUBTOTAL				51,495,100

CALCULO DE NIVELES DE CORTOCIRCUITO

Condiciones base:



Generador 4160 V, 400 KVA

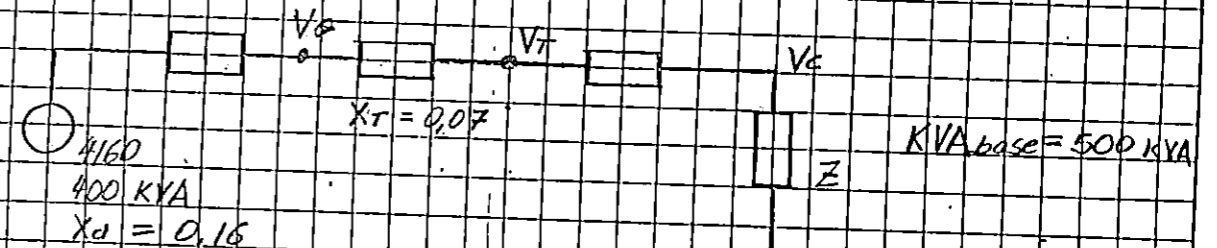
Transformador 4160 V / 34500 V, 400 KVA

Linea de transmision 1/0 AWE ACSR, 34.5 KV

Norma empleada ANSI/IEEE Std 141/1986

Generador Tabla N.1.1 $X''_d = 0.16$
y tablas 24 y 25

Transformador tabla 7a $\mu = 7.0\%$



$$X_0 = 377 * 2 * 10^{-7} \ln \left(\frac{0.643}{0.00132} \right) * 34500 = 16.3 \Omega$$

$$X_b = \frac{(34.5)^2}{0.5} = 2380.5 \Omega$$

$$X_{apu} = 0,00684$$

$$X_{opu} = 0,01$$

$$X_d = \frac{0,16 \times 0,5}{0,4} = 0,2$$

$$X_T = \frac{0,07 \times 0,5}{0,4} = 0,0875$$

$$X_T = 0,29434$$

$$Y_u = 0,01$$

$$Z_T = 0,294$$

Ep. Con carga inicial de 400 kVA = 0,8 pu

$$E_p = V_b + jX_d I = 1 + j0,2 \times 0,8 = 1,0127$$

$$I_a = \frac{1,0127}{0,2} = 5,06 \text{ pu} \quad (351 \text{ A})$$

$$I_T = \frac{1,0127}{0,2875} = 3,52 \text{ pu} \quad (29,4 \text{ A})$$

$$I_c = \frac{1,0127}{0,294} = 3,44 \text{ pu} \quad (28,78 \text{ A})$$

De acuerdo con estos resultados se recomienda utilizar seccionadores con corriente nominal de corto circuito de 30 KA.

Línea de Transmisión - cálculos estructurales

1. Introducción.

Para el diseño estructural de la línea eléctrica se parte de la metodología propuesta por el I.C.E.L. Se hizo la determinación de las condiciones de trabajo y el caso crítico.

En estas notas se presenta la verificación estructural de las estructuras mencionadas en el diseño, siempre calculadas para las condiciones más críticas.

2. Condiciones de trabajo

$V =$ Velocidad del viento = 100 Km/h.

Temperatura mínima = 15°C

Temperatura máxima = 27°C

Altura máxima sobre el nivel del mar = 475m

3. Caso crítico.

Conduta BCSR $N = 1/0$ B16 $d = 10.11$ mm

$T_r =$ Resistencia a la rotura = 1440k

$W =$ Peso del cable = 215.9 Kg/km

$P_v =$ Carga del viento = $0.0042 \times V^2 \frac{d}{1200}$ (Kg/m)

$P_v = 0.425$ Kg/m = 425 Kg/km

STRYCON LTDA. - Ingenieros Consultores BOGOTÁ D. C.	DESCRIPCIÓN: MCH. en la Masama - Línea Eléctrica -	CÓDIGO PROJ.
	EJECUTADO POR:	REVISADO POR:

$$PU < 3W \quad ; \quad 425 < 3 \times 215.9 = 647.7$$

Por lo tanto, no hay rama crítica para una condición más.

No obstante, siguiendo las normas del Icel para Electrificación Rural, para una tensión de 20:0 se recomienda un vano crítico de 600m.

4. Estructuras.

Las estructuras típicas fueron seleccionadas de las Normas dadas por el Icel, para circuito simple vano aproximado de 500m y conductores metálicos.

5. Plantillado.

La localización de las estructuras ha sido realizada de acuerdo con el perfil topográfico, sobre el cual se usó la plantilla de flechas correspondiente. Esta labor se realizó en el computador directamente.

6. Distancias de separación.

De acuerdo con las normas, las distancias mínimas de dentro fueron las siguientes:

$$\text{Entre conductores} = \text{mín } 18\text{m}$$

$$\text{Entre conductores y tierra} = \text{mín } 6\text{m}$$

$$\text{Separación} = 0.6\text{m}$$

HOJA DE
2

7. Condiciones para la plantilla:

$$A_2 = (\sum E_i a_i^2 / \sum E_i a_i)^{1/2} = 531 \text{ m.}$$

Para facilitar el trabajo de campo se colocó un punto regular de observación de 500 m. Por lo tanto, se utilizó la plantilla 2200 correspondiente a 2052 y 500 m.

8. Estructuras críticas.

A continuación se indican las estructuras que están sometidas a las condiciones estructurales más críticas, y asímismo se hace un chequeo estructural más detallado:

E1	RH 232	E 62	RH 232
E 6A	"	E 72	"
E 7	"	E 74	RH 201
E 10	"		
E 26	"		
E 34	SH 222		
E 54	RH 201		

HOJA DE
3

Estas estructuras críticas fueron reducidas por tener algunas de las siguientes características:

- Los vanos más largos
- Los vanos más inclinados
- El mayor ángulo horizontal y vanos más largos.

9. Pautas estructurales.

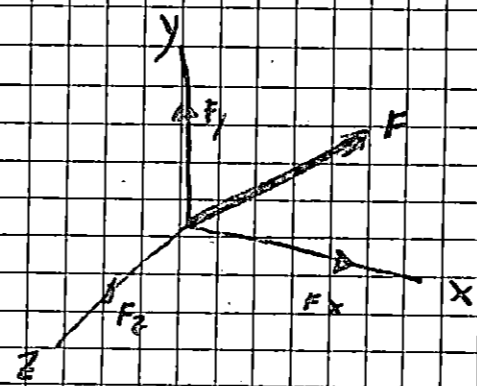
A continuación se explica estructuralmente cada una de las estructuras críticas y se explica su funcionamiento cuando se somete a las cargas impuestas por el peso de los cables, sus componentes horizontal y las cargas del viento. En cada uno de los casos se explica que estructuralmente los siguientes elementos cumplen:

- Poste
- Anclamiento en apoyo (cuando hay)
- Cadeneta

Además, se revisa la tensión ^{maxima} a que quedan sometidos los tendidos.

En las páginas siguientes se detallan las condiciones de carga en cada estructura y mediante un programa de computadores se establecen las espigas y desplazamientos de espigas en cada parte de la estructura, así como su respectivo factor de seguridad.

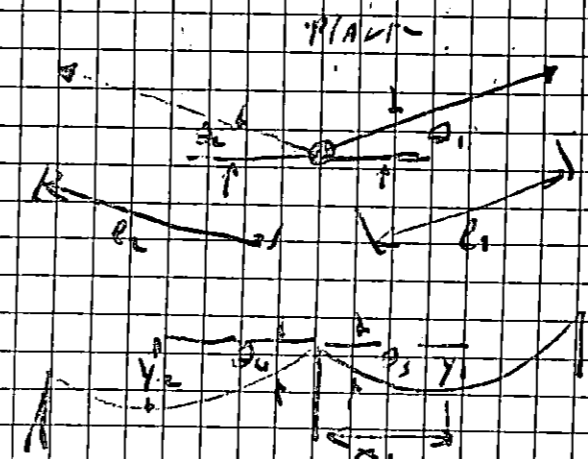
Estos cálculos están basados en la teoría vectorial en 3 dimensiones.



donde la resultante de la fuerza F es:

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2}$$

En el caso más general



w = peso del cable / m.

La tensión máxima del cable está dada por:

$$T_0 = \frac{W \cdot x}{2y}$$

y la tensión máxima está dada por

$$T = \sqrt{F_1^2 + x^2 W^2}$$

La componente en x, y, z está dada por:

$$\sum F_x = T_1 \cos \theta_3 - T_2 \cos \theta_4 \cos \theta_2$$

$$\sum F_y = T_1 \sin \theta_3 + T_2 \sin \theta_4 \cos \theta_2$$

$$\sum F_z = T_1 \sin \theta_3 \cos \theta_2 + T_2 \sin \theta_4 \cos \theta_2$$

10. Resultados.

En las siguientes páginas se presentan los parámetros geométricos de cada una de las estructuras críticas analizadas.

En el caso N-1 se presentan los resultados de análisis estructural.

II. Analisis de Los Resultados

Al analizar los resultados del Cuadro N° 1 se
desea que todas las estructuras cumplan
absolutamente con las exigencias de los cargas
diseñadas tanto para los puentes, la superj
las construcciones.

Por lo tanto, como se ha demostrado indirectamente la
línea de conclusión que esta propuesta en
condiciones requeridas.

HOJA DE

7

STRYCON LTDA. - Ingenieros Consultores
BOGOTA D. C.

DESCRIPCION:

EJECUTADO POR:

REVISADO POR:

CODIGO PROJ.

FECHA:

ESTR.XLS

LINEA DE TRANSMISION DE LA MCH DE LA MACARENA

CALCULOS ESTRUCTURALES - Revisión de estructuras críticas

W= 0.216 PV= 0.42

ESTR. No.	TIPO	L1	L2	X1	X2	Y1	Y2	A1	A2	A3	A4	T1	T2	FX	FY	FZ	F	POSTES	ESPIGO	CRUCETA	OBSERVACIONES
E1	RH232	0	336	0	336	0.0	19.0	0.0	0.0	0.0	2.6	245.3	245.3	0.2	11.0	0.0	11.0	ok	ok	ok	CUMPLE
E6A	RH232	455	145	455	145	26.5	12.0	0.0	0.0	12.4	2.1	319.2	107.0	204.8	72.4	0.0	217.2	ok	ok	ok	CUMPLE
E7	RH232	145	50	145	50	12.0	4.5	0.0	0.0	11.3	1.4	107.0	44.3	60.6	22.1	0.0	64.5	ok	ok	ok	CUMPLE
E10	RH232	50	50	50	30	3.5	1.0	0.0	0.0	38.0	3.5	52.4	110.1	-68.6	39.0	0.0	78.9	ok	ok	ok	CUMPLE
E26	RH232	600	950	300	475	6.5	8.0	0.0	0.0	3.6	0.2	405.2	658.6	-253.2	27.7	0.0	254.7	ok	ok	ok	CUMPLE
E36	SH227	600	600	600	600	11.0	22.5	0.0	0.0	0.1	0.2	682.5	453.5	229.0	3.0	0.0	229.0	ok	ok	ok	CUMPLE
E54	PH201	400	550	400	550	21.5	44.5	0.0	0.0	1.4	5.4	289.4	365.2	-74.3	41.8	0.0	85.2	ok	ok	ok	CUMPLE
E62	RH232	450	600	160	400	3.5	7.0	0.0	0.0	1.6	2.6	313.1	584.6	-271.0	35.4	0.0	273.3	ok	ok	ok	CUMPLE
E72	RH232	580	520	290	260	4.7	4.5	18.9	7.0	0.5	0.6	569.4	502.9	35.8	10.1	245.7	248.5	ok	ok	ok	CUMPLE
E74	PH201	400	400	220	400	6.0	12.0	0.0	0.0	3.2	0.4	275.9	366.8	-91.3	17.9	0.0	93.0	ok	ok	ok	CUMPLE

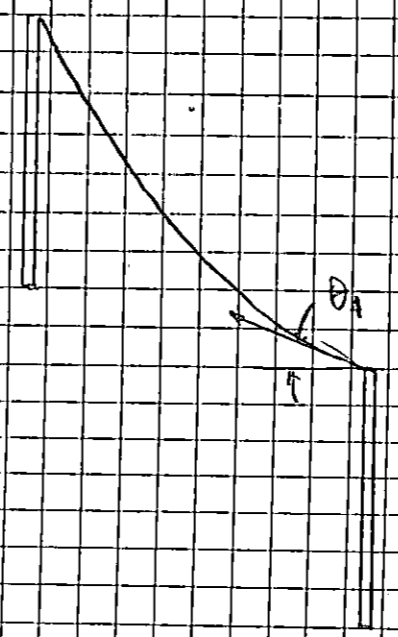
CONVENC.: L1,2= DISTANCIA ENTRE ESTRUCTURAS VECINAS EN METROS
X1,2= DISTANCIA ENTRE LA ESTRUCTURA Y LA PARTE MAS BAJA DEL CABLE EN METROS
Y1,2= DISTANCIA VERTICAL ENTRE LA PARTE SUPERIOR DE LA ESTRUCTURA Y LA MAS BAJA DEL CABLE EN METROS
A1,...,4= ANGULOS HORIZONTALES Y VERTICALES ENTRE LOS CABLES Y LA ESTRUCTURA EN GRADOS
T1,2= TENSION EJERCIDA POR LOS CABLES SOBRE LA ESTRUCTURA, INCLUYENDO SU PESO PROPIO Y LA CARGA DE VIENTO EN KILOS
FX,Y,Z= SUMATORIA DE FUERZAS EN LOS EJES X, Y, Z EN KILOS
F= FUERZA RESULTANTE EN KILOS
W, PV= CARGAS POR PESO DEL CABLE Y VIENTO POR METRO LINEAL

PLANTA



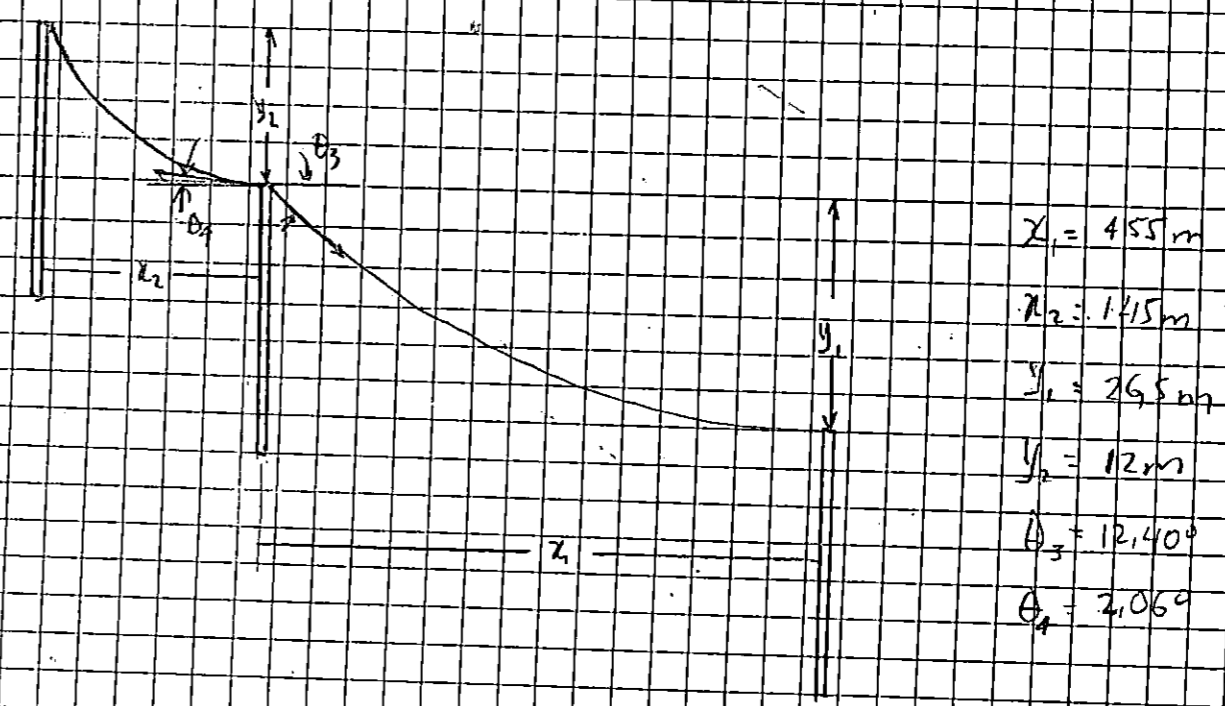
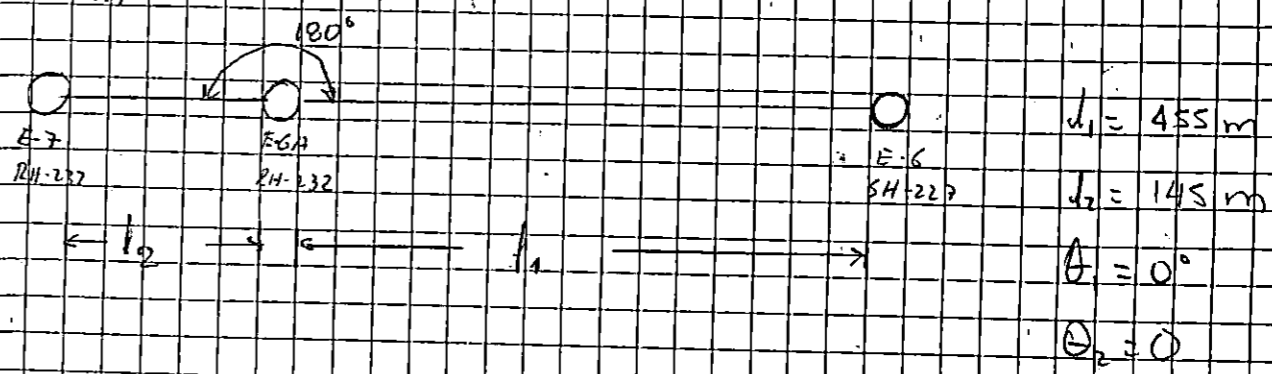
$$\begin{aligned}
 & \delta_1 = 0 \\
 & \delta_2 = 336 \text{ m} \\
 & \theta_1 = 0 \\
 & \theta_2 = 0
 \end{aligned}$$

PERFIL



$$\begin{aligned}
 & z_1 = 0 \\
 & z_2 = 336 \text{ m} \\
 & y_1 = 0 \\
 & y_2 = 17 \text{ m} \\
 & \theta_1 = 0 \\
 & \theta_2 = 2,529
 \end{aligned}$$

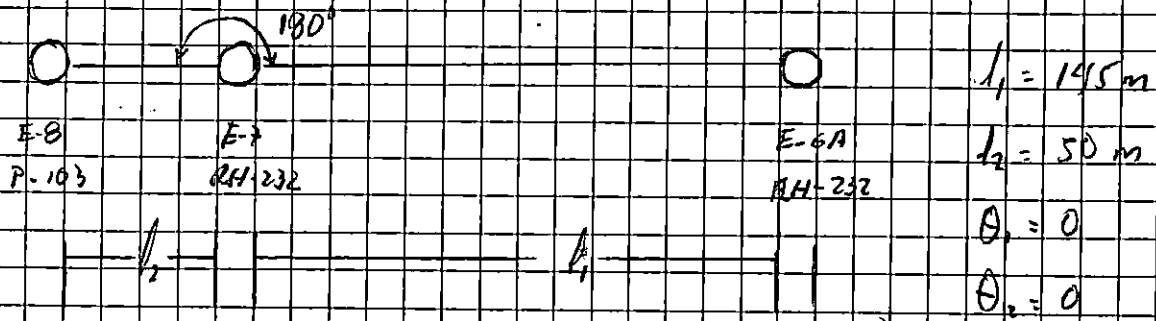
PLANTA



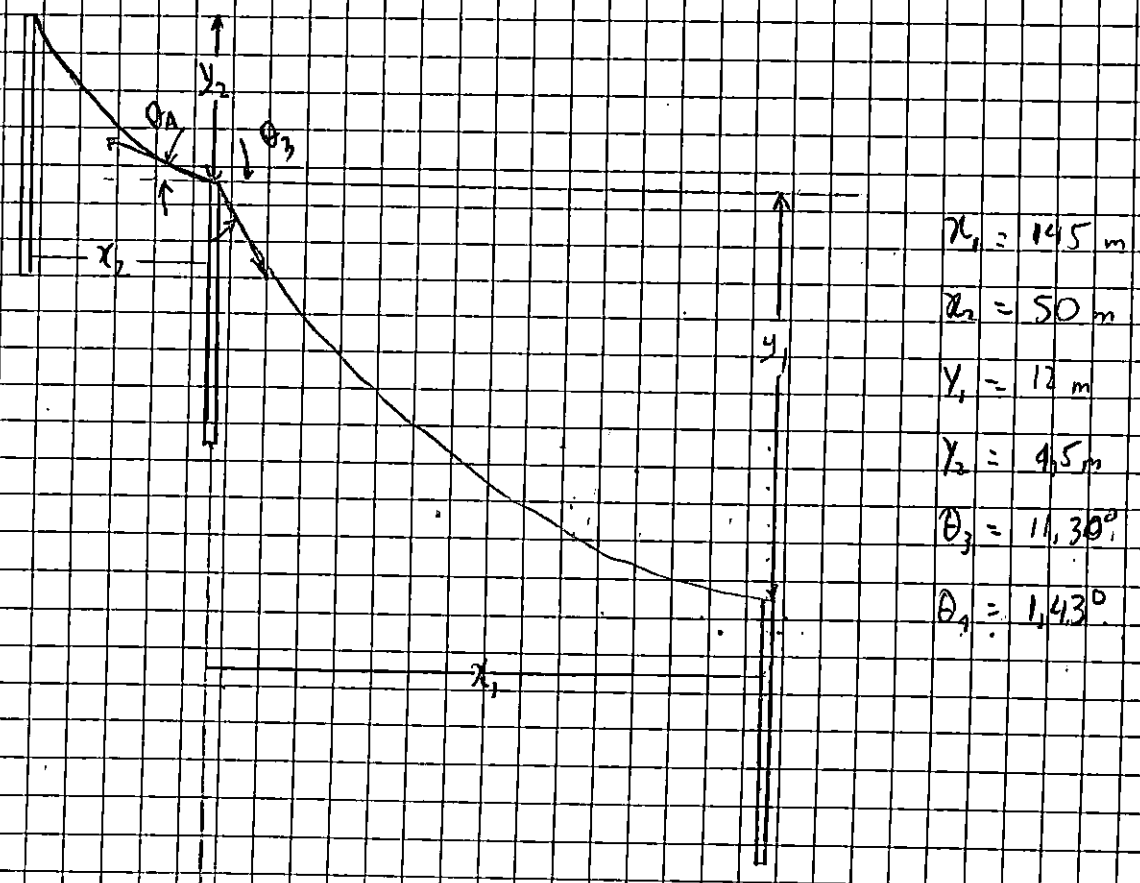
STRYCON LTDA. - Ingenieros Consultores BOGOTA D. C.	DESCRIPCION:		
	EJECUTADO POR:	REVISADO POR:	CODIGO PROY.
	<i>O. Moral</i>	<i>[Signature]</i>	FECHA:

Cálculo correspondiente a la estructura E-7 correspondiente a la estructura TIPO ICEL RH-232.

PLANTA

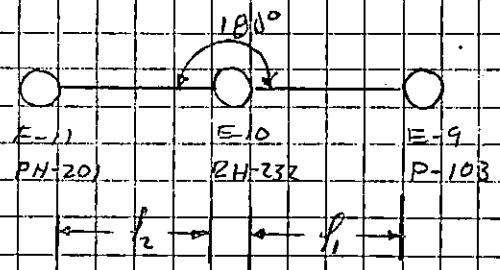


PERFIL



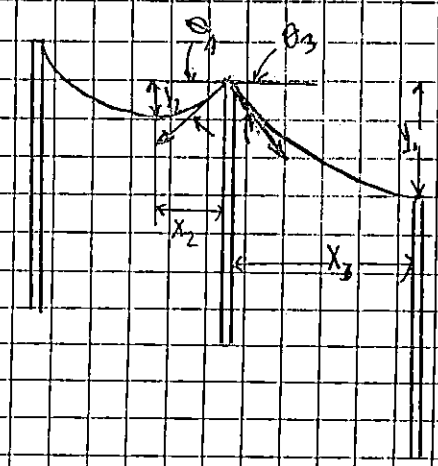
HOJA DE

PLANTA



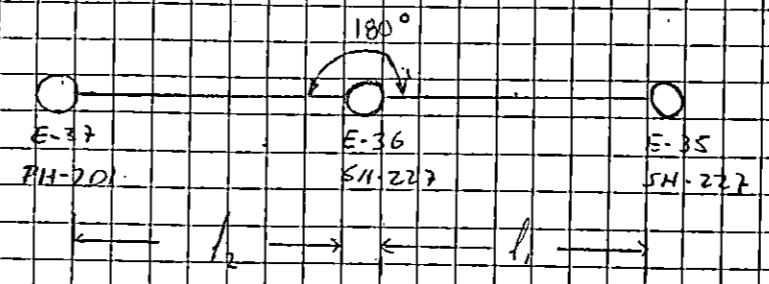
$l_1 = 50m$
 $l_2 = 50m$
 $\theta_1 = 0^\circ$
 $\theta_2 = 0^\circ$

PERFIL

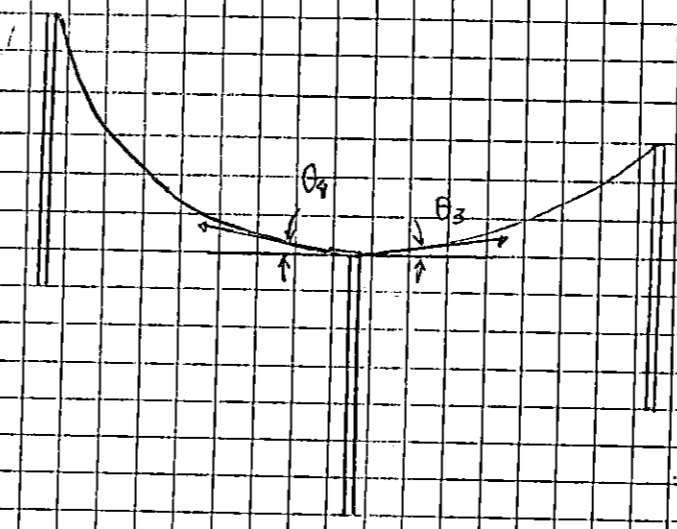


$x_1 = 50m$
 $x_2 = 30m$
 $y_1 = 3,50m$
 $y_2 = 1,0m$
 $\theta_3 = 38^\circ$
 $\theta_4 = 3,52^\circ$

PLANTA



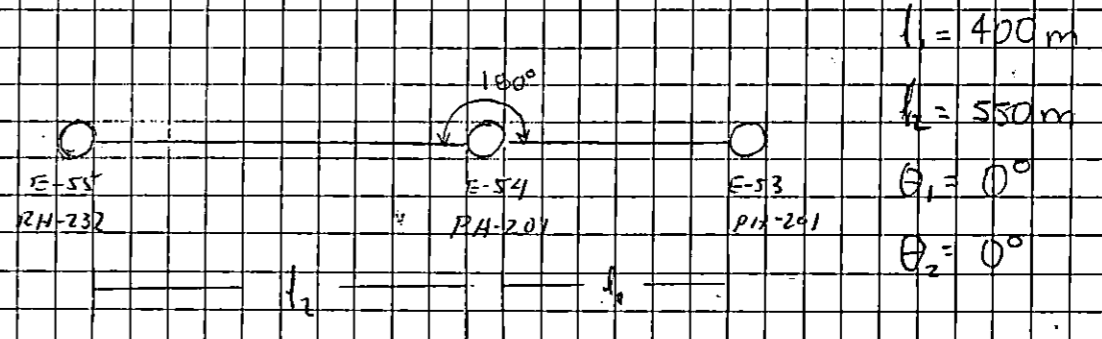
$l_1 = 600\text{ m}$
 $l_2 = 600\text{ m}$
 $\theta_1 = 0^\circ$
 $\theta_2 = 0^\circ$



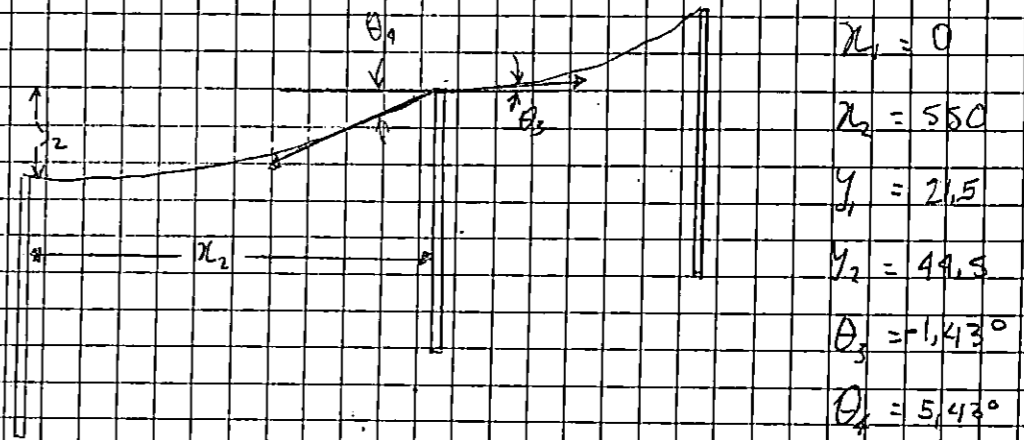
$l_1 = 600\text{ m}$
 $l_2 = 600\text{ m}$
 $y_1 = 11.0$
 $y_2 = 22.5$
 $\theta_3 = 0,1^\circ$
 $\theta_4 = 0,23^\circ$

CALCULO ESTRUCTURAL PARA LA ESTRUCTURA No. E-54 CORREGIDA -
 DIENTE A UNA ESTRUCTURA TIPO ICEL-TH-201.

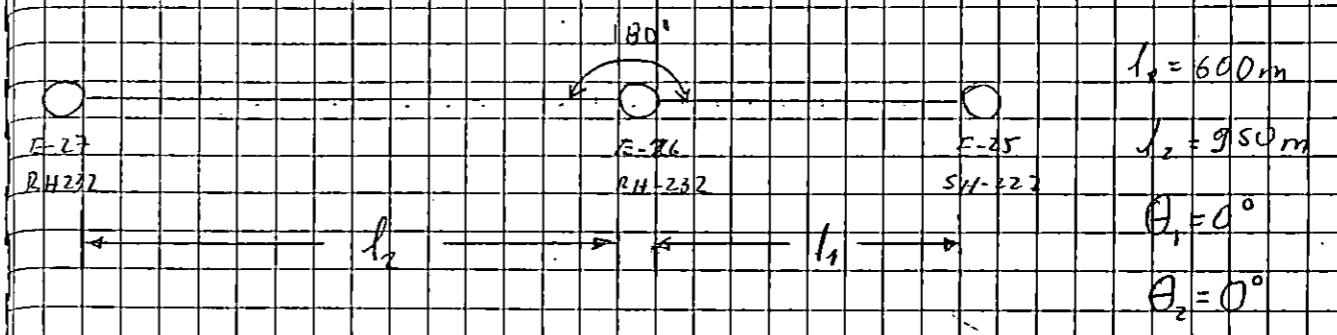
PLANTA



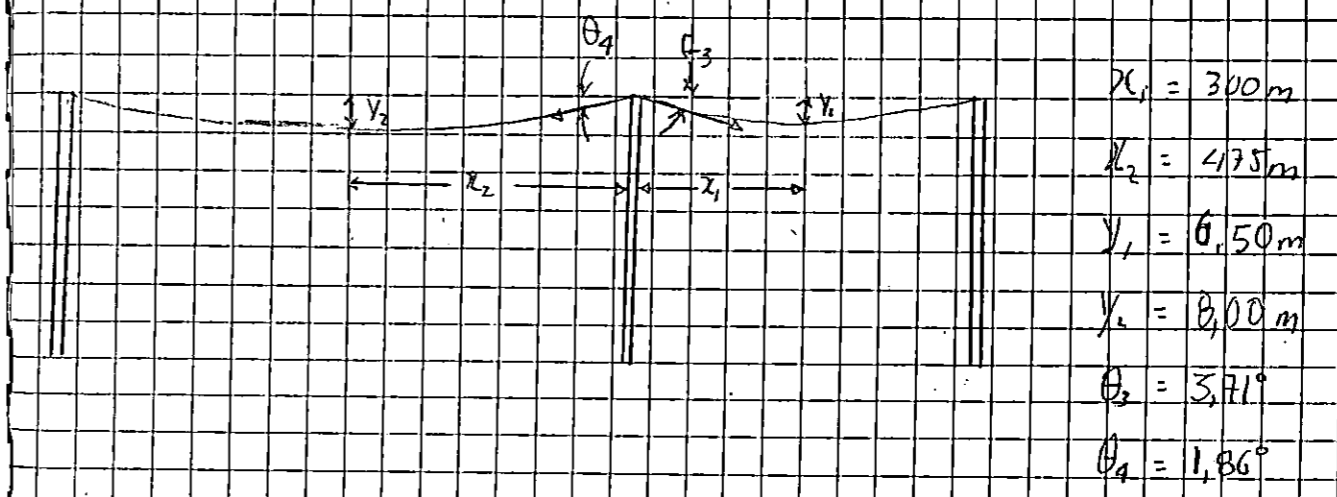
PERFIL



PLANTA



PERFIL

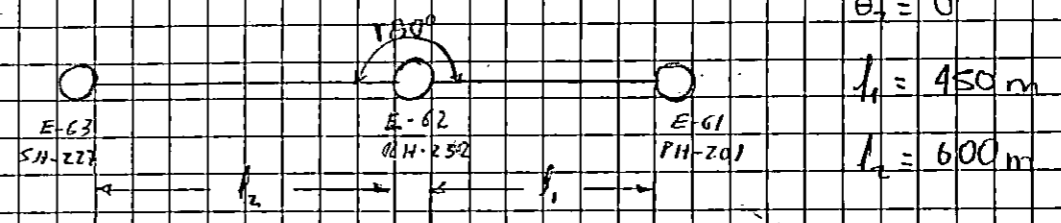


3)



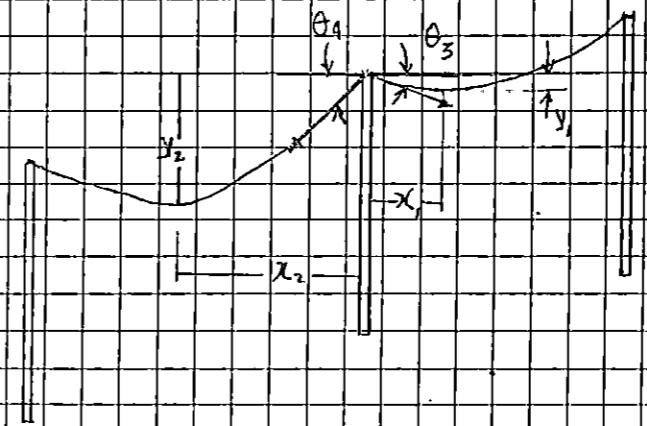
CALCULO ESTRUCTURAL PARA LA ESTRUCTURA E-62 + CORRIENTE
 DIENTE A UNA ESTRUCTURA TIPO ICEI - RH-232

PLANTA



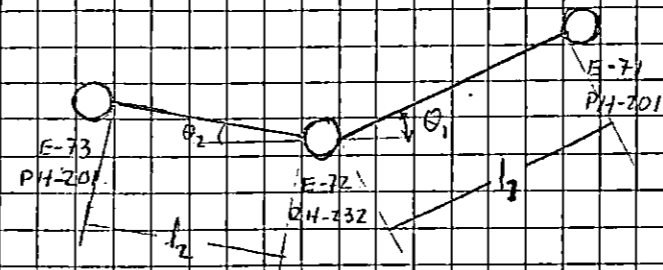
$\theta_1 = 0^\circ$
 $\theta_2 = 0^\circ$
 $l_1 = 450\text{ m}$
 $l_2 = 600\text{ m}$

PERFIL



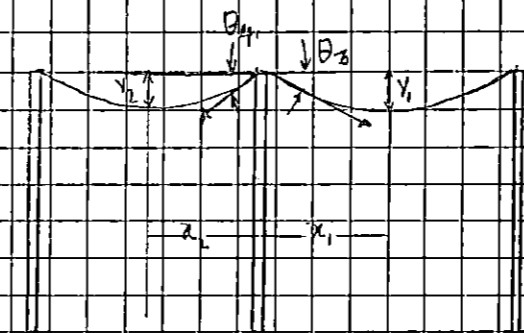
$x_1 = 160\text{ m}$
 $x_2 = 400\text{ m}$
 $y_1 = 3,50\text{ m}$
 $y_2 = 7,0\text{ m}$
 $\theta_3 = 1,63^\circ$
 $\theta_4 = 2,60^\circ$

PLANTA



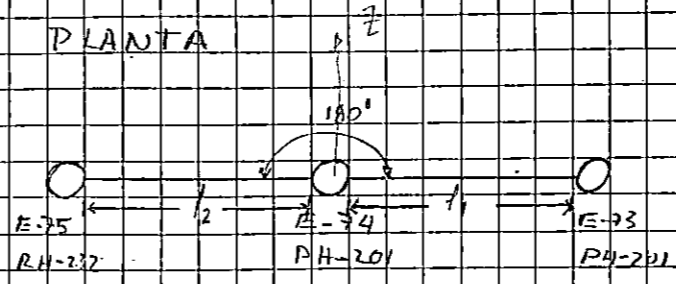
$\theta_1 = 18,84^\circ$
 $\theta_2 = 7,0^\circ$
 $l_1 = 580 \text{ m}$
 $l_2 = 520 \text{ m}$

PERFIL



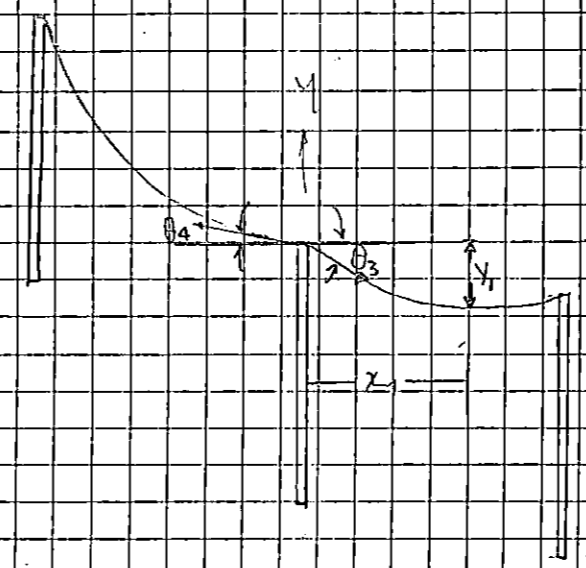
$x_1 = 290 \text{ m}$
 $x_2 = 260 \text{ m}$
 $y_1 = 4,70 \text{ m}$
 $y_2 = 4,50 \text{ m}$
 $\theta_3 = 1,72^\circ$
 $\theta_4 = 2,29^\circ$

PLANTA

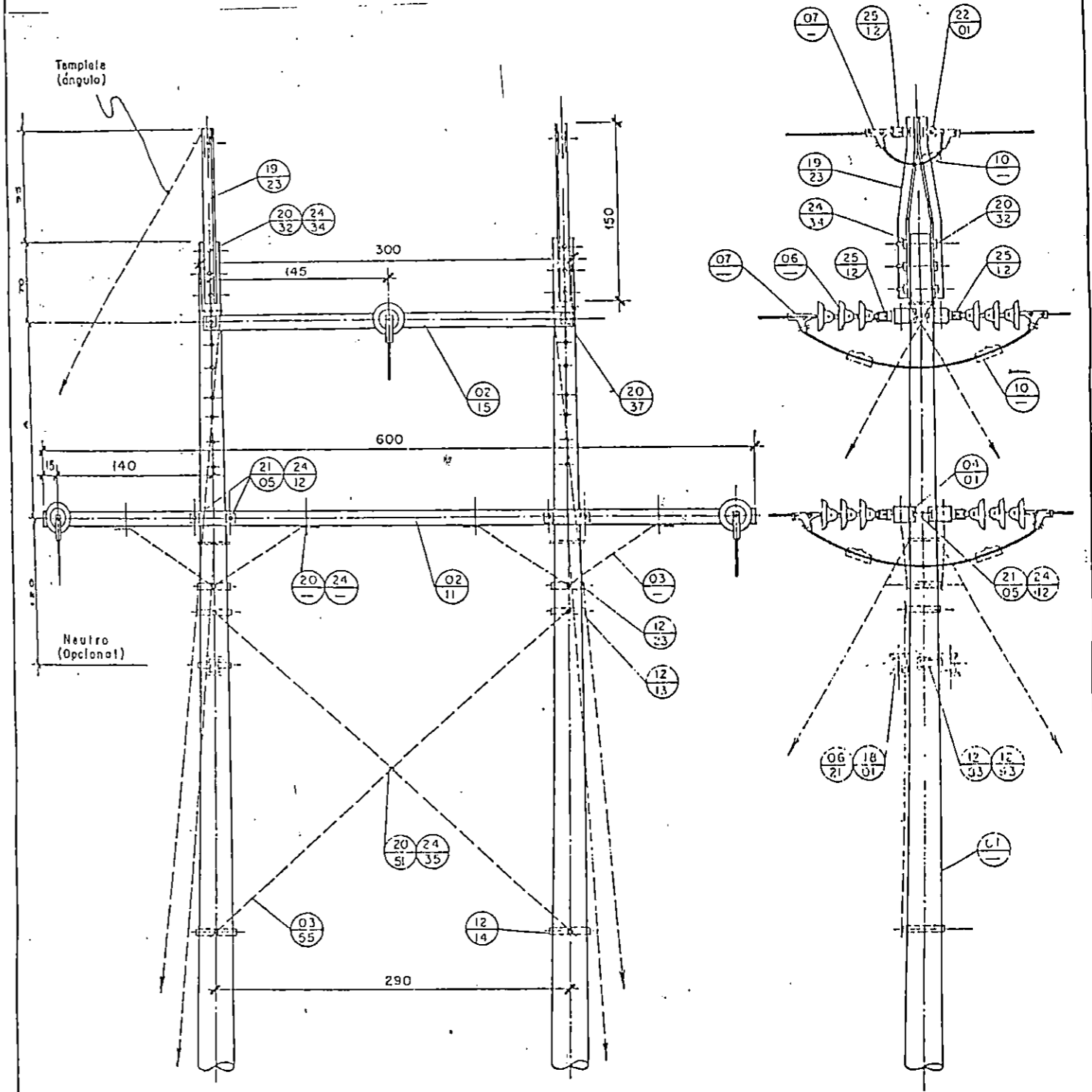


$l_1 = 400m$
 $l_2 = 400m$
 $\theta_1 = 0^\circ$
 $\theta_2 = 0^\circ$

PERFIL



$x_1 = 220m$
 $y_1 = 6m$
 $x_2 = 400$
 $y_2 = 12$
 $\theta_2 = 3,18^\circ$
 $\theta_1 = -0,413^\circ$




CARACTERISTICAS

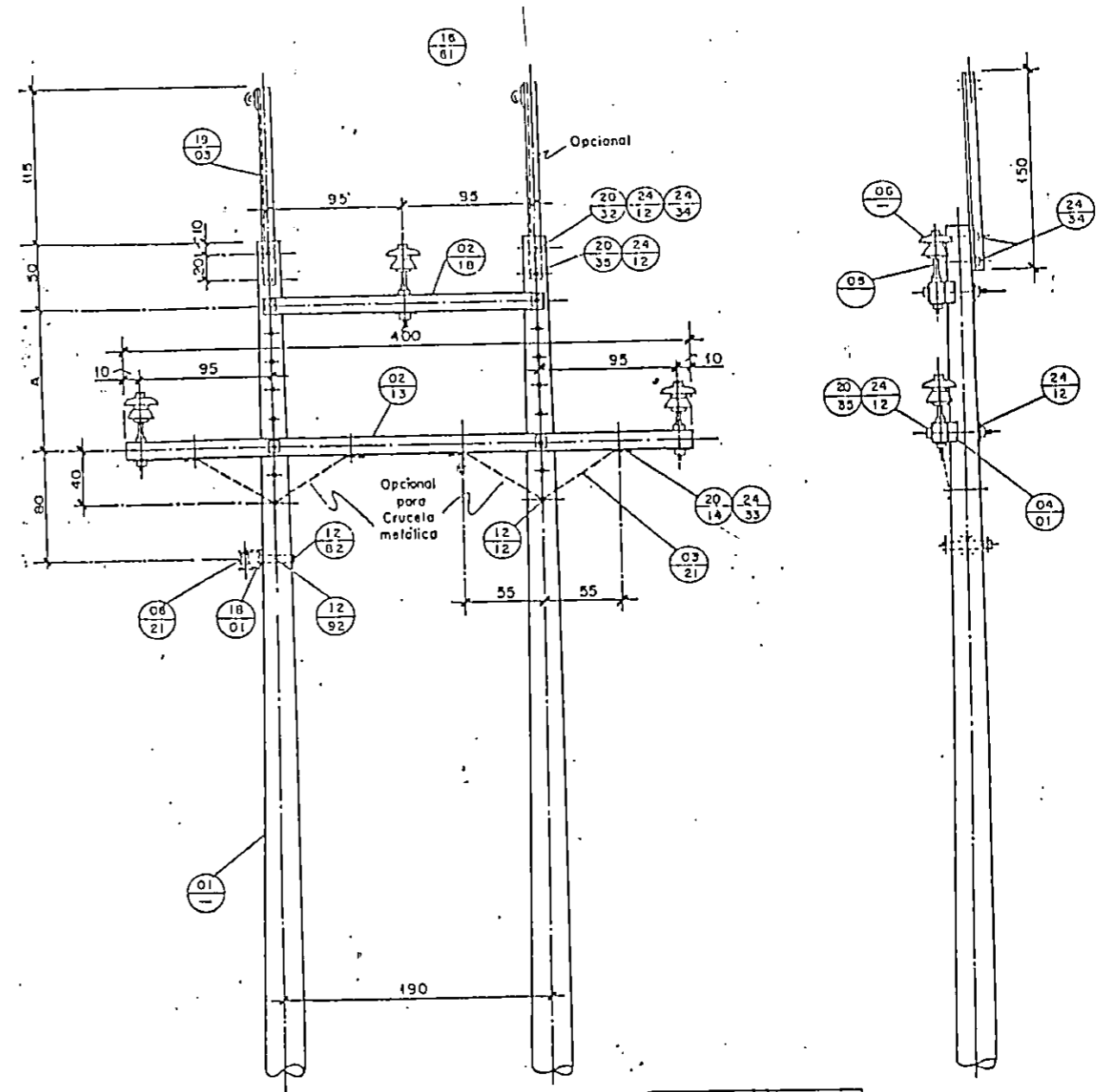
H - CIRCUITO SIMPLE
 RETENCION
 CRUCETAS DE 3 Y 6m.
 CABLE DE GUARDA - NEUTRO(OPCIONALES)
 HASTA 44Kv - ANGULO MAXIMO 45°

NOTAS :

1. VANO MAXIMO (POR SEPARACION DE CONDUCTORES) APROX 800m
2. MAXIMA CARGA VERTICAL (PESO) POR CADA APOYO, CON CRUCETA DE MADERA 280Kg
3. MAXIMA CARGA VERTICAL (PESO) POR CADA APOYO, CON CRUCETA DE METALICA 180Kg
4. MAXIMA CARGA TRANSVERSAL EN LA ESTRUC.(EN LA PUNTA), SIN RIOSTRAS EN X 1000Kg
5. LAS CARGAS ADMISIBLES VERTICALES Y TRANSVERSALES (EN LA ESTRUC.) PUEDEN SER AUMENTADAS UTILIZANDO DIAGONALES, RIOSTRAS EN X Y TEMPLETE LATERAL, SEGUN EL CASO

 STRYCON LTDA. - Ingenieros Consultores		REVISIONES		MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA		Dibujo No.:	
				ELECTRIFICADORA DEL META		PLT - 03	
Diseño:	Revisó:	Deplo:	Revisó:	Deplo:	Presentó: R. STRYCONCER	MCH - LA MACARENA	
Dibujó:	Hidr.:	Geol.:	Estr.:	Arq.:	Aprobo:	Ocl/93 Fecha:	Paqueta No.: META
						Escala: 1:50	Rev. No. 0

FILE: MACARENA\FORMA\03.DWG



CARACTERISTICAS

H - CIRCUITO SIMPLE
 AISLAMIENTO EN ESPIGO (PIN)
 CRUCETAS SENCILLAS DE 2 Y 4m.
 CABLE DE GUARDA - NEUTRO(OPCIONALES)
 HASTA 44KV - ANGULO 0° A 5°

NOTAS :

1. VANO MAXIMO (POR SEPARACION DE CONDUCTORES) APROX 500m
2. MAXIMA CARGA TRANSVERSAL (VIENTO Y ANGULO) POR CADA PIN 300Kg
3. MAXIMA CARGA VERTICAL (PESO) POR CADA PIN, CON CRUCETA DE MADERA 220Kg
4. MAXIMA CARGA VERTICAL (PESO) POR CADA PIN, CON CRUCETA METALICA 1.40Kg
5. LAS CARGAS ADMISIBLES VERTICALES PUEDE SER AUMENTADAS UTILIZANDO DIAGONALES



STRYCON LTDA. - Ingenieros Consultores

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
 ELECTRICADORA DEL META

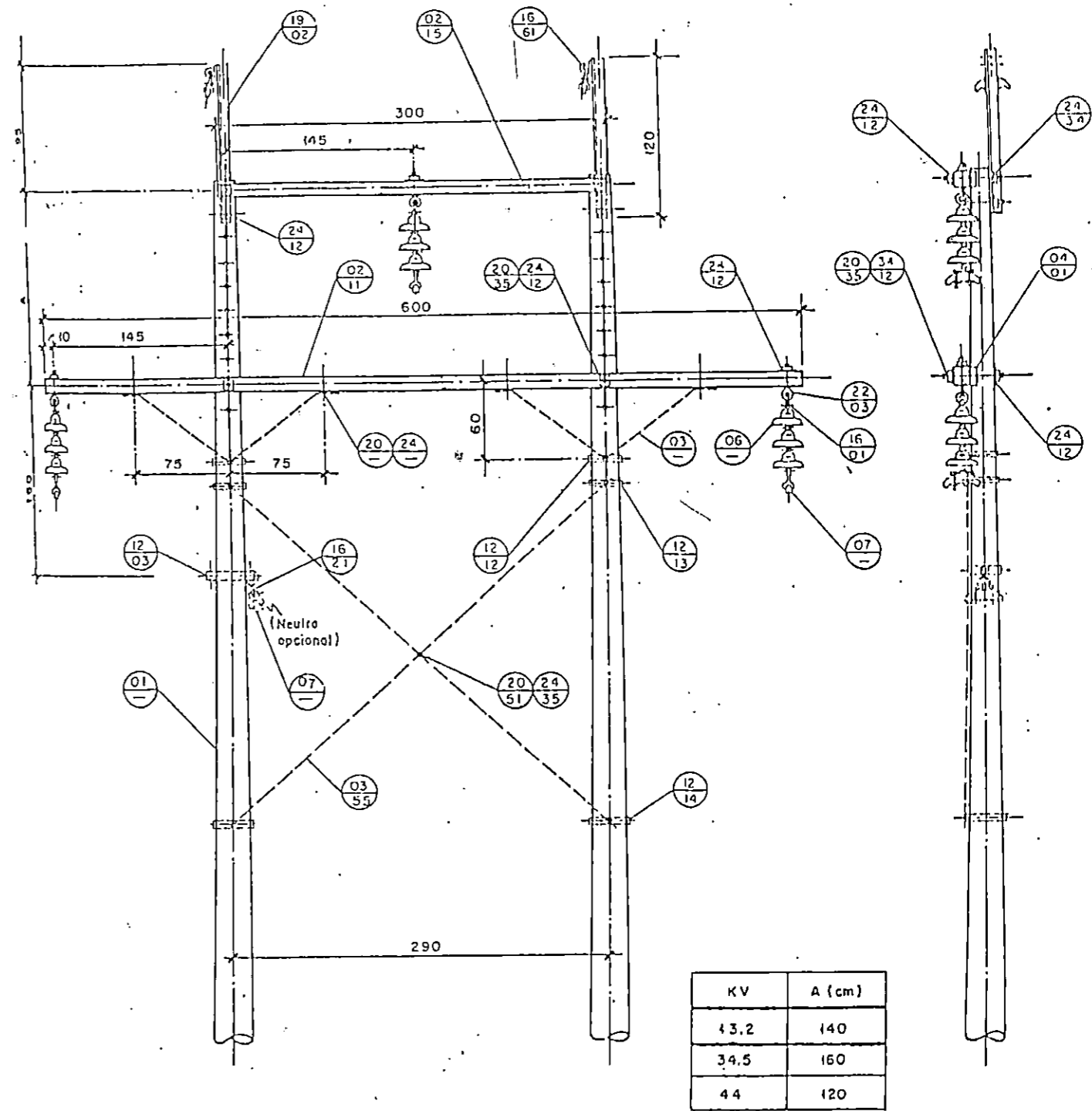
Dibujo No.:
 PLT - 01

Diseño: Revisó: Deplo: Revisó: Deplo: Presentó: R. SANCHEZ
 Hidr. Arq. Aprobó:

REVISIONES
 No. 0
 Fecha: Oct/93

MCH - LA MACARENA
 ESTRUCTURA TIPO ICEL PII-201

Paquete No.: META
 Escala: 1:50 Rev. No.: 0



CARACTERISTICAS

H - CIRCUITO SIMPLE
 SUSPENSION
 CRUCETAS DE 3 Y 6m.
 CABLE DE GUARDA - NEUTRO(OPCIONALES)
 HASTA 44Kv - ANGULO 0° A 3°

- NOTAS :**
1. YANO MAXIMO (POR SEPARACION DE CONDUCTORES) APROX 800m
 2. MAXIMA CARGA TRANSVERSAL (VIENTO Y ANGULO) LA QUE COMPUESTA CON LA CARGA VERTICAL DE UNA DESVIACION MAX. DE 30° DE LA CADENA DE AISLADORES
 3. MAXIMA CARGA VERTICAL (PESO) POR CADA CADENA, CON CRUCETA DE MADERA 140Kg
 4. MAXIMA CARGA VERTICAL (PESO) POR CADA CADENA, CON CRUCETA METALICA 90Kg
 5. LAS CARGAS TRANSV. EN LA ESTRUCTURA.(EN LA PUNTA) SIN RIOSTRAS EN X 1000Kg
 6. LAS CARGAS VERTICALES Y TRANSVERSALES PUEDEN AUMENTARSE CON DIAGONALES Y RIOSTRAS X

STRYCON LTDA. - Ingenieros Consultores				REVISIONES		MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA ELECTRIFICADORA DEL META		Dibujo No.: PLT - 02	
Diseño:	Revisó:	Deplo:	Revisó:	Deplo:	Presentó: R. STRIEDINGER	MCH - LA MACARENA		Paquete No.: META	
Dibujó:		Coel.		Estr.	Arq.	Fecha: Ocl/93	0	ESTRUCTURA TIPO ICFL SII=227	

333.7932 | C 718m1 Ej. 1

Minicentral Hidroeléctrica – MCH Municipio la Macarena – Meta / Línea de Transmisión Eléctrica, Informe N° 8 Instituto Colombiano de Energía Eléctrica (ICEL)

333.7932 C718m1 Ej.1

CATALOGADO POR: HELP FILE LTDA

FECHA

FECHA