

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**MEJORAMIENTO DEL P.S.E. SAN PEDRO DE LARCAY  
(AYACUCHO), INCLUYE LA MINICENTRAL  
HIDROELÉCTRICA**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR:**

**JULIO RAUL HUAMANÍ BARRAZA**

**PROMOCIÓN  
1998 - I**

**LIMA – PERÚ  
2003**

**Dedico este trabajo a:**

**Mis padres, por su enorme sacrificio**

**A mis hermanos, por su constante apoyo**

**MEJORAMIENTO DEL PSE SAN PEDRO DE LARCAY, INCLUYE SU  
MINICENTRAL HIDROELECTRICA**

## **SUMARIO**

El presente trabajo, describe el uso de la energía eléctrica en un pueblo muy lejano de Ayacucho, tal es el distrito de San Pedro de Larcay.

El distrito de Larcay tiene aspiraciones a futuro y por lo tanto es vital contar con energía eléctrica eficiente, suficiente y económico.

Este trabajo del P.S.E. San Pedro de Larcay y su Minicentral hidroeléctrica, es desarrollado como de bien social; describimos como se encontró las antiguas instalaciones y como cambiaremos casi todo.

Se menciona sobre el trabajo de redes secundarias (conductores autoportantes), Minicentral hidroeléctrica, instalación de la conexión domiciliaria aérea y por último la evaluación económica del proyecto.

## ÍNDICE

<b>PROLOGO</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I</b>	
<b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b>	
1.1 Introducción	3
1.2 Aspectos generales	
1.2.1 Aspectos fisicos	4
1.2.2 Aspectos demográficos y socioeconómicos	5
1.2.3 Números de beneficiados	7
1.2.4 Principales servicios públicos	
1.2.5 Vías de acceso	8
<b>CAPITULO II</b>	
<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	
2.1 Antecedentes del proyecto	9
2.2 Finalidad del proyecto	
2.3 Alcances del proyecto	
2.4 Características principales del proyecto	10

2.5 Estudio del mercado eléctrico y proyección de demanda	11
2.5.1 Análisis de las cargas	15
2.5.2 Determinación de consumo de energía y máxima demanda	16
2.6 Definición del sistema eléctrico	
2.7 Consideraciones básicas generales de diseño	17
2.8 Minicentral hidroeléctrica	20
2.8.1 Componentes de un sistema de microhidrogeneración	23
2.9 Diseño de un sistema	26
2.9.1 Capacidad y estudio de la demanda	28
2.9.2 Estudio hidrológico e inspección del lugar	
2.9.3 Estudio de prefactibilidad	
2.9.4 Estudio de factibilidad final	29
2.10 Factor de planta	31
2.11 Regulación de la velocidad	32
2.11.1 Regulación automática de la velocidad por regulación de caudal	33
2.12 Regulación de la velocidad por regulación de carga	39
2.12.1 Regulación manual	
2.12.2 Regulación automática de carga	40

### **CAPITULO III**

#### **CALCULOS JUSTIFICATIVOS**

3.1 Condiciones generales de diseño	43
-------------------------------------	----

3.2 Cálculos eléctricos	44
3.3 Cálculos mecánicos	45
3.3.1 Calculo mecánico de conductores	
3.3.2 Calculo mecánico de postes	47
3.3.3 Calculo mecánico de retenidas	61
3.4 Cálculos para la turbina	65
3.5 Protección de la turbina –alternador	66
3.5.1 Instrumentos de medición	
3.5.2 Seccionamiento	67
3.5.3 Reles de protección	70
3.5.4 Tableros o paneles	72
3.5.5 Otras protecciones	73
3.5.6 Cableado generador-tablero	74

## **CAPITULO IV**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

4.1 Especificación técnica para suministro de materiales y equipos redes secundarias.	75
4.1.1 Especificación técnica de postes de procedencia nacional para redes secundarias	
4.1.2 Especificación técnica de conductores autoportantes de aluminio	79
4.1.3 Especificación técnica de accesorios de los cables autoportantes	84

4.1.4	Especificación técnica ,conectores de derivación tipo perforación de aislamiento para conductores aislados de baja tensión	87
4.1.5	Especificación técnica, cable de acero grado Siemens martín para retenidas	91
4.1.6	Especificación técnica, accesorios metálicos para postes, aisladores y retenidas	94
4.1.7	Especificación técnica, luminarias y lámparas	103
4.1.8	Especificación técnica, material para puesta a tierra	109
4.1.9	Especificación técnica, medidores de energía activa monofásicas, tipo inducción para corriente alterna.	114
4.1.10	Especificación técnica, caja metálica porta medidor	116
4.1.11	Especificación técnica, materiales accesorios para conexiones domiciliarias	118
4.2	Especificación técnica minicentral hidroeléctrica	121
4.3	Especificación técnica para montaje de redes secundarias con conductor autoportante	
4.3.5	Montaje de retenidas y anclajes	126
4.3.6	Tendido y puesta en flecha de los cables autoportantes	128
4.3.7	Manipulación de los cables	129
4.3.8	Operación de tendido	131
4.3.9	Puesta en flecha	
4.3.10	Pastorales y luminarias	132

4.3.11 Conexiones domiciliarias	133
4.3.12 Puesta a tierra	134
4.3.13 Inspección y pruebas	135

## **CAPITULO V**

### **PRESUPUESTO**

5.1 Calculo del presupuesto total	141
-----------------------------------	-----

## **CAPITULO VI**

### **EVALUACIÓN ECONOMICA**

6.1 Costo de inversión del proyecto (beneficio, costo)	149
--	-----

<b>CONCLUSIONES</b>	153
---------------------	-----

<b>ANEXO</b>	155
--------------	-----

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	176
---------------------	-----

## **PRÓLOGO**

El presente trabajo del PSE San Pedro de Larcay y su Minicentral Hidroeléctrica es un proyecto de bien social, con el fin de mejorar las condiciones de vida del poblador y erradicar la pobreza. Este trabajo se ha dividido en VII Capítulos :

El Capitulo I, es sobre la memoria descriptiva, donde se muestra los aspectos generales; topografía, clima, vegetación, actividad comercial, etc.

El Capitulo II, trata sobre el proyecto, finalidad del proyecto, estudio del mercado eléctrico y la proyección de demanda, máxima demanda definición del sistema eléctrico, consideraciones generales de diseño y minicentral hidroeléctrica.

El Capitulo III, en esta parte se hacen los cálculos eléctricos ,mecánicos y cálculos de la potencia de la turbina – alternador.

El Capitulo IV, tenemos las especificaciones técnicas de las redes secundarias, de la minicentral hidroeléctrica y las especificaciones técnicas de montaje.

El Capitulo V , Aquí obtenemos el costo de los equipos y materiales y el costo del montaje del proyecto.

El Capitulo VI , se analiza el resultado económico del presente trabajo.

# **CAPITULO I MEMORIA DESCRIPTIVA**

## **1.1 Introducción**

El distrito de San Pedro de Larcay provincia de Sucre, departamento de Ayacucho no cuenta con los servicios indispensables para el desarrollo económico y social; por estas razones dicho municipio a iniciativa de sus autoridades canalizan el proyecto del P.S.E y su minicentral hidroeléctrica .

Esta minicentral dotará una potencia de 120 Kw. con tensión en los bornes de salida en 380/220 voltios. El financiamiento de esta minicentral es con fondos propios del municipio.

El presente proyecto comprende el estudio definitivo de las redes eléctricas de distribución secundaria en 380/220 V de la localidad de San pedro de Larcay y su minicentral hidroeléctrica.

El sistema adoptado será trifásico aéreo con conductores autoportantes, tanto para el servicio particular y alumbrado público.

## **1.2 Aspectos generales**

### **1.2.1 Aspectos físicos**

#### **a) Ubicación**

**DISTRITO**

**San pedro de Larcay**

PROVINCIA	SUCRE
SUBREGION	VI CHANKA
REGION	LOS LIBERTADORES
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	Latitud Sur : 14°09'57" Long. Oeste 73°34'15"
ALTITUD PROMEDIO	3376 m.s.n.m.

#### **b) Topografía**

La zona del proyecto presenta un relieve irregular con pendientes que varían entre 20% y 80%.

#### **c) Clima**

Se definen en 2 periodos ,la época de lluvias que se presenta en los meses de Diciembre a Marzo y un periodo seco en los meses de Abril a Noviembre.

La temperatura promedio anual es de 11.5° C, una precipitación promedio anual de 750 mm. y una humedad relativa de 65%.

#### **d) Vegetación**

La zona del proyecto presenta una variada vegetación de acuerdo a los diferentes pisos ecológicos, así en :

Zona baja tenemos plantas como : molle, tunales

Zona Intermedio : Eucaliptos

Zona alta : Kishuar, keñua.

## 1.2.2 Aspectos demográficos y socio-económicos

### a) Demografía

En el censo nacional de 1972, la población urbana era de 528 habitantes, en 1981 la población disminuyó a 450 habitantes, notándose una gran deserción debido a los problemas socio-políticos, emigrando hacia las ciudades de la costa peruana.

### b) Población económicamente activa

De acuerdo al censo Nacional de 1981 se aprecia que el 96,4% de la población estaban “ocupados” y el 3,6% permanecían “desocupados”. La agricultura es la actividad económica más importante, ocupando el 71,1% a continuación se muestra la distribución porcentual de la PEA, según distintas ramas de la actividad. Ver tabla N° 1.1

Población económicamente activa

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL</b>
Agricultura, caza	71.1 %
Industria Manufacturera	03.2 %
Comercio	07.1 %
Establec. Financieros	0.4 %
Serv. Comunales, Sociales	6.3 %
Actividad no especifica	5.1 %
<b>TOTAL</b>	<b>93.2 %</b>

Tabla N° 1.1

**c) Actividad agrícola**

Es la mas importante de las actividades económicas, la actividad agropecuaria se desarrolla con una tecnología tradicional, los cultivos alimenticios son predominantes. En base al uso actual de los suelos, en toda la provincia predominan las tierras de protección, eriazas (47.8%), pastos naturales (41.9%), tierras agrícolas (9.15%). Las especies nativas en este lugar son : papa 0.7%, maíz 0.5%, cebada 6.2% , hasta 5.4% ,mashua 2.1%.

**d) Actividad pecuaria**

La actividad pecuaria esta constituida principalmente por la crianza de ganado vacuno ,ovino, porcino, la participación de los camélidos sudamericanos y equinos es significativa, la producción pecuaria es importante por estar ligada a la economía de mercado, el ganado constituye para los pequeños y medianos agricultores y comuneros un medio de capital. La calidad de ganado es básicamente criollo y en menor proporción el ganado mejorado, la explotación es de tipo extensivo y orientada principalmente a la producción de carne ,donde la crianza es de manera tradicional no contándose con asistencia técnica.

El ganado vacuno representa el 16.9%, ovinos 21.6% , equinos 8.3%, porcinos 1.8%, auquénidos 51.4%

**e) Actividad comercial**

Esta constituida por la compra-venta de productos alimenticios y satisfacer las necesidades primordiales de vestido, salud, vivienda.

**f) Educación y salud**

La cobertura educativa en la zona urbana de San Pedro de Larcay es del 80% en los niveles primario y secundario, no existiendo nivel superior .

Los servicios de salud tiene una cobertura por parte del estado de 0%.

**1.2.3 Número de beneficiados**

En la actualidad                    1239 habitantes beneficiados

Proyección a 20 años    1873 habitantes beneficiados

**1.2.4 Principales servicios públicos**

Cuenta con los siguientes servicios públicos:

Colegio secundario de menores

Escuela primaria de menores

Centro de educación Inicial

Consejo distrital

Posta sanitaria

Juzgado de Paz

Casa Comunal

### **1.2.5 Vías de acceso**

Para llegar al distrito de San Pedro de Larcay ,desde la sede Sub-Regional se toma la via

Andahuaylas-Pampachiri-Larcay de aproximadamente 140 Km. de trocha carrozable.

La otra ruta es: Lima-Nazca-Puquio- Larcay de aproximadamente 20 horas en camioneta.

Los materiales de construcción se pueden adquirir tanto en Andahuaylas o en Puquio.

## **CAPITULO II DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### **2.1 Antecedentes del proyecto**

El distrito de San Pedro de Larcay conformante de la provincia de Sucre, departamento de Ayacucho, conformante de la subregión VI Chanka Región los Libertadores Wari, fue creado por ley N° 15091 del 08 de Junio de 1964. Por encontrarse en una zona de extrema pobreza, no cuenta con los servicios indispensables para un despegue económico; por estas razones el concejo distrital de San Pedro de Larcay por iniciativa de sus autoridades canalizan el presente proyecto “ P.S.E. SAN PEDRO DE LARCAY Y LA MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA” , una necesidad muy sentida de la población.

### **2.2 Finalidad del proyecto**

Los principales objetivos del presente proyecto, son los siguientes :

- Satisfacer la demanda de energía Eléctrica del distrito de San Pedro de Larcay
- Contribuir al desarrollo social e industrial de la zona.
- Reducir el proceso de migración, al incentivar al desarrollo de nuevas fuentes de trabajo y elevar el nivel socio-económico de los pobladores.
- Optimizar el uso del recurso hídrico en beneficio de la población.

### **2.3 Alcances del proyecto**

El estudio de la obra del P.S.E San Pedro de Larcay y su minicentral hidroeléctrica, nace como una necesidad vital de este distrito. Anteriormente se había desarrollado un proyecto, el consejo distrital observando que las instalaciones se encontraban en mal estado, y en total abandono, deciden evocarse en un nuevo proyecto de electrificación.

El suministro eléctrico era muy deficiente, se iba la luz a cada momento, aumentaba y disminuía constantemente la tensión, los apagones, era de todo los días, etc.

Ante esto desarrollamos el siguiente proyecto eléctrico, para darle electricidad a este distrito; esta energía tan vital para su desarrollo.

### **2.4 Características principales del proyecto**

La ejecución del proyecto "P.S.E. San Pedro de Larcay y la Minicentral Hidroeléctrica" contempla lo siguiente:

- Mejoramiento de la red secundaria aérea trifásica de conductores autoportantes
- Construcción de la casa de máquinas y ducto de restricción
- Instalación del grupo electromecánico compuesto por
- Turbina Pelton de 01 Inyector con regulación manual
- Alternador ALGESA trifásico de 120 KW, potencia 380/220 V.
- Sistema de transmisión a base de poleas y fajas " V "
- Tablero de control con (Kilowattímetro, voltímetro, amperímetro, interruptor termo magnético).

- Válvula mariposa de accionamiento manual de 10”

## **2.5 Estudio del mercado eléctrico y proyección de demanda**

### **Periodo de diseño**

Se adopta un periodo de diseño de 20 años

### **Determinación de la población de diseño**

Tomando como base la población del año 2001 (1212 habitantes), de acuerdo al informe del Instituto nacional de estadística y informática, del compendio estadístico de la región los libertadores Wari, se determinará la población de diseño empleando el método siguiente:

$$r = 2.2 \%$$

$$t = \text{año } 1,2,3,4,5,\dots,20$$

Pf = Población en el año t

$$Pf = 1212(1 + r/100)^t \tag{1.1}$$

Tenemos en la tabla 2.1

**Población proyectada**

	<b>Año</b>	<b>Población</b>
0	2001	1212
1	2002	1239
2	2003	1266
20	2021	1873

Tabla 2.1

En la tabla 2.2, 2.3 se muestra la población de diseño (proyectada) , con mas detalle

PROYECCION DE DEMANDA

n	Año	Població Pn	Densidad Familiar	Numero de Familias	Coefic. De Electrificac.	Num. De Abonados Domesticos	Consumo Unitario Domestico (Kwh /año)	Consumo Neto Domestico (Kwh/año)	K1	Numero de Abonados Comercial	K2	Consumo Unirtario Comercial (Kwh /año)	Consumo Neto Comercial (Kwh / año)
1	2002	1239	5	248	0.30	74	359.34	26706	0.2	15	1.1	395.27	5875.30
2	2003	1266	5	253	0.34	86	379.01	32626	0.2	17	1.1	416.91	7177.64
3	2004	1294	5	259	0.36	93	390.01	36330	0.2	19	1.1	429.01	7992.59
4	2005	1322	5	264	0.39	103	404.68	41736	0.2	21	1.1	445.15	9181.99
5	2006	1351	5	270	0.43	116	422.59	49111	0.2	23	1.1	464.85	10804.36
6	2007	1381	5	276	0.45	124	433.02	53822	0.2	25	1.1	476.32	11840.85
7	2008	1411	5	282	0.47	133	443.39	58827	0.2	27	1.1	487.73	12941.86
8	2009	1442	5	288	0.52	150	463.60	69548	0.2	30	1.1	509.96	15300.50
9	2010	1474	5	295	0.54	159	473.71	75422	0.2	32	1.1	521.08	16592.79
10	2011	1507	5	301	0.57	172	486.92	83632	0.2	34	1.1	535.61	18399.07
11	2012	1540	5	308	0.58	179	493.88	88215	0.2	36	1.1	543.27	19407.40
12	2013	1574	5	315	0.60	189	503.96	95167	0.2	38	1.1	554.35	20936.76
13	2014	1608	5	322	0.61	196	511.00	100265	0.2	39	1.1	562.10	22058.22
14	2015	1644	5	329	0.62	204	518.10	105597	0.2	41	1.1	569.91	23231.24
15	2016	1680	5	336	0.64	215	528.25	113584	0.2	43	1.1	581.08	24988.51
16	2017	1717	5	343	0.65	223	535.44	119501	0.2	45	1.1	588.99	26290.25
17	2018	1755	5	351	0.66	232	542.68	125686	0.2	46	1.1	596.95	27650.88
18	2019	1793	5	359	0.67	240	549.97	132149	0.2	48	1.1	604.97	29072.83
19	2020	1833	5	367	0.68	249	557.32	138903	0.2	50	1.1	613.05	30558.62
20	2021	1873	5	375	0.70	262	567.67	148849	0.2	52	1.1	624.44	32746.71

TABLA 2.2

PROYECCION DE DEMANDA

Consumo Neto Industrial (kwh/año)	Consumo Neto A.P. (Kwh / año)	Consumo Neto Usos Gener. (Kwh / año )	Consumo Neto Cargas especiales (Kwh / año)	Energía Facturada (Kwh / año)	Energía a Distribuir ( Kwh / año	Energía Bruta ( Kwh / año)	Horas de Utilización Anual	Maxima Demanda Total (Kw)
0	19819	1335.29	8800	62535.11	68788.62	70852.28	2200	32.21
0	20255	1631.28	8976	70665.20	77731.72	80063.67	2220	36.06
1314	20700	1816.50	9156	77308.80	85039.68	87590.87	2240	39.10
1340	21156	2086.81	9339	84839.65	93323.61	96123.32	2260	42.53
1367	21621	2455.54	9525	94884.18	104372.60	107503.78	2280	47.15
1394	22097	2691.10	9716	101561.09	111717.20	115068.71	2300	50.03
1422	22583	2941.33	9910	108625.25	119487.78	123072.41	2320	53.05
1451	23080	3477.39	10108	122964.48	135260.92	139318.75	2340	59.54
1480	23587	3771.09	10311	131163.49	144279.84	148608.23	2360	62.97
1509	24106	4181.61	10517	142345.37	156579.91	161277.31	2380	67.76
1540	24637	4410.77	10727	148937.03	163830.73	168745.66	2400	70.31
1570	25179	4758.35	10942	158552.95	174408.24	179640.49	2420	74.23
1602	25733	5013.23	11161	165831.01	182414.11	187886.53	2440	77.00
1634	26299	5279.83	11384	173423.89	190766.28	196489.27	2460	79.87
1666	26877	5679.21	11611	184407.08	202847.78	208933.22	2480	84.25
1700	27469	5975.06	11844	192778.51	212056.36	218418.06	2500	87.37
1734	28073	6284.29	12081	201508.23	221659.06	228308.83	2520	90.60
1768	28691	6607.46	12322	210610.65	231671.72	238621.87	2540	93.95
1804	29322	6945.14	12569	220100.74	242110.82	249374.14	2560	97.41
1840	29967	7442.44	12820	233664.52	257030.97	264741.90	2580	102.61

TABLA 2.3

## **Mercado de consumo**

Es importante este análisis, ya que nos determina la demanda de potencia y energía a consumir por esta población. Lo que será necesario para determinar de que potencia debe ser nuestra Minicentral Hidroeléctrica.

**Áreas geográficas.-** El ámbito del mercado de consumo solamente será la zona urbana del distrito de San Pedro de Larcay.

Entidad responsable de Operación .- Consejo distrital de San Pedro de Larcay.

### **2.5.1 Análisis de las cargas**

La calificación eléctrica se ha considerado de 600 vatios/lote de acuerdo al C.E.N, con un factor de simultaneidad de 0.5, para suministro trifásico y monofásico.

Para el alumbrado público esta en función a las lámparas de 70 w de vapor de sodio con 11,6 w de potencia de pérdida (balastro) y factor de simultaneidad de 1.0.

Se han considerado cargas especiales con factor de diversidad unitario y crecimiento nulo, siendo estas

Colegio secundario de menores .....	1.50 Kw
Escuela primaria de menores .....	1.50 Kw
Centro educativo Inicial .....	1.0 Kw
Salón Comunal.....	1.0 Kw
Posta Sanitaria .....	1.50 Kw
Iglesia.....	1.50 Kw

### **2.5.2 Determinación de consumo de energía y máxima demanda.**

Las poblaciones beneficiarias es aproximadamente 1239 habitantes equivalentes a 248 familias, con una proyección de 20 años a 1873 habitantes equivalentes a 375 familias.

Su dedicación exclusiva en mayor porcentaje es a la actividad agrícola y pecuaria y en menor porcentaje a la actividad comercial, con una proyección a la actividad industrial.

La demanda máxima, para servicio particular se ha determinado en base a la calificación eléctrica asumida , de 600 w por lote.

### **2.6 Definición del sistema eléctrico**

El presente proyecto comprende el diseño de las redes A.P. y S.P. suministro y montaje de materiales.

Las redes del servicio particular, serán aéreas y trifásicos autoportantes con tensión de servicio de 380/220 voltios, y frecuencia de 60 Hz., con una demanda máxima de 600 w por lote ,con un factor de simultaneidad 0.5 y para el sistema de A.P. se ha considerado lámparas de 50w y 70 w , con un factor de simultaneidad de 1.0.

En general se diseñará circuitos independientes para el S.P. y A.P. con caídas de tensión de la red que no excedan el 5% . Tal como se verán en las hojas de calculo correspondientes.

## 2.7 Consideraciones básicas generales de diseño

El presente estudio se ha efectuado de acuerdo al código nacional de Electricidad, normas y disposiciones del Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Electricidad.

El subsistema de distribución secundaria se ha calculado considerando:

Características generales:

**Configuración** : Redes aéreas autoportantes, trifásicas o monofásicas con neutro corrido.

**Tensión conductores** : 380/220 v trifásico , 440/220 v Monofásico

**Conductores** : Autoportados de Aluminio aislado, con el cable autoportante de Aleación de Aluminio desnudo; 4 conductores más el neutro portante.

Los conductores autoportantes de aluminio cumplen con la normas :

Para el conductor portante : IEC104, IEC1089

Para los conductores de fase : IEC 889, IEC 1089

**Conductor de fase:** El conductor de fase será de alambres de Aluminio puro. Estará

Compuesto de alambres cableados concéntricamente y de único alambre central.

El conductor de fase estará cubierto con un aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) de color negro de alta densidad, con antioxidante para soportar las condiciones intemperie, humedad, ozono, luz solar, salinidad y calor. El aislamiento será además de alta resistencia dieléctrica; soportara temperaturas del

conductor entre  $-15^{\circ}$  y  $90^{\circ}$  C en régimen permanente y hasta  $130^{\circ}$ C en periodos cortos de servicio.

**Conductor portante:** El conductor portante será fabricado con alambres de aleación de aluminio Magnesio y Silicio; estará compuesto de un único alambre central. El conductor portante será desnudo y se utilizará, además como neutro.

Los conductores de fase (de servicio particular y alumbrado público) se enrollarán helicoidalmente en torno al conductor portante de aleación de aluminio. Tendrán las siguientes características según tabla N° 2.3

#### CONDUCTOR PORTANTE

FORMACION	ESPESOR AISLAM. FASE (mm)	SECCION NEUTRO PORTANTE (mm <sup>2</sup> )	DIAM. NOMINAL EXTER. (mm)	MASA TOTAL Kg/Km	RES. ELECTRICA Ohm / Km.		In DE FASE 40° C A
					FASE	ALUMBRA.	
3x35+16/25	1,0	25	20,0	481	0,868	1,910	129
3x25+16/25	1,0	25	18.5	397	1.200	1.910	107
3x16+16/25	1,0	25	16.5	310	1.910	1.910	81
2x35+16/25	1,0	25	20.0	362	0.868	1.910	129
2x25+16/25	1,0	25	18.5	307	1.200	1.910	107
2x16+16/25	1,0	25	16.5	249	1.910	1.910	81
2x16/25	1,0	25	16.5	187	1.910	1.910	81
1x16/25	1,0	25	16.5	125	1.910	1.910	81
3x16/25	1,0	25	16.5	249	1.910	1.910	81
3x25/25	1,0	25	18.5	336	1.200	1.910	107
3x35/25	1,0	25	20.0	419	0.868	1.910	129

Tabla N° 2.3

En nuestro caso de acuerdo a los cálculos eléctricos, usaremos los conductores

3x 35 + 16/25 ; 3x25 + 16/25 ; 3x 16 + 16/25

Los conductores serán del tipo autoportante con los conductores de fase y alumbrado público, grado eléctrico y aislados con polietileno reticulado; el neutro será de aleación de Aluminio y desnudo.

La selección del conductor se ha establecido teniendo en cuenta:

Una adecuada capacidad de transporte.

La caída de tensión admisible de acuerdo al código nacional de Electricidad; 5% de su Tensión nominal.

Una adecuada resistencia mecánica para las hipótesis de calculo mecánico.

**La red de alumbrado público:** será monofásico, en 220v entre el conductor piloto y el cable portante; calculada para lámparas de vapor de sodio de 70w (en plazas y calles principales) y 50 w(en otros) mas un 10% de perdidas en el equipo de encendido, con un factor de simultaneidad de 1.0 y un factor de potencia de 0.9 inductivo.

**Conexión domiciliaria :** serán del tipo aéreo y se han diseñado en base al uso de cables concéntrico tipo SET e incluirá caja porta medidor. El suministro se ha previsto por el frente del lote.

**Soportes :** Eucalipto tratado 8m 6-D y 7-D

**La portería** será de madera nacional (Eucalipto) tratada de 8m, clase 7 grupo D para alineamiento y postes de 8m, clase 6 grupo D, para fin de línea, derivación y cambio de dirección .

Los postes serán de madera de procedencia nacional pueden ser de la zona si reúnen las condiciones y normas dadas en las especificaciones técnicas.

De acuerdo a las normas técnicas de Itintec, el poste procederá de madera en verde de primer corte.

Deberá preservarse los postes de acuerdo a las normas de Itintec, deberán preservarse al vacío-presión, aceptándose únicamente el tipo de preservante y valores de retención y penetración:

Preservante CCA-Tipo C, con la composición química y pureza indicada en la norma 251.035, con una retención mínima 12.8 Kg/m<sup>3</sup> y con una penetración mínima de 25 mm en el total de la altura.

**Puestas a Tierra:** Tipo de varilla vertical, con Cu blando, 35mm<sup>2</sup>, cableado y varillas 5/8" diámetro y 8' longitud.

Las redes de servicio particular se ha calculado teniendo en cuenta :

**En cargas domiciliarias:** Factor de simultaneidad de 0.5, un factor de potencia inductivo de 0.9.

En cargas especiales: factor de simultaneidad de 1.0 un factor de potencia inductivo de 0.9 .

## 2.8 Minicentral hidroeléctrica

En esta parte se presenta información sobre el diseño de sistemas de energía hidráulica en pequeña escala los cuales se clasifican, por lo general , en tres rangos de potencia : en gran escala, mini y micro generación.

Los sistemas en gran escala producen energía eléctrica suficiente para abastecer a grandes ciudades y a redes extensas. Un sistema de generación en gran escala produce, por lo general, más de 10 Mw de potencia.

Los sistemas de mini generación son una pequeña contribución en el suministro a la red, típicamente en el rango de 300Kw a 10 Mw.

Los sistemas de micro generación son aún más pequeños, y por lo general, no suministran energía eléctrica a las redes nacionales. Se usan en áreas apartadas a donde no llega la red y por lo general, proveen de la electricidad necesaria para una industria rural o para una comunidad rural. Su rango en potencia varía desde los 200 vatios, lo suficiente para la provisión de iluminación doméstica o a un grupo de casas mediante un sistema de carga de baterías, hasta 300 kw, lo cual puede usarse en pequeños talleres y para el abastecimiento de una “mini-red” local independiente que no sea parte de la red nacional.

En muchos casos los sistemas de microhidrogeneración no generan electricidad. Los molinos de granos por ejemplo, son a menudo accionados directamente por el eje de la turbina. Es bastante común que en una instalación se accionen al mismo tiempo un generador eléctrico y una máquina de procesamiento.

En muchos países existe una necesidad creciente de los suministros de energía para las áreas rurales, en parte para el abastecimiento de electricidad y en parte para el apoyo a industrias. Las actividades gubernamentales tienen que encarar los muy altos costos de la extensión de las redes de electricidad, constituyendo la micro-hidrogeneración una alternativa económica en lugar de la red. Esto se debe a que en los microhidrosistemas independientes, se ahorra el costo de las

líneas de transmisión y a que los sistemas de extensión de la red están dotados de equipo muy costoso, además de los costos de personal. Por el contrario, los sistemas de microhidrogeneración pueden ser diseñados y construidos por personal local y organizaciones más pequeñas cumpliendo con requisitos menos estrictos y usando componentes fabricados en serie y maquinaria fabricada localmente.

Es importante distinguir entre los **sistemas de derivación** y los de **embalse**.

Un **sistema de embalse** hace uso de un dique para detener el caudal del río, formándose un reservorio de agua detrás del dique desde donde fluye el agua hacia las turbinas cuando se necesita energía. La ventaja de este método es que el agua puede acumularse durante la estación de lluvias y luego generar potencia durante los periodos secos del año.

Un sistema de derivación no detiene al caudal del río si no que desvía parte del caudal a un canal y una tubería y luego hacia una turbina. La gran mayoría de los sistemas de microhidrogeneración son del tipo de derivación. La desventaja de este método es que el agua no se puede almacenar de una estación de lluvias a una estación seca del año. La ventaja es que el sistema se puede construir localmente a un bajo costo y su simplicidad proporciona una mejor confiabilidad a largo plazo. Los sistemas de derivación son preferibles desde el punto de vista de daños ambientales dado que las características estacionales del flujo aguas debajo de la instalación no son afectadas y tampoco hay necesidad de inundar los valles ubicados aguas arriba de la instalación.

Los sistemas de embalse con diques tienen también la desventaja de ser más complejos y caros. En ellos se pueden encontrar problemas muy serios, por

ejemplo, los reservorios se pueden llenar de sedimentos después de algunas años. Cuando esto sucede se encuentra a menudo que el dique del reservorio para limpiarlo es demasiado caro, terminando el sistema por generar menos energía que la esperada.

En los micro hidroeléctricas, a pesar de que no existe un gran dique, se puede contar con un pequeño reservorio para acumular agua sobre una leve diara.

Este reservorio en, por lo general una vertedera agrandada de una "cámara de carga" en los sistemas que usan un canal. En otras como donde no se necesita un canal, el reservorio lo forma un azud que actúa al mismo tiempo como vertedera y como un dique muy pequeño.

### 2.8.1 Componentes de un sistema de micro hidrogeneración

La Fig. 2-1 nos muestra los componentes principales de un sistema típico.

El azud desvía el caudal de agua a través de una abertura al caudal del río (la abertura de la toma) hacia un canal abierto. Para separar las partículas de arena del agua se usa un desarenador. El canal aguas los contornos del curso de modo de mantener la elevación del agua desviada. A continuación el agua ingresa a un depósito conocido como "cámara de carga" y para a continuación a una tubera cerrada conocida como "tubera forzada" la cual está conectada a una máquina hidráulica conocida como turbina. La rotación del eje del rodete puede usarse para mover un mecanismo mecánico tal como un molino de grano, un expulsor de aceite, un torno para madera, etc.), o también para accionar un generador eléctrico. La magnitud y artefactos que van a

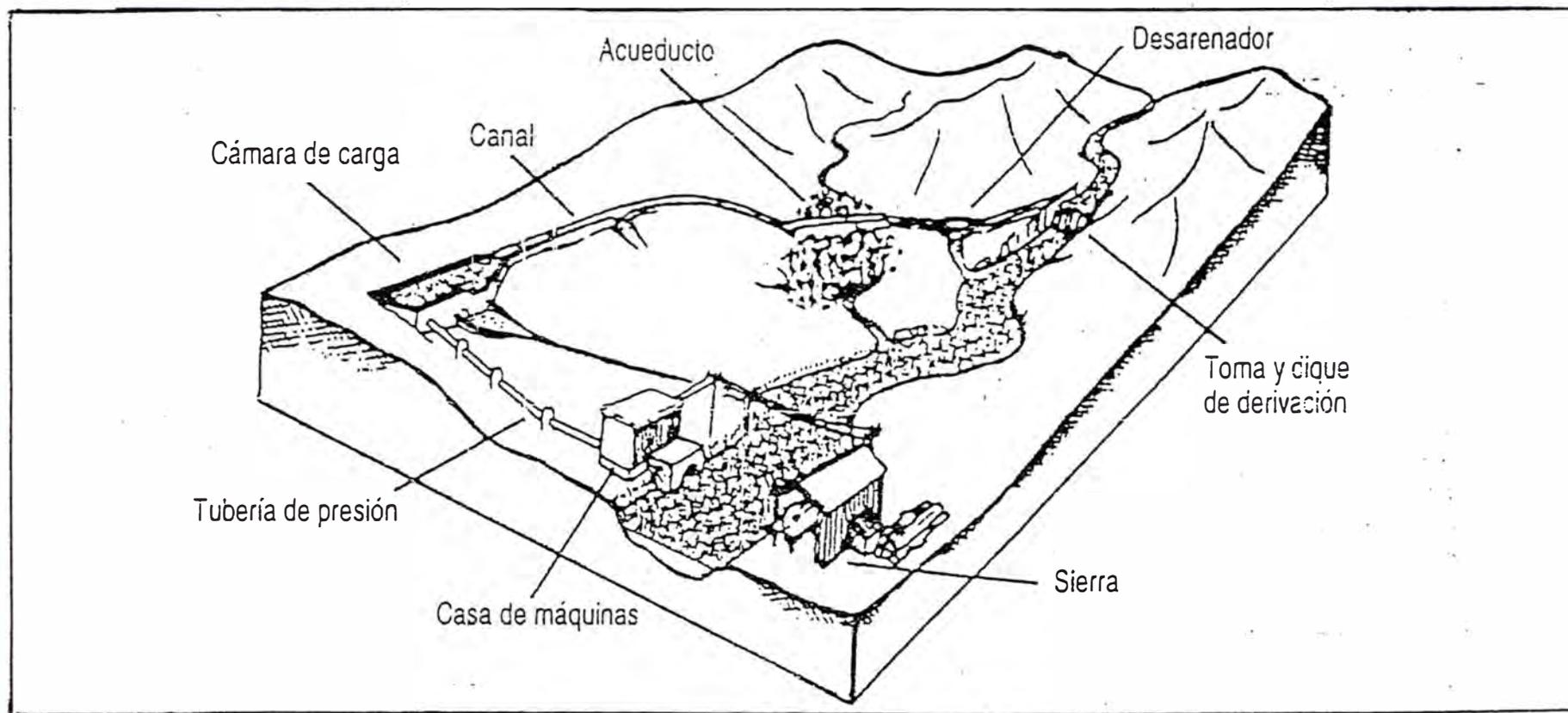


Fig. N° 2.4. Componente de un sistema de micro- hidrogeneración

ser abastecidos de energía por el sistema de hidrogenación son conocidos como la “carga”. En la fig la carga es una sierra.

Existen por supuesto muchas variaciones para este tipo de diseño, por ejemplo, la sierra podría ser accionada directamente por el eje rotativo de la turbina sin ninguna necesidad de electricidad . Otra posibilidad es que se pueda eliminar el canal y que la tubería se conecte directamente a la turbina desde el primer desarenador. Variantes como la expuesta dependerán de las características del lugar particular y de los requerimientos del usuario del sistema.

### **Energía a partir del agua**

Un hidrosistema requiere de un caudal de agua y una diferencia de altura (conocida como “salto”) para producir potencia útil. Se trata de un sistema de conversión de energía, es decir se toma energía en la forma de caudal y salto y se entrega energía en forma de electricidad o energía mecánica en el eje. Ningún sistema de conversión puede entregar la misma energía útil que la absorbida ,una parte de la energía se pierde en el sistema mismo en forma de fricción ,calor ,ruido ,etc.

La ecuación de conversión es:

Potencia de entrada = Potencia de salida – perdidas

O también :

Potencia de salida = Potencia de entrada x eficiencia de conversión

La ecuación de arriba se expresa por lo general de una manera ligeramente diferente .

La potencia de entrada, o potencia total disponible en el sistema hidráulico, es la potencia disponible,  $P_{disp}$ . La potencia útil entregada es la potencia neta,  $P_{neta}$ . La eficiencia total del sistema (fig N° 2.2) se representa por  $e_o$ .

$$P_{\text{neta}} = P_{\text{disp}} \times e_o \quad \text{Kw}$$

**La ecuación fundamental de potencia hidráulica :**

$$P_{\text{neta}} = 10 \times h_{\text{disp}} \times Q \times e_o \quad \text{Kw} \quad (2.1)$$

Donde :

- El salto disponible ( $h_{\text{disp}}$ ), esta en mts
- El caudal ( $Q$ ), esta en  $\text{m}^3 / \text{seg}$ .
- $e_o$ : eficiencia total del sistema
- $P_{\text{neta}}$ , esta en Kw.

**Esta simple ecuación de  $P_{\text{neta}}$  es muy importante ,es la base de todo trabajo de diseño de sistemas hidroenergeticos.**

También es importante :

$$P_{\text{útil}} = e_{\text{obra civil}} \times e_{\text{tuberia}} \times e_{\text{turbina}} \times e_{\text{generador}} \times e_{\text{transfor.}} \times e_{\text{linea-tra}} \times P_{\text{disponible}} \quad (2.2)$$

$$P_{\text{útil}} = e_o \times P_{\text{disponible}} \quad (2.3)$$

La eficiencia total del sistema ( $e_o$ ) en realidad varia entre 0.4 y 0,6

La potencia neta(o útil) se estima a menudo en una forma rápida asumiendo que  $e_o$  es 0.5 ,de modo que redondeando:

$$P_{\text{neta (estimada)}} = 5 \times Q \times h_{\text{disp.}} \quad \text{Kw} \quad (2.4)$$

Donde :  $Q(\text{m}^3 / \text{seg.})$  ,  $h_{\text{disp.}}(\text{mts.})$  ,  $P_{\text{neta}}(\text{Kw.})$

## 2.9 Diseño de un sistema

El procedimiento para diseñar un sistema tiene cuatro etapas :

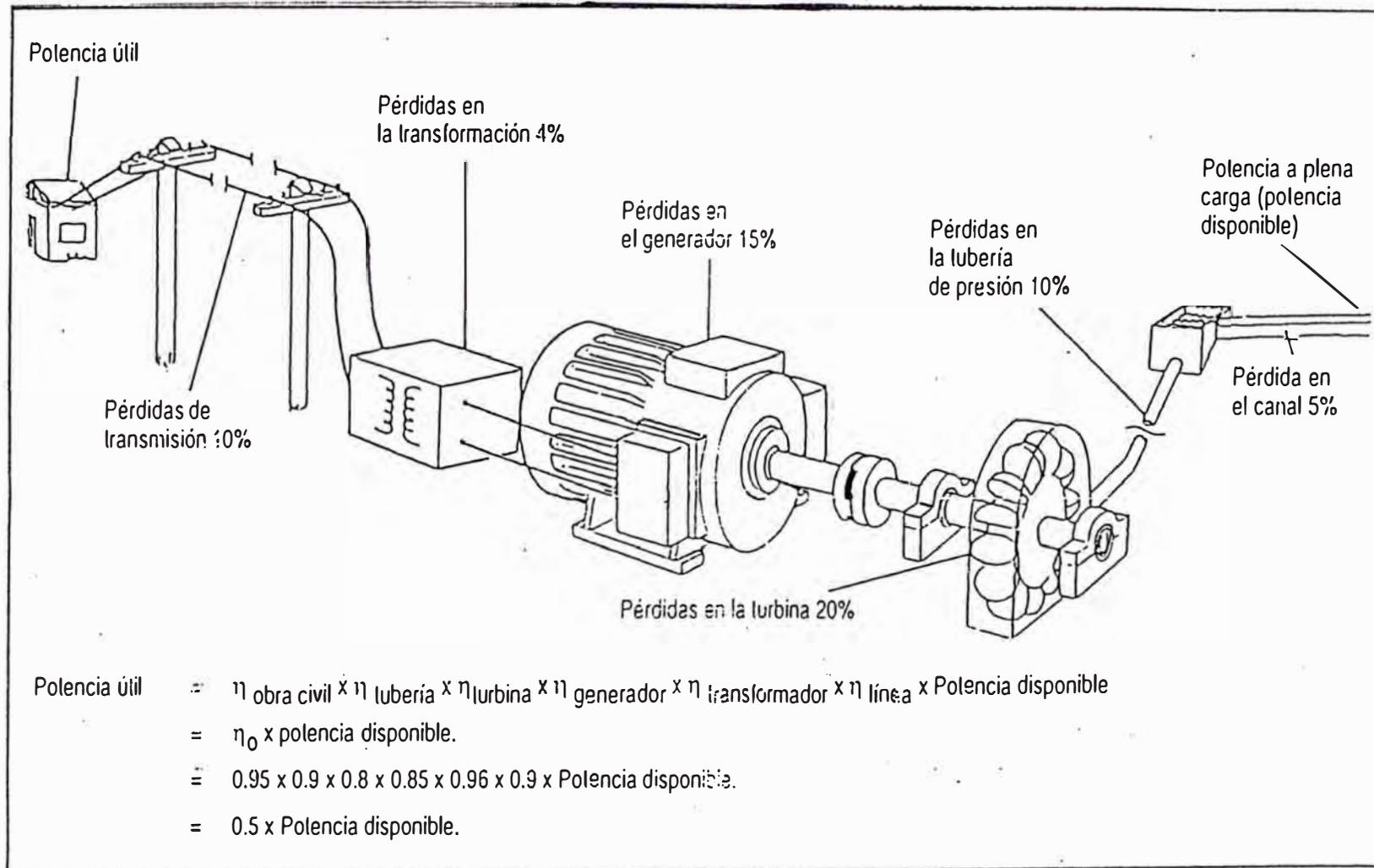


Fig. N° 2.2. Eficiencias típicas del sistema para una microcentral operando a plena carga. Para las eficiencias a carga parcial

**2.9.1 Capacidad y estudio de la demanda:** Es esencial establecer exactamente

cuanta energía se necesita para un propósito dado, cuando se necesita y donde se necesita. Pueden los consumidores de la energía financiar una nueva fuente de energía y cuan dispuestos estarán a pagar por ella.

Es esencial evaluar la capacidad organizativa de los usuarios del sistema. La micro generación se planea a menudo para las comunidades rurales donde la mayoría de la gente no usa maquinas complejas. El estudio recomendará el entrenamiento en nuevas técnicas, por ejemplo: contabilidad, sistemas de administración, modo de recabar tarifas y gastos de fondo.

**2.9.2 Estudio hidrológico e inspección del lugar:** Esta etapa permite establecer el

potencial hidroenergético del lugar escogido. Muestra como el caudal de agua varía a lo largo del año y donde se debe tomar el agua para obtener el sistema mas efectivo y barato . Nos muestra además cuanta es la potencia disponible y cuando esta disponible

**2.9.3 Estudio de pre-factibilidad:** Consiste en un rápido estudio de costos de un

rango de opciones de diseño y fuentes de energía rurales. El diseñador de un sistema hidráulico por lo general identificará tres o cuatro diferentes opciones para satisfacer la demanda del consumidor ;puede haber por ejemplo dos diseños diferentes de micro centrales y otras posibilidades tales como extensión de las líneas de las redes nacionales o el uso de un generador diesel . El estudio de prefactibilidad compara esas opciones y presenta sus principales características . Los consumidores de energía desearan conocer esas opciones, sus costos comparativos para de este modo obtener la financiación.

La prefactibilidad comparara también los resultados de los estudios de la demanda de energía con los resultados del estudio hidrológico. El estudio de la demanda nos dice como varia la demanda de energía, mientras que el estudio hidrológico nos dice como varia el suministro de energía. La prefactibilidad deberá dejar bien claro lo bien que se acoplan el suministro y la demanda

Las conclusiones de un estudio de capacidad también deben incluirse aquí, comprendiendo recomendaciones para la estructura administrativa ,estructura de tarifas ,planes de contingencias, etc.

En muchos casos es útil destacar, en el informe de prefactibilidad, mas de una opción de diseño de ingeniería. En el estudio de pre-factibilidad pueden hacerse suposiciones y estimaciones cuando sea posible.

**2.9.4 Estudio de factibilidad final:** Si las discusiones realizadas después del estudio de prefactibilidad indican que una de las opciones propuestas es la mejor ,se procede entonces a los cálculos de ingeniería y costos. Se incluye también un estudio financiero, usando ciertos indicadores económicos .Es importante también no omitir un estudio de Operación total y de mantenimiento ( O+M).

**La regla de oro del estudio de factibilidad es :**

**“ O + M primero ; economía y factor de planta en segundo lugar , diseño de ingeniería al final “**

Es esencial seguir esta regla ,debido a que el éxito del sistema dependerá al final de los procedimientos correctos de operación y de administración efectiva del sistema cuando este operando .

Es importante adaptar el diseño técnico para adecuar el nivel de las fuentes de operación y organización (técnicas, finanzas, accesibilidad, técnicas de taller de reparaciones y herramientas ) en la región. Similarmente ,el diseño técnico debe ser adaptado a las condiciones económicas locales ,tales como los recursos financieros de los usuarios ,cuanto dinero están en condiciones de pagar por la instalación hidráulica y cuanto tiempo pueden dedicar a la administración en los años futuros ,según sus otras prioridades.

La factibilidad señalará también en detalle la estructura de la tarifa del sistema ,y como será implementada .También puede incluir medidas para el bienestar, medidas para la acumulación de fondos de desarrollo de nuevos usos finales de la hidroenergía, planes de contingencia en caso de dificultades técnicas y administrativas o en caso de problemas con la recaudación de tarifas ,términos de referencia para comités de supervisión y así sucesivamente. Si la energía hidráulica se usa tanto en el servicio publico (electricidad domestica)como en el abastecimiento de energía para negocios, la asignación de derechos de prioridades sobre el uso de la energía y las obligaciones relativas de las partes deben ser definidas cuidadosamente en la forma de contratos. De la misma manera las obligaciones relativas y derechos de prioridad deben ser establecidas para los diversos usos del suministro de agua, irrigación y energía hidráulica ,lo cual ayudara a resolver las dificultades causadas por cambios inesperados en el abastecimiento de agua en los años futuros ,o cambios en la demanda sea por agua o energía

## 2.10 Factor de planta

Relación de potencia = Potencia usada / Potencia instalada

Factor de planta =  $P_{usada} \times \text{tiempo de } P_{usada} / P_{instalada} \times \text{periodo considerado}$

Factor de planta = Energía usada / Energía disponible

El factor de planta, constituyen una rápida medida del uso exitoso del sistema hidráulico.

En la practica, un buen diseño debería plantearse para un factor de carga por encima de 0.4, durante los primeros años después de las instalaciones y por encima de 0.6 en los años subsiguientes. Esto se debe a que un bajo factor de carga significa energía costosa e indica también que otras fuentes de energía (por Ejm usar un generador diesel para la iluminación nocturna) podría ser mas conveniente para los pobladores.

Una clave de diseño para micro generación es por consiguiente:

**“ Diseño para el factor de planta mas alto posible “**

Se puede alcanzar un alto factor de carga, mediante un cuidadoso equipamiento diario y estacional de los requerimientos de agua y de energía con la disponibilidad de agua y energía, y a través de un buen planeamiento y financiación de las tareas de mantenimiento. Un estudio energético cuidadoso permitirá alcanzar un alto factor de planta. Una información importante es la “curva de excedencia” o “curva de duración de caudales” (CDC) del río. Esta curva constituye una poderosa herramienta de planeamiento que permite

seleccionar adecuadamente el tamaño de la turbina, el comportamiento de esta con caudales variables y además una indicación de las limitaciones del factor de planta como resultado de la selección de un tamaño particular de turbina.

## **2.11 Regulación de la velocidad**

Existen muchas maneras de aprovechar la energía generada por el agua al golpear las paletas o alabes de una rueda o turbina hidráulica. Algunos de estos sistemas operan con la turbina girando a velocidad constante en todo momento, mientras que otros lo hacen con la turbina trabajando a velocidad variable ¿Porque ocurre esto? La respuesta esta en el uso que se le da a la energía generada, y en la existencia o no de control de velocidad en el equipo generador.

Algunos ejemplos de sistemas hidroenergeticos en pequeña escala que operan a velocidad variable son:

Los molinos tradicionales de piedras que son accionados por el agua; los trituradores de caña de azúcar , operados con ruedas hidráulicas; los cargadores de baterías que usan pico turbinas acopladas a generadores de automóvil ; las pequeñas turbinas acopladas a sierras circulares o tornos para madera, etc.

Los sistemas que operan a velocidad constante están representados típicamente por aquellas micro centrales hidroeléctricas que suministran electricidad en corriente alterna

### **2.11.1 Regulación automática**

La regulación automática de la velocidad por regulación del caudal proporciona un sistema con frecuencia y voltaje estables. Este sistema se emplea cuando se prevé que en el sistema eléctrico existirán grandes fluctuaciones instantáneas en la demanda.

Este tipo de regulación utiliza los llamados **reguladores de velocidad oleomecánicos** y sus variaciones tales como los **taquimétricos electro-mecánicos y electro-hidráulicos**, entre otros ver fig. N° 2.3

Por su elevado costo este sistema resulta poco apropiado en microcentrales y es más utilizado en centrales de más de 100 Kw. de potencia.

Vamos a describir las partes y modo de operación de los reguladores oleomecánicos. Para los otros tipos de reguladores el principio es el mismo, aunque existen algunas variaciones como las mencionadas.

#### **Elementos principales de los reguladores oleomecánicos**

##### **Péndulo**

Consiste en contrapesos que giran a una velocidad proporcional a la velocidad de giro de la turbina. La acción de la fuerza centrífuga sobre estas masas detecta los cambios que ocurren en la velocidad nominal de trabajo. Su función es la de captar estas variaciones en la velocidad y transmitir un movimiento para el cierre o apertura del paso de agua a la turbina.

Por lo general el sistema de mando para el cierre o apertura del paso de agua se realiza a través de un circuito con aceite a presión. Este sistema usualmente trabaja con una o más bombas de desplazamiento positivo, tal como las de engranajes, que pueden ser movidas desde la turbina por medio de fajas y poleas.

### **Válvula de distribución de aceite**

Esta válvula tiene la función de distribuir el flujo de aceite hacia la dirección apropiada en caso de que se trate de un cierre o apertura del paso de agua. La posición de esta válvula es controlada básicamente por el péndulo.

### **Servomotor**

Es el cilindro hidráulico que ejerce la fuerza sobre los órganos reguladores de caudal de la turbina, es decir sobre el distribuidor o sobre la válvula de aguja.

Los dispositivos distribuidores del aceite, como la válvula de distribución y el péndulo, no tienen energía suficiente como para mover los elementos reguladores de caudal de las turbinas. Por ello necesitan de un mecanismo que amplifique la fuerza utilizando la presión de aceite proveniente de las bombas de desplazamiento positivo.

### **Mecanismo de retroalimentación**

Es un mecanismo regulable que interrumpe a tiempo el curso de la regulación y lleva a la válvula de distribución a su posición de equilibrio, consiguiendo la estabilidad de las oscilaciones de la velocidad de la turbina en un tiempo reducido.

### **Cuerpo del regulador**

Es una carcasa de protección de los elementos que componen el regulador de velocidad. Generalmente el carter o depósito de aceite forma parte del cuerpo del regulador.

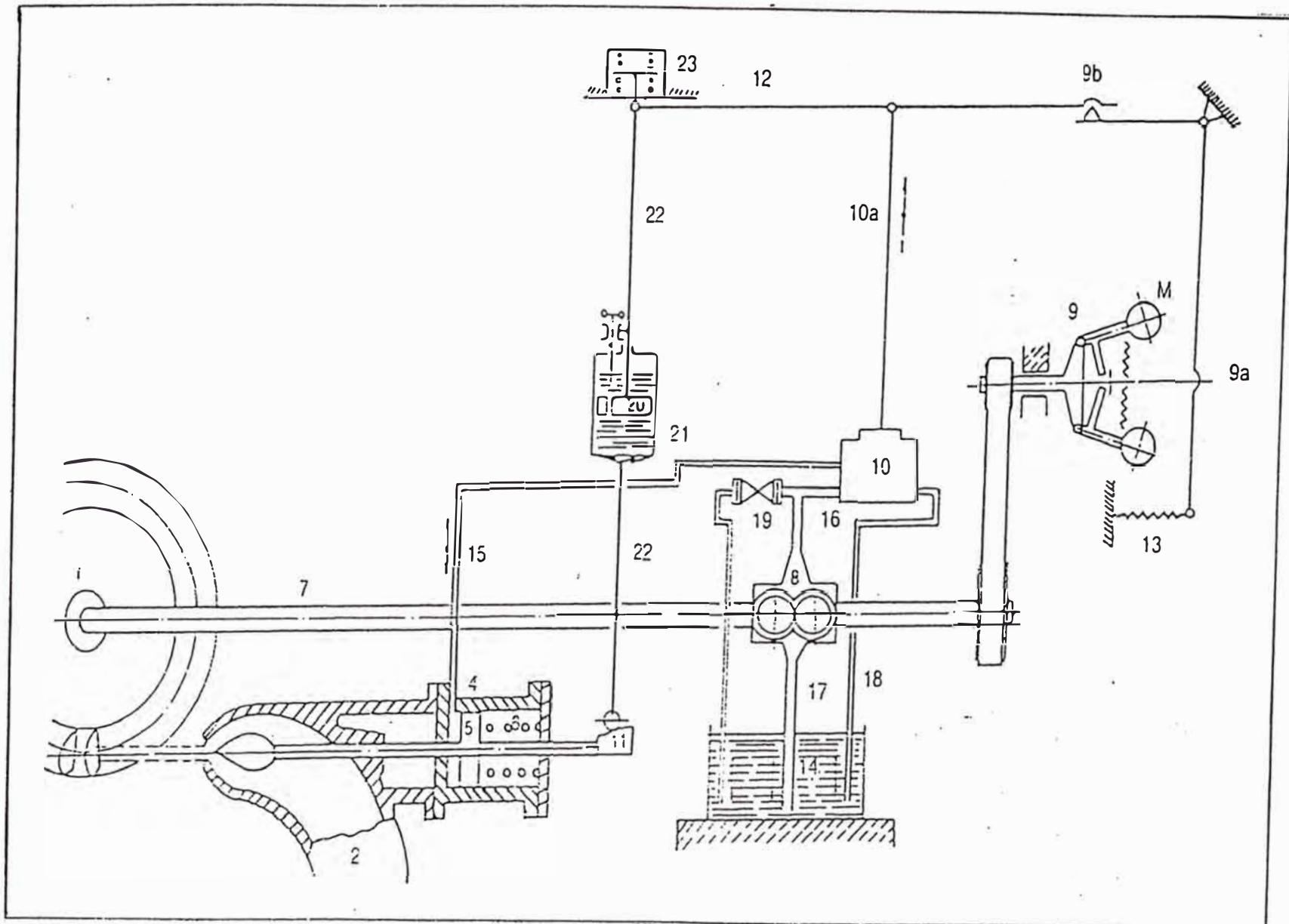


Fig. N° 2.3. Esquema de un regulador oleomecánico

### **Principio de funcionamiento**

El esquema de la figura N° 2.3 muestra los elementos principales del sistema de regulación de velocidad.

El péndulo (9), y la varilla (9 a ) transmitirán las variaciones en la velocidad del péndulo. Además aparece el circuito de aceite en forma simplificada.

En el esquema aparece la bomba de engranajes ( 8) ,que es movida por la turbina, el depósito de aceite o carter (14), la válvula de distribución de aceite (10) y el servomotor (4), que incluye el pistón (5) y el resorte (6).

El mecanismo de retroalimentación o de retorno esta representado en el esquema por la cuña (11) y la varilla de retroceso (22), el cilindro (21),el pistón (20) y el muelle (23). Estos componentes forman el llamado retroceso elástico, el cual permite reducir las oscilaciones en la velocidad de la turbina.

Si se contara sólo con la cuña (11) y la varilla de retroceso (22), entonces se tendría un sistema de retroceso rígido .

No se muestran otros elementos como el dispositivo variador de velocidad y el limitador de apertura, para simplificar el esquema.

A continuación se explica como se realiza el control automático de la velocidad de la turbina.

Suponiendo que el péndulo (9) detecta un aumento de la velocidad de la turbina, las masas(M) se separan y la varilla (9 a) se mueve hacia la derecha haciendo que el punto (9b) descienda. Al descender el punto (9b), manda la válvula de distribución (10) al cierre . En ese momento, parte del aceite en el servomotor (4) va por el conducto (15) hacia el carter (14), reduciendo la presión sobre el lado izquierdo del pistón (5) y este, por acción del resorte (6) se desplaza hacia el cierre. Al mismo

tiempo, el mecanismo de retroalimentación actúa al desplazarse la cuña (11) hacia la izquierda y elevar el cilindro (21) mediante la varilla (22). Al ocurrir esto, el aceite a presión empuja el pistón (20) hacia arriba. Este movimiento es transmitido por la varilla (22) y comprime el resorte (23). Luego este resorte fuerza al pistón (20) a descender, lo cual es facilitado por los pequeños orificios que este tiene para que el aceite pase de un lado a otro del pistón.

Durante este tiempo disminuirá la velocidad de la turbina debido al menor caudal de agua que utiliza y el punto (9 b) vuelve a su posición original, con lo cual la válvula de distribución (10) vuelve a su punto de equilibrio.

En caso de disminución de la velocidad se produce el mismo proceso en sentido inverso.

**Los reguladores de velocidad deben reunir ciertas cualidades técnicas, como minimizar las variaciones de la frecuencia y minimizar el tiempo que demora en restablecerse la frecuencia nominal.**

Los fabricantes de estos reguladores de velocidad proporcionan en cada caso, las características técnicas del regulador :

- a) Velocidad de giro del péndulo o taquímetro ( r.p.m.)
- b) Velocidad de giro de la bomba de aceite si tiene accionamiento independiente del péndulo ( r.p.m.) .
- c) Carrera del servomotor (m): es la distancia que puede recorrer el pistón del servomotor para variar la posición del mecanismo de admisión de agua desde marcha en vacío hasta plena carga.

- d) Capacidad de trabajo (Kg.m) es el valor obtenido de multiplicar la máxima fuerza que se requiere para accionar el mecanismo de admisión de agua a la turbina por la carrera del servomotor.
- e) Regulación o ajuste de la velocidad (%) : es el rango de velocidades dentro del cual el regulador puede funcionar satisfactoriamente. Este ajuste se consigue actuando sobre el dispositivo variador de velocidad y se expresa como un porcentaje de la velocidad nominal.
- f) Estatismo permanente (%) es la diferencia relativa de las velocidades en vacío y a plena carga. Generalmente varia entre 0% y 6%
- g) Constante de tiempo del sistema de amortiguación del retroalimentador. Tiempo que demora el pistón del amortiguador en recorrer toda su carrera por acción del resorte . Este tiempo puede ser graduado mediante una válvula de aguja.
- h) Tiempo de cierre (seg.) tiempo que emplea el servomotor para conseguir un cierre total del mecanismo de admisión de agua a la turbina, por lo general varia entre 3 y 15 segundos.
- i) Grado de insensibilidad (%): variación de velocidad necesaria del péndulo para que se inicie la regulación. Es una medida de la fricción que existe en el regulador.
- j) Capacidad de aceite ( lt ) : volumen de aceite necesario para el funcionamiento del regulador.
- k) Máxima presión de operación de aceite (Kg/cm<sup>2</sup>): puede regularse por una válvula de seguridad.
- l) Peso total del regulador (Kg.)

## **2.12 Regulación de la velocidad por regulación de carga**

A diferencia de la regulación por caudal de agua, en la que en todo momento la turbina regula el paso de agua con el fin de igualar la potencia generada con la demanda para mantener la velocidad de giro constante, en los sistemas de regulación de carga el grupo generador entrega una potencia constante; esto es, no hay regulación de caudal de agua. No obstante, debe cuidarse que el grupo genere una potencia mayor o igual a la máxima potencia esperada en la demanda. El exceso de potencia generada se disipa en forma de calor a través de resistencia sumergida en agua o al aire.

Esta regulación también se puede realizar de manera manual o automática, siendo esta última la más utilizada.

### **2.12.1 Regulación manual**

Es poco utilizada, se requiere básicamente tener un banco de resistencias (hornillas eléctricas, focos incandescentes, baterías, etc. ), que el operador irá conectando o desconectando según aumente o disminuya la frecuencia en la red eléctrica. Una ventaja de este sistema es que el operador puede realizar esta regulación en su casa y no tiene que estar permanentemente en la casa de fuerza. Este sistema es especialmente útil para microcentrales muy pequeñas, que atienden a un número reducido de usuarios.

### **2.12.2 Regulación automática de carga**

Con el fin de lograr soluciones mas económicas y sencillas en el mantenimiento y operación de los reguladores automáticos de velocidad ,en los últimos años se ha desarrollado el sistema de regulación electrónica de carga. **Este sistema ha encontrado su campo de aplicación principalmente en el rango de las microcentrales hidroeléctricas, es decir para potencias menores de 100 Kw.**

Tal como se menciona anteriormente, este sistema no consiste en regular el caudal de agua ,si no que el alternador produce una potencia constante y el regulador electrónico de carga ,a través de unas válvulas electrónicas conocidas como tiristores, deriva la energía no consumida por la demanda a un sistema de disipación de energía.

**Algunas de las principales ventajas de estos reguladores respecto de los reguladores óleo mecánicos y similares son :**

- a) Simplificación del diseño de las turbinas al no existir la necesidad de regular el caudal.
- b) Menor costo.
- c) Operación y mantenimiento sencillos
- d) No produce sobre presiones en la tubería de presión.
- e) Fácil ensamblaje o fabricación
- f) Mayor rapidez en la respuesta a cambios de carga.

Los reguladores electrónicos de carga se componen básicamente de cuatro unidades.

**Fuente de poder**

**Unidad de control y protección**

**Unidad de potencia**

Principio de funcionamiento:

Actualmente existen dos sistemas de regulación electrónica de carga : una es la regulación continua de la carga o regulación analógica y la otra es la regulación escalonada o regulación digital.

**Características técnicas de los reguladores electrónicos de carga**

Los fabricantes de reguladores electrónicos por lo general proporcionan las siguientes especificaciones de sus reguladores electrónicos:

- a) Respuesta a la aplicación o retiro del 100% de la carga: Desviación transitoria de la frecuencia : menos de 0.25 seg.
- b) Estatismo de 0% a 3% (regulación digital)
- c) Temperatura máxima de operación: 55° C
- d) Tipo de alternador a utilizar, cualquiera que trabaje con voltajes y frecuencias nominales entre 100-500 voltios y entre 45 y 65 hz.
- e) Tipo de demanda. indiferente capacitiva ,inductiva o resistiva
- f) Tipo de carga de lastre a utilizar: resistiva de 10% a 20 % mayor que la máxima demanda esperada.
- g) Factor de potencia de la demanda: mayor de 0.7

Podemos hacer una comparación entre los diversos sistemas de regulación de velocidad, para ver cual conviene a nuestro proyecto. Vamos ha comparar regulación de caudal y regulación de carga ver tabla N° 2.4

Comparación entre los diversos sistemas de regulación de velocidad

	Reg. de caudal		Reg. de carga	
	Manual	Automático	Manual	Automático
Costo inicial	Muy bajo	alto	bajo	Medio
Precisión en la Regulación de frec.	Depende del operador	alto	Depende del Operador	Muy alto
Dificultad de instalación	No hay	Alta	Baja	Baja
Dificultad de operación y mantenimiento	Muy baja	Baja	Muy baja	Baja
Requiere vigilancia del operador	Si	No	Si	No

Tabla N° 2.4

## **CAPITULO III CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

### **3.1 Condiciones generales de diseño**

Del Sistema

- Tensión : 380/220 V , 440/220 v

- Configuración Aérea autoportante

- Frecuencia : 60 Hz

- Factor de potencia : 0.9 (inductiva)

- Numero de fases : trifásico, monofásico

- Temperatura máxima : 40 °C

- Resistividad de la zona : 120 ohm-m

- Máxima caída de Tensión : 5%

Sistema 380/220 V 5% (380) = 19v

Sistema 440/220 V 5%(440) = 22v

Sistema 220 V 5%(220) = 11v

- Factor de potencia : 0.9(-)

Para cargas servicio particular 0.9

Para alumbrado publico 0.9

Para cargas especiales 0.9

- Factor de simultaneidad

1. Servicios particulares : 0.5
2. Cargas especiales : 1.0
3. Alumbrado público : 1.0

- Cargas de alumbrado público

Tipo lámpara	Pot de lámpara (w)	Perdidas (w)	Total (w)
Vapor de sodio	50	10	60
Vapor de sodio	70	11,6	81,6
Vapor de sodio	150	18,6	168,6

- Calificación Eléctrica 600w/lote

### 3.2 Cálculos eléctricos

#### Cálculo de caída de tensión

La fórmula para calcular redes aéreas es la siguiente

$$V = K \cdot I \cdot L \cdot 10^{-3} \quad (3.1)$$

Donde :

I = Corriente que recorre el circuito ,en A

L = Longitud del tramo , en m

K = Factor de caída de tensión

$$\text{Para circuitos trifásicos } K = \sqrt{3} (r_1 \cos \alpha + x_1 \sin \alpha) \quad (3.2)$$

$$\text{Para circuitos monofásicos } K = 2(r_2 \cos \alpha + x_2 \sin \alpha) \quad (3.3)$$

### **Cálculo de la resistencia eléctrica del conductor**

$$r_{40^{\circ}\text{C}} = r_{20^{\circ}\text{C}} (1 + \alpha (t_2 - 20)) \quad (3.4)$$

Donde:

$r_{40^{\circ}\text{C}}$  = resistencia eléctrica del conductor a 40 °C

$r_{20^{\circ}\text{C}}$  = resistencia eléctrica del conductor a 20 °C

$\alpha$  – coeficiente de corrección de temperatura 1/°C : 0.0036

$t_2$  – 40°C

### **Cálculo de la reactancia inductiva**

$$X_L = 0,1746 \log (DMG/RMG) \quad (3.5)$$

Donde :

DMG : Distancia media geométrica

RMG : Radio medio geométrico

## **3.3 Cálculo mecánico**

En esta parte desarrollaremos los cálculos mecánicos de : conductores , postes, retenidas, retenidas simples y retenida en fin de línea.

### **3.3.1 Cálculo mecánico de conductores.**

#### **HIPÓTESIS I (NORMAL)**

- Temperatura ( $t_1$ ) : 12 ° C
- Presión del viento ( $P_{v1}$ ) : 0 Kg/m<sup>2</sup> (0 kph)
- Esfuerzo de conductor (  $T_1$  ) : 18% de rotura

**HIPÓTESIS II (MÁX. ESFUERZO)**

- Temperatura (t2) : -5 ° C
- Presión del viento (Pv2) : 34,02 Kg/m<sup>2</sup> (90 kph)
- Esfuerzo de conductor ( T2) : ??

**HIPÓTESIS III (MÁX. FLECHA )**

- Temperatura (t3) : 40 ° C
- Presión del viento (Pv3) : 0 Kg/m<sup>2</sup> (0 kph)
- Esfuerzo de conductor ( T3) : ??

**HIPÓTESIS IV (ADICIONAL )**

- Temperatura (t4) : 15 ° C
- Presión del viento (Pv4) : 0 Kg/m<sup>2</sup> (0 kph)
- Esfuerzo de conductor ( T4) ??

Donde :

Tn : Esfuerzo del portante (kg/mm<sup>2</sup>)

.n : Hipótesis 1,2,3 o 4

t n : Temperatura en HIP. "n" (°C)

$$W_n = (W_c^2 + W_v^2)^{1/2} \quad (3.6)$$

Wc : Peso unitario del conductor total (kg/m)

Wv : Fuerza unitaria del viento (kg/m)

$$W_v = P_v \cdot (\Phi/1000) \text{ Kg/m} : \quad (3.7)$$

$\Phi$  : Diámetro nominal exterior del cable (mm)

$$P_v = K \cdot V^2 \text{ Kg/m}^2 : \text{ presión debido a kph del viento (kg/m}^2) \quad (3.8)$$

V: velocidad del viento kph

K: 0,0042 (superficie cilíndrica)

S: Sección del portante (mm<sup>2</sup>)

a : Vano promedio (m)

**Ecuación de cambio de estado (E.C.E.) :**

$$Tn^2 [ Tn + \alpha E(tn-t1) - T1 + (W1^2 a^2 E / 24 S^2 T1^2) ] = (Wn^2 a^2 E / 24 S^2) \quad (3.9)$$

**Flecha :**

$$.fn = (Wn a^2 / 8 Tn S) m \quad n = 1, 2, 3, 4 \quad (3.10)$$

### 3.3.2 Cálculo mecánico de postes

#### Calculo Mecánico

Fuerza del viento sobre el poste, Fvp

$$Fvp = (1/2) (Dv + De) * Pv * h \quad Kg \quad (3.11)$$

Altura de aplicación de Fvp, Z

$$z = (h/3) * (De + 2Dv) / (De + Dv) \quad m \quad (3.12)$$

Mvp =Momento del viento sobre el poste, Mvp

$$Mvp = Fvp * z \quad Kg-m \quad (3.13)$$

Tracción máxima del cable ,Tc

$$Tc = 2 * Tmax * \text{seno}(\text{alfa} / 2) \quad Kg \quad (3.14)$$

Donde: Tmax : tiro maximo del conductor ( Hip II )

alfa : angulo de linea

Fuerza del viento sobre el cable, Fvc

$$Fvc = a * (O / 1000) * Pv * \text{cos}(\text{alfa} / 2) \quad Kg \quad (3.15)$$

Donde : a: Vano promedio

O : Diametro nominal exterior del cable (mm)

$P_v$  : Presion del viento sobre el cable (kg/m<sup>2</sup>)

Alfa : Angulo de linea

Fuerza neta máxima del cable en punto de aplicación,  $F_c$

$$F_c = T_c + F_{vc} \quad \text{Kg} \quad (3.16)$$

Momento en el poste debido al cable,  $M_{cp}$

$$M_{cp} = F_c \cdot h_c \quad \text{Kg-m} \quad (3.17)$$

Donde :

$F_c$  : Fuerza neta maxima del cable (kg)

$h_c$  : Altura del portante sobre el suelo (m)

Momento resultante debido al viento y tiro del cable,  $M_{tot}$

$$M_{tot} = M_{vp} + M_{cp} \quad \text{kg-m} \quad (3.18)$$

Fuerza total aplicada a 0.30 m de la punta del poste,  $F_p$

$$M_{tot} = F_p \cdot (H - 0.30) \quad \text{Kg-m} \quad (3.19)$$

Donde :  $M_{tot}$  : Momento resultante (kg-m)

$H$  : Longitud del poste (m)

**Esfuerzo sobre el poste en la zona de empotramiento por acción del cable,  $R_c$**

$$R_c = M_{tot} / (3,13 \times 10^{-5} \times C^3) \quad \text{Kg/cm}^2 \quad (3.20)$$

Donde :

$C$  : Circunferencia a nivel de empotramiento (cm)

$M_{tot}$  : Momento resultante ( Kg-m)

**Esfuerzo debido a cargas verticales,  $R_v$**

$$R_v = P_x [ 1 + K_x S x h^2 / (u \times I) ] / S \quad \text{Kg/cm}^2 \quad (3.21)$$

**Esfuerzo Total**

$$R_t = R_v + R_c \quad (\text{Kg/cm}^2) \quad (3.22)$$

Los cuadros siguientes muestran los cálculos mecánicos de estructuras para las distintas configuraciones:

PARAMETROS DE CALCULO DE ESTRUCTURAS

POSTE	LONG.	Circun(Cv)	Circun(Ce)	T.rot.	Esf. Max.	Peso post.	Pes.Acc	P.Operari	Sum. Pes.
	m	mm	mm	Kg	Kg/cm2	Kg	Kg	Kg	Kg
8m-7D	8	380.00	600.00	550.00	500.00	150.00	10.00	80.00	240.00
8m-6D	8	400.00	630.00	680.00	500.00	150.00	10.00	80.00	240.00
9m-7D	9	380.00	630.00	550.00	500.00	150.00	10.00	80.00	240.00
9m-6D	9	400.00	680.00	680.00	500.00	150.00	10.00	80.00	240.00

Cond.	Diam Ext. Total mm	Peso total Unt Kg/m	Seccion mm2	Esf. Rot. Kg/mm2	T. Rotura Kg	T (Hip.II) Kg	T. Max Kg	Vano m	Peso con Kg
3x16+16/25	16.50	0.310	25.00	30.00	750.00	241.22	300.00	40.00	12.40
3x25+16/25	18.50	0.397	25.00	30.00	750.00	239.59	300.00	40.00	15.88
3x35+16/25	20.00	0.481	25.00	30.00	750.00	235.42	300.00	40.00	19.24
2x25+16/25	18.50	0.307	25.00	30.00	750.00	250.18	300.00	40.00	12.28
2x35+16/25	20.00	0.362	25.00	30.00	750.00	250.30	300.00	40.00	14.48
2x50+16/25	23.50	0.483	35.00	30.00	1050.00	333.89	420.00	40.00	19.32
2x16+16/25	16.50	0.249	25.00	30.00	750.00	247.56	300.00	40.00	9.96
2x16/25	16.50	0.190	25.00	30.00	750.00	253.01	300.00	40.00	7.60
1x16/25	16.50	0.130	25.00	30.00	750.00	257.15	300.00	40.00	5.20

TABLA 3.1

CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS DE MADERA , POSTE 8m - 6D

Long (m) =	8.00	Dv (mm) =	127.32	Pv(kg/m2) =	34.02	T.R.(Poste) =	680.00
h emp(m) =	1.40	Db(mm) =	216.06	Fvp(kg) =	36.81	hc (m) =	6.30
h libre(m) =	6.60	De(mm) =	200.54	z (m) =	3.05	Pos / Port (m) =	0.30

ANG.	0									
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25	
Mtot.	283.724	270.864	253.718	313.729	283.724	270.864	253.718	253.718	253.718	
Fp	36.847	35.177	32.950	40.744	36.847	35.177	32.950	32.950	32.950	
Rc	36.252	34.609	32.418	40.086	36.252	34.609	32.418	32.418	32.418	
Rv	12.202	12.044	11.880	12.206	11.978	11.875	11.765	11.654	11.541	
Rt	48.454	46.653	44.298	52.292	48.230	46.483	44.183	44.072	43.959	
C.S.	18.455	19.331	20.637	16.690	18.455	19.331	20.637	20.637	20.637	

ANG.	5									
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25	
Mtot.	412.948	402.393	386.159	497.045	421.127	408.213	389.644	392.639	394.914	
Fp	53.630	52.259	50.151	64.551	54.692	53.015	50.603	50.992	51.288	
Rc	52.763	51.414	49.340	63.508	53.808	52.158	49.785	50.168	50.459	
Rv	12.202	12.044	11.880	12.206	11.978	11.875	11.765	11.654	11.541	
Rt	64.965	63.458	61.220	75.714	65.786	64.033	61.551	61.822	62.000	
C.S.	12.680	13.012	13.559	10.534	12.433	12.827	13.438	13.335	13.259	

ANG.	10									
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25	
Mtot.	541.601	533.369	518.079	679.628	557.941	544.999	525.041	531.026	535.572	
Fp	70.338	69.269	67.283	88.263	72.460	70.779	68.187	68.964	69.555	
Rc	69.201	68.149	66.196	86.837	71.289	69.635	67.085	67.850	68.431	
Rv	12.202	12.044	11.880	12.206	11.978	11.875	11.765	11.654	11.541	
Rt	81.403	80.193	78.076	99.043	83.267	81.510	78.851	79.504	79.972	
C.S.	9.668	9.817	10.107	7.704	9.384	9.607	9.973	9.860	9.776	

TABLA 3.2

ANG.		15								
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25	
Mtot.	669.436	663.544	649.226	861.131	693.908	680.961	659.653	668.616	675.425	
Fp	86.940	86.175	84.315	111.835	90.118	88.436	85.669	86.833	87.717	
Rc	85.535	84.782	82.953	110.028	88.662	87.007	84.285	85.430	86.300	
Rv	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	
Rt	97.737	96.984	95.155	122.230	100.864	99.210	96.487	97.632	98.502	
C.S.	7.822	7.891	8.065	6.080	7.546	7.689	7.938	7.831	7.752	

ANG.		20								
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25	
Mtot.	796.210	792.670	779.351	1041.209	828.767	815.840	793.222	805.147	814.205	
Fp	103.404	102.944	101.214	135.222	107.632	105.953	103.016	104.565	105.741	
Rc	101.733	101.281	99.579	133.037	105.893	104.241	101.351	102.875	104.032	
Rv	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	
Rt	113.935	113.483	111.781	145.239	118.095	116.443	113.553	115.077	116.234	
C.S.	6.576	6.606	6.718	5.029	6.318	6.418	6.601	6.503	6.431	

ANG.		25								
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25	
Mtot.	921.682	920.500	908.206	1219.518	962.262	949.380	925.496	940.359	951.649	
Fp	119.699	119.545	117.949	158.379	124.969	123.296	120.194	122.124	123.591	
Rc	117.765	117.614	116.043	155.820	122.950	121.304	118.252	120.151	121.594	
Rv	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	
Rt	129.967	129.816	128.245	168.022	135.152	133.506	130.454	132.353	133.796	
C.S.	5.681	5.688	5.765	4.293	5.441	5.515	5.658	5.568	5.502	

ANG.		30								
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25	
Mtot.	1045.614	1046.792	1035.546	1395.720	1094.140	1081.327	1056.221	1073.994	1087.495	
Fp	135.794	135.947	134.486	181.262	142.096	140.432	137.172	139.480	141.233	
Rc	133.600	133.750	132.313	178.333	139.800	138.163	134.955	137.226	138.951	
Rv	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	
Rt	145.802	145.952	144.515	190.535	152.002	150.365	147.157	149.428	151.153	
C.S.	5.008	5.002	5.056	3.751	4.785	4.842	4.957	4.875	4.815	

ANG.		35								
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25	
Mtot.	1167.769	1171.305	1161.128	1569.478	1224.148	1211.429	1185.150	1205.799	1221.485	
Fp	151.658	152.117	150.796	203.828	158.980	157.328	153.916	156.597	158.634	
Rc	149.208	149.659	148.359	200.535	156.411	154.786	151.428	154.067	156.071	
Rv	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	
Rt	161.410	161.861	160.561	212.737	168.613	166.988	163.630	166.269	168.273	
C.S.	4.484	4.470	4.509	3.336	4.277	4.322	4.418	4.342	4.287	

ANG.		40								
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25	
Mtot.	1287.915	1293.801	1284.714	1740.463	1352.040	1339.439	1312.036	1335.522	1353.363	
Fp	167.262	168.026	166.846	226.034	175.590	173.953	170.394	173.444	175.761	
Rc	164.559	165.311	164.150	222.382	172.752	171.142	167.641	170.642	172.921	
Rv	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	
Rt	176.761	177.513	176.352	234.584	184.954	183.344	179.843	182.844	185.123	
C.S.	4.065	4.047	4.076	3.008	3.873	3.909	3.991	3.921	3.869	

ANG.		45								
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25	
Mtot.	1405.823	1414.049	1406.068	1908.348	1477.571	1465.112	1436.638	1462.917	1482.879	
Fp	182.574	183.643	182.606	247.837	191.892	190.274	186.576	189.989	192.582	
Rc	179.624	180.675	179.655	243.833	188.792	187.200	183.561	186.919	189.470	
Rv	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	
Rt	191.826	192.877	191.858	256.035	200.994	199.402	195.764	199.121	201.672	
C.S.	3.725	3.703	3.724	2.744	3.544	3.574	3.645	3.579	3.531	

ANG.		50								
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25	
Mtot.	1521.268	1531.819	1524.959	2072.815	1600.504	1588.211	1558.719	1587.741	1609.786	
Fp	197.567	198.938	198.047	269.197	207.858	206.261	202.431	206.200	209.063	
Rc	194.375	195.723	194.846	264.847	204.499	202.928	199.160	202.868	205.685	
Rv	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	
Rt	206.577	207.925	207.048	277.049	216.701	215.130	211.362	215.070	217.887	
C.S.	3.442	3.418	3.434	2.526	3.271	3.297	3.359	3.298	3.253	

ANG.	55									
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25	
Mtot.	1634.032	1646.886	1641.161	2233.549	1720.604	1708.499	1678.047	1709.756	1733.842	
Fp	212.212	213.881	213.138	290.071	223.455	221.883	217.928	222.046	225.174	
Rc	208.783	210.425	209.694	285.384	219.844	218.298	214.407	218.458	221.536	
Rv	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	
Rt	220.985	222.627	221.896	297.586	232.046	230.500	226.609	230.660	233.738	
C.S.	3.204	3.179	3.190	2.344	3.043	3.065	3.120	3.062	3.020	

ANG.	60									
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25	
Mtot.	1743.898	1759.033	1754.453	2390.245	1837.642	1825.750	1794.395	1828.730	1854.812	
Fp	226.480	228.446	227.851	310.421	238.655	237.110	233.038	237.497	240.885	
Rc	222.821	224.754	224.169	305.405	234.798	233.279	229.273	233.660	236.992	
Rv	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	
Rt	235.023	236.956	236.371	317.607	247.000	245.481	241.475	245.862	249.194	
C.S.	3.002	2.977	2.984	2.191	2.849	2.868	2.918	2.863	2.823	

ANG.	65									
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25	
Mtot.	1850.659	1868.044	1864.618	2542.605	1951.396	1939.738	1907.540	1944.436	1972.464	
Fp	240.345	242.603	242.158	330.208	253.428	251.914	247.732	252.524	256.164	
Rc	236.461	238.683	238.245	324.872	249.333	247.843	243.729	248.444	252.025	
Rv	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	
Rt	248.664	250.885	250.447	337.075	261.535	260.045	255.931	260.646	264.227	
C.S.	2.829	2.803	2.808	2.059	2.683	2.699	2.745	2.693	2.655	

ANG.	70									
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25	
Mtot.	1954.111	1973.714	1971.448	2690.339	2061.649	2050.248	2017.268	2056.656	2086.576	
Fp	253.781	256.326	256.032	349.395	267.747	266.266	261.983	267.098	270.984	
Rc	249.680	252.184	251.895	343.749	263.420	261.963	257.749	262.782	266.605	
Rv	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	
Rt	261.882	264.386	264.097	355.951	275.622	274.165	269.951	274.984	278.807	
C.S.	2.679	2.653	2.656	1.946	2.540	2.554	2.596	2.546	2.509	

ANG.		75								
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25	
Mtot.	2054.056	2075.840	2074.739	2833.165	2168.192	2157.069	2123.370	2165.173	2196.929	
Fp	266.761	269.590	269.447	367.943	281.583	280.139	275.762	281.191	285.315	
Rc	262.450	265.233	265.093	361.998	277.033	275.612	271.306	276.647	280.705	
Rv	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	
Rt	274.652	277.435	277.295	374.200	289.235	287.814	283.508	288.850	292.907	
C.S.	2.549	2.522	2.524	1.848	2.415	2.427	2.466	2.418	2.383	

ANG.		80								
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25	
Mtot.	2150.305	2174.228	2174.295	2970.812	2270.820	2259.997	2225.643	2269.783	2303.314	
Fp	279.260	282.367	282.376	385.820	294.912	293.506	289.045	294.777	299.132	
Rc	274.748	277.804	277.813	379.585	290.146	288.763	284.374	290.014	294.298	
Rv	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	
Rt	286.950	290.006	290.015	391.787	302.348	300.965	296.576	302.216	306.500	
C.S.	2.435	2.408	2.408	1.762	2.306	2.317	2.353	2.307	2.273	

ANG.		85								
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25	
Mtot.	2242.675	2268.691	2269.925	3103.017	2369.340	2358.837	2323.893	2370.286	2405.528	
Fp	291.256	294.635	294.795	402.989	307.706	306.343	301.804	307.829	312.406	
Rc	286.550	289.874	290.032	396.477	302.734	301.392	296.927	302.855	307.358	
Rv	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	
Rt	298.752	302.076	302.234	408.679	314.936	313.594	309.129	315.057	319.560	
C.S.	2.335	2.308	2.307	1.687	2.210	2.220	2.253	2.209	2.177	

ANG.		90								
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25	
Mtot.	2330.989	2359.049	2361.447	3229.529	2463.563	2453.401	2417.934	2466.491	2503.377	
Fp	302.726	306.370	306.681	419.419	319.943	318.624	314.017	320.324	325.114	
Rc	297.834	301.419	301.726	412.642	314.773	313.475	308.943	315.147	319.860	
Rv	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	12.202	
Rt	310.036	313.621	313.928	424.844	326.975	325.677	321.145	327.349	332.062	
C.S.	2.246	2.220	2.217	1.621	2.125	2.134	2.165	2.123	2.092	

CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS DE MADERA , POSTE 8m - 7D

Long (m) =	8.00	Dv (mm) =	120.96	Pv(kg/m2) =	34.02	T.R.(Poste) =	550.00
h emp(m) =	1.40	Db(mm) =	205.84	Fvp(kg) =	35.02	hc (m) =	6.30
h libre(m) =	6.60	De(mm) =	190.99	z (m) =	3.05	Pos / Port (m) =	0.30

ANG.	0								
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25
Mtot.	278.272	265.412	248.266	308.277	278.272	265.412	248.266	248.266	248.266
Fp	36.139	34.469	32.242	40.036	36.139	34.469	32.242	32.242	32.242
Rc	41.160	39.258	36.721	45.598	41.160	39.258	36.721	36.721	36.721
Rv	14.733	14.542	14.345	14.738	14.463	14.338	14.206	14.072	13.935
Rt	55.893	53.800	51.066	60.336	55.622	53.595	50.927	50.793	50.657
C.S.	15.219	15.956	17.058	13.738	15.219	15.956	17.058	17.058	17.058

ANG.	5								
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25
Mtot.	407.496	396.941	380.707	491.593	415.675	402.761	384.192	387.187	389.462
Fp	52.922	51.551	49.442	63.843	53.984	52.307	49.895	50.284	50.580
Rc	60.273	58.712	56.311	72.712	61.483	59.573	56.826	57.269	57.606
Rv	14.733	14.542	14.345	14.738	14.463	14.338	14.206	14.072	13.935
Rt	75.007	73.254	70.656	87.450	75.946	73.911	71.032	71.341	71.541
C.S.	10.393	10.669	11.124	8.615	10.188	10.515	11.023	10.938	10.874

ANG.	10								
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25
Mtot.	536.149	527.917	512.627	674.176	552.489	539.547	519.589	525.574	530.120
Fp	69.630	68.561	66.575	87.555	71.752	70.071	67.479	68.256	68.847
Rc	79.303	78.085	75.823	99.718	81.720	79.805	76.853	77.738	78.411
Rv	14.733	14.542	14.345	14.738	14.463	14.338	14.206	14.072	13.935
Rt	94.036	92.627	90.168	114.456	96.182	94.143	91.059	91.810	92.346
C.S.	7.899	8.022	8.261	6.282	7.665	7.849	8.151	8.058	7.989

TABLA 3.3

ANG.	15									
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25	
Mtot.	663.984	658.092	643.774	855.679	688.456	675.509	654.201	663.164	669.973	
Fp	86.232	85.467	83.607	111.127	89.410	87.728	84.961	86.125	87.009	
Rc	98.211	97.339	95.222	126.565	101.831	99.916	96.764	98.090	99.097	
Rv	14.733	14.542	14.345	14.738	14.463	14.338	14.206	14.072	13.935	
Rt	112.944	111.882	109.566	141.303	116.293	114.253	110.970	112.161	113.032	
C.S.	6.378	6.435	6.578	4.949	6.151	6.269	6.474	6.386	6.321	

ANG.	20									
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25	
Mtot.	790.758	787.218	773.899	1035.757	823.315	810.388	787.770	799.695	808.753	
Fp	102.696	102.236	100.506	134.514	106.924	105.245	102.308	103.856	105.033	
Rc	116.962	116.439	114.468	153.200	121.778	119.866	116.520	118.284	119.624	
Rv	14.733	14.542	14.345	14.738	14.463	14.338	14.206	14.072	13.935	
Rt	131.696	130.981	128.813	167.938	136.241	134.203	130.726	132.356	133.559	
C.S.	5.356	5.380	5.472	4.089	5.144	5.226	5.376	5.296	5.236	

ANG.	25									
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25	
Mtot.	916.231	915.048	902.754	1214.066	956.810	943.928	920.044	934.907	946.197	
Fp	118.991	118.837	117.241	157.671	124.261	122.588	119.486	121.416	122.883	
Rc	135.521	135.346	133.528	179.574	141.523	139.618	136.085	138.283	139.953	
Rv	14.733	14.542	14.345	14.738	14.463	14.338	14.206	14.072	13.935	
Rt	150.254	149.888	147.872	194.312	155.986	153.956	150.291	152.355	153.889	
C.S.	4.622	4.628	4.691	3.488	4.426	4.487	4.603	4.530	4.476	

ANG.	30									
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25	
Mtot.	1040.162	1041.340	1030.094	1390.268	1088.688	1075.875	1050.769	1068.542	1082.043	
Fp	135.086	135.239	133.778	180.554	141.388	139.724	136.464	138.772	140.525	
Rc	153.852	154.026	152.363	205.637	161.029	159.134	155.421	158.050	160.047	
Rv	14.733	14.542	14.345	14.738	14.463	14.338	14.206	14.072	13.935	
Rt	168.585	168.568	166.707	220.374	175.492	173.472	169.627	172.121	173.982	
C.S.	4.071	4.067	4.111	3.046	3.890	3.936	4.030	3.963	3.914	

ANG.	35									
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25	
Mtot.	1162.317	1165.853	1155.676	1564.026	1218.696	1205.977	1179.698	1200.347	1216.033	
Fp	150.950	151.409	150.088	203.120	158.272	156.620	153.207	155.889	157.926	
Rc	171.920	172.443	170.938	231.337	180.259	178.378	174.491	177.545	179.865	
Rv	14.733	14.542	14.345	14.738	14.463	14.338	14.206	14.072	13.935	
Rt	186.653	186.985	185.282	246.075	194.722	192.716	188.697	191.617	193.801	
C.S.	3.644	3.633	3.665	2.708	3.475	3.512	3.590	3.528	3.483	

ANG.	40									
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25	
Mtot.	1282.463	1288.349	1279.262	1735.011	1346.588	1333.987	1306.584	1330.070	1347.911	
Fp	166.554	167.318	166.138	225.326	174.882	173.245	169.686	172.736	175.053	
Rc	189.691	190.562	189.218	256.628	199.176	197.312	193.259	196.733	199.372	
Rv	14.733	14.542	14.345	14.738	14.463	14.338	14.206	14.072	13.935	
Rt	204.424	205.104	203.562	271.366	213.639	211.650	207.465	210.804	213.307	
C.S.	3.302	3.287	3.311	2.441	3.145	3.175	3.241	3.184	3.142	

ANG.	45									
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25	
Mtot.	1400.371	1408.597	1400.616	1902.896	1472.119	1459.660	1431.186	1457.465	1477.427	
Fp	181.866	182.935	181.898	247.129	191.184	189.566	185.868	189.281	191.874	
Rc	207.131	208.348	207.167	281.460	217.743	215.901	211.689	215.576	218.528	
Rv	14.733	14.542	14.345	14.738	14.463	14.338	14.206	14.072	13.935	
Rt	221.864	222.890	221.512	296.198	232.206	230.238	225.895	229.648	232.464	
C.S.	3.024	3.007	3.024	2.226	2.877	2.901	2.959	2.906	2.866	

ANG.	50									
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25	
Mtot.	1515.816	1526.367	1519.507	2067.363	1595.052	1582.759	1553.267	1582.289	1604.334	
Fp	196.859	198.229	197.339	268.489	207.150	205.553	201.723	205.492	208.355	
Rc	224.207	225.767	224.753	305.787	235.927	234.108	229.746	234.039	237.299	
Rv	14.733	14.542	14.345	14.738	14.463	14.338	14.206	14.072	13.935	
Rt	238.940	240.310	239.097	320.525	250.389	248.446	243.952	248.110	251.235	
C.S.	2.794	2.775	2.787	2.049	2.655	2.676	2.727	2.677	2.640	

ANG.	55								
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25
Mtot.	1628.580	1641.434	1635.709	2228.097	1715.152	1703.047	1672.595	1704.304	1728.390
Fp	211.504	213.173	212.430	289.363	222.747	221.175	217.220	221.338	224.466
Rc	240.886	242.787	241.940	329.561	253.691	251.900	247.396	252.086	255.649
Rv	14.733	14.542	14.345	14.738	14.463	14.338	14.206	14.072	13.935
Rt	255.619	257.329	256.285	344.299	268.153	266.238	261.602	266.158	269.584
C.S.	2.600	2.580	2.589	1.901	2.469	2.487	2.532	2.485	2.450

ANG.	60								
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25
Mtot.	1738.446	1753.581	1749.001	2384.793	1832.190	1820.298	1788.943	1823.278	1849.360
Fp	225.772	227.738	227.143	309.713	237.947	236.402	232.330	236.789	240.177
Rc	257.136	259.375	258.697	352.738	271.002	269.243	264.605	269.684	273.542
Rv	14.733	14.542	14.345	14.738	14.463	14.338	14.206	14.072	13.935
Rt	271.869	273.917	273.042	367.476	285.465	283.581	278.811	283.755	287.477
C.S.	2.436	2.415	2.421	1.776	2.311	2.327	2.367	2.323	2.290

ANG.	65								
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25
Mtot.	1845.207	1862.592	1859.166	2537.153	1945.944	1934.286	1902.088	1938.984	1989.165
Fp	239.637	241.895	241.450	329.500	252.720	251.206	247.024	251.816	258.333
Rc	272.927	275.499	274.992	375.274	287.828	286.103	281.341	286.798	294.220
Rv	14.733	14.542	14.345	14.738	14.463	14.338	14.206	14.072	13.935
Rt	287.661	290.041	289.337	390.012	302.290	300.441	295.547	300.870	308.156
C.S.	2.295	2.274	2.278	1.669	2.176	2.189	2.227	2.184	2.129

ANG.	70								
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25
Mtot.	1948.659	1968.262	1965.996	2684.887	2056.197	2044.796	2011.816	2051.204	2106.705
Fp	253.073	255.618	255.324	348.687	267.039	265.558	261.275	266.390	273.598
Rc	288.229	291.129	290.793	397.126	304.135	302.449	297.571	303.397	311.606
Rv	14.733	14.542	14.345	14.738	14.463	14.338	14.206	14.072	13.935
Rt	302.962	305.671	305.138	411.863	318.598	316.787	311.777	317.468	325.541
C.S.	2.173	2.152	2.154	1.577	2.060	2.071	2.105	2.065	2.010

ANG.	75									
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25	
Mtot.	2048.604	2070.388	2069.287	2827.713	2162.740	2151.617	2117.918	2159.721	2220.708	
Fp	266.052	268.881	268.739	367.235	280.875	279.431	275.054	280.483	288.404	
Rc	303.012	306.234	306.071	418.251	319.894	318.249	313.264	319.448	328.468	
Rv	14.733	14.542	14.345	14.738	14.463	14.338	14.206	14.072	13.935	
Rt	317.745	320.776	320.416	432.989	334.357	332.587	327.470	333.519	342.404	
C.S.	2.067	2.046	2.047	1.498	1.958	1.968	2.000	1.961	1.907	

ANG.	80									
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25	
Mtot.	2144.853	2168.776	2168.843	2965.360	2265.368	2254.545	2220.191	2264.331	2330.956	
Fp	278.552	281.659	281.668	385.112	294.204	292.798	288.336	294.069	302.722	
Rc	317.248	320.787	320.797	438.611	335.074	333.473	328.392	334.921	344.775	
Rv	14.733	14.542	14.345	14.738	14.463	14.338	14.206	14.072	13.935	
Rt	331.982	335.329	335.141	453.349	349.537	347.811	342.598	348.992	358.711	
C.S.	1.974	1.953	1.953	1.428	1.869	1.878	1.907	1.870	1.817	

ANG.	85									
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25	
Mtot.	2237.223	2263.239	2264.473	3097.565	2363.888	2353.385	2318.441	2364.834	2437.239	
Fp	290.548	293.927	294.087	402.281	306.998	305.634	301.096	307.121	316.525	
Rc	330.911	334.759	334.942	458.165	349.646	348.093	342.924	349.786	360.496	
Rv	14.733	14.542	14.345	14.738	14.463	14.338	14.206	14.072	13.935	
Rt	345.644	349.301	349.286	472.903	364.109	362.430	357.130	363.858	374.431	
C.S.	1.893	1.871	1.870	1.367	1.792	1.800	1.827	1.791	1.738	

ANG.	90									
COND.	3X35+16 /25	3X25+16 /25	3X16+16 /25	2X50+16 /35	2X35+16 /25	2X25+16 /25	2X16+16 /25	2X16 /25	1X16 /25	
Mtot.	2325.537	2353.597	2355.995	3224.077	2458.111	2447.949	2412.482	2461.039	2539.356	
Fp	302.018	305.662	305.973	418.711	319.235	317.915	313.309	319.615	329.786	
Rc	343.974	348.124	348.479	476.878	363.583	362.080	356.834	364.016	375.600	
Rv	14.733	14.542	14.345	14.738	14.463	14.338	14.206	14.072	13.935	
Rt	358.707	362.666	362.823	491.616	378.046	376.418	371.040	378.088	389.535	
C.S.	1.821	1.799	1.798	1.314	1.723	1.730	1.755	1.721	1.668	

### 3.3.3 Calculo mecanico de retenidas

Caracteristicas del cable de A°G°

Material : Acero galvanizado, grado Siemens Martin  
N° hilo 7

Diametro : 9.53 mm( 3/8")

T Carga de rotura 3159 Kg.

C.S. : Coeficiente de seguridad = 2

Carga maxima de trabajo del poste, Fpmax

$$Fp \text{ max} = C.R./C.S \quad \text{Kg} \quad ( 3.23 )$$

Donde :

C.R. : Carga de rotura del poste(kg)

clase 6 : 680 kg

clase 7 : 550 Kg

C.S. : Coeficiente de seguridad = 3

Fpmax = 226.67 Kg clase 6

Fpmax = 183.33 Kg clase 7

De las hojas de calculo mecanico de estructuras, se tiene que la maxima carga de trabajo sin retenida esta dada para las desviaciones angulares siguientes: ver tabla 3.4

FORMACION	SIN RETENIDA	
	8-6D	8-7D
3X35+16 /25	0°.....55°	0°.....45°
3X25+16 /25	0°.....55°	0°.....45°
3X16+16 /25	0°.....55°	0°.....45°
2X50+16 /35	0°.....40°	0°.....30°
2X35+16 /25	0°.....55°	0°.....40°
2X25+16 /25	0°.....55°	0°.....40°
2X16+16 /25	0°.....55°	0°.....40°
2X16 /25	0°.....55°	0°.....40°
1X16 /25	0°.....55°	0°.....40°

TABLA N° 3.4 Maxima carga de trabajo sin retenida

## RETENIDAS SIMPLES

TIRO MAXIMO DE TRABAJO DE RETENIDA SIMPLES , TR

$$TR = T / c.s. \quad \text{Kg} \quad ( 3.24 )$$

Donde :

T : Tiro máximo del cable de acero ( 3159 Kg )

C.S. : Coeficiente de seguridad = 2

$$TR = 1579.50 \quad \text{Kg}$$

Fuerza total maxima de conductores, aplicada a 0,30m de la punta

con retenida simple, Fpmax

$$TR * \text{sen}O * hr = Fpmax * (h - 0,30) \quad ( 3.25 )$$

Donde :

TR : Tiro maximo de la retenida (1579,50 Kg)

O : Angulo de la retenida con la vertical (30°)

hr : Altura libre (m)

Fp : Fuerza en mención (kg)

Para postes de 8m

$$hr = 6,10\text{m} \quad h = 6,60 \text{ m}$$

Reemplazando :  $Fpmax = 764,68 \text{ Kg}$

De las hojas de calculo mecanico de estructuras, se tiene que

para desviaciones angulares mayores a las indicadas en el cuadro

anterior bastara una sola retenida simple en todos los casos posibles.

## RETENIDA EN FIN DE LINEA

### Algunas formulas ya han sido mencionadas

Fuerza del viento sobre el poste,  $F_{vp}$

$$F_{vp} = (1/2) * (D_v + D_e) * P_v * h \quad \text{Kg}$$

$$D_e = D_v + h + (D_b - D_v) / H \quad \text{m}$$

Donde :

$D_v$  : Diametro en la punta (m)

$D_b$  : Diametro en la base (m)

$D_e$  : Diametro en la linea de empotramiento

$H$  : Longitud del poste (m)

$h$  : Altura libre (m)

$P_v$  : Presion del viento sobre el poste (Kg/m<sup>2</sup>)

Altura de aplicación de  $F_{vp}$ ,  $z$

$$z = (h/3) * (D_e + 2D_v) / (D_e + D_v) \quad \text{m}$$

Momento del viento sobre el poste,  $M_{vp}$

$$M_{vp} = F_{vp} * z \quad \text{Kg-m}$$

Fuerza neta maxima del cable en punto de aplicación,  $F_c$

$$F_c = 1 * T_{max} \quad \text{Kg} \quad (3.26)$$

Donde :

$T_{max}$  : Tiro máximo del conductor (HIP. II)

Momento en el poste debido al cable,  $M_{cp}$

$$M_{cp} = F_c * h_c \quad \text{Kg-m} \quad (3.27)$$

Donde :

$F_c$  : Fuerza neta maxima del cable (kg)

$h_c$  : Altura del portante sobre el suelo (m)

Momento resultante debido al viento y tiro de conductores,  $M_{tot}$

$$M_{tot} = M_{vp} + M_{cp} \quad \text{Kg-m} \quad (3.28)$$

Fuerza total aplicada a 0,30m de la punta del poste,  $F_p$

$$M_{tot} = F_p \cdot (H - 0,30) \quad \text{Kg-m}$$

Donde :  $M_{tot}$  : Momento resultante (kg-m)

$H$  : Longitud del poste (m)

Resolviendo se tiene :

Fuerza total aplicada a 3.30 m de la punta del poste

FORMACION	Fp(kg)	
	8-6D	8-7D
3X35+16 /25	207.197	206.488
3X25+16 /25	210.609	209.900
3X16+16 /25	211.942	211.233
2X50+16 /35	287.763	287.054
2X35+16 /25	219.371	218.662
2X25+16 /25	219.273	218.564
2X16+16 /25	217.130	216.421
2X16 /25	221.589	220.880
1X16 /25	224.976	224.267

TABLA ° 3.5

Teniendo en cuenta  $F_{pmax}$  para cada clase podemos decir que el poste 8-7D requerirá retenida simple en fin de línea y el poste 8-6D en principio no lo requerirá.

### **Amperímetro**

Sirve para medir la intensidad de la corriente. La impedancia interna es muy baja, por lo que se conecta en serie con las cargas receptoras y nunca en paralelo porque podría producirse un cortocircuito.

### **Vatímetro**

Se usa para medir la potencia eléctrica. Esta formada por dos bobinas; una voltimétrica y otra amperimétrica.

### **Frecuencímetro**

Mide la frecuencia de la tensión alterna. Existen formas constructivas: una con lengüetas vibrátiles y otra con aguja indicadora, ambas conectadas a la tensión.

### **Auxiliares de control y protección**

#### **- Transformador de tensión para medición.**

Se emplea cuando la generación es superior a los 240 voltios y los instrumentos comerciales son de 120 o 220 voltios.

#### **- Transformador de corriente.**

Se usa para bajar la intensidad de corriente a un nivel que pueda medirse en un instrumento comercial, usualmente 5 amperios.

### **3.5.2 Seccionamiento**

Son los elementos de conexión y desconexión del generador hacia los receptores (consumidores). Se debe considerar los siguientes aspectos:

### 3.4 Cálculos para la turbina

Las siguientes formulas se han mencionado en el CAP. II

**La ecuación fundamental de potencia hidráulica :**

$$P_{neta} = 10 \times h_{disp} \times Q \times e_o \quad Kw \quad (2.1)$$

Donde :

El salto disponible ( $h_{disp}$ ), esta en mts

El caudal ( $Q$ ), esta en  $m^3 /seg.$

$e_o$ : eficiencia total del sistema

$P_{neta}$ , esta en Kw.

**Esta simple ecuación de  $P_{neta}$  es muy importante ,es la base de todo trabajo de diseño de sistemas hidroenergeticos.**

También es importante

$$\text{Potencia útil} = e_{obra\ civil} \times e_{tuberia} \times e_{turbina} \times e_{generador} \times e_{transfor.} \times e_{linea-transmision} \times$$

$$\text{Potencia disponible} \quad (2.2)$$

$$\text{Potencia útil} = e_o \times \text{Potencia disponible} \quad (2.3)$$

La eficiencia total del sistema ( $e_o$ ) en realidad varia entre 0.4 y 0,6 .

La potencia neta(o útil) se estima a menudo en una forma rápida asumiendo que

$e_o$  es 0.5 ,de modo que redondeando:

$$P_{neta} \text{ (estimada)} = 5 \times Q \times h_{disp}. \quad Kw \quad (2.4)$$

Donde :  $Q(m^3 /seg.)$  ,  $h_{disp}.$ (mts.) ,  $P_{neta}$  (Kw.)

Después de obtener datos estadísticos del caudal , obtenemos un promedio de

$Q = 0.28 \text{ m}^3/seg$  ; la altura disponible  $h_{disp} = 73.9 \text{ m.}$  ; la eficiencia total del sistema es:  $e_o = 0.58.$

Con estos datos obtenemos nuestra potencia neta o potencia útil de la turbina-generador:

$$\text{Pot neta} = \text{Pot útil} = 10 \times h_{\text{disp}} \times Q \times e_o \quad \text{Kw}$$

$$\text{Pot neta} = 10 \times 73.9 \times 0.28 \times 0.58$$

$$\text{Pot neta} = 120 \text{ Kw}$$

Tendremos que usar una turbina pelton de un inyector o una turbina Michell-Banki, sus características y propiedades lo especificará el fabricante.

### **3.5 Protección de la turbina-alternador**

Tenemos que proteger a nuestro generador y a la turbina, contra diferentes tipos de fallas, pueden ocurrir por ejemplo relámpagos, para ello mostramos los diferentes elementos a usar

#### **3.5.1 Instrumentos de medición**

Cuando se emplea la energía eléctrica, es necesario controlarla y conocer exactamente los valores de la tensión, corriente y potencia capaces de ser producidos por los generadores y absorbidos por los circuitos de operación.

#### **Voltímetro**

Permite medir la tensión o voltaje. Se construye con alta impedancia para ser conectado en derivación, es decir, directamente a los bornes del aparato cuya tensión se desea medir.

- a) Facilidad de conexión y desconexión manual
- b) Desconexión automática por sobrecarga o cortocircuito en la carga, cumpliendo así con la misión fundamental de proteger al generador de estas dos anomalías.
- c) Desconexión automática ante una eventual mala operación o avería de los equipos del aprovechamiento hidráulico.

En pequeñas hidroeléctricas, se pueden usar los siguientes métodos:

#### **Succionador y fusible**

Es un método antiguo y cumple con las dos primeras condiciones. El seccionamiento manual se realiza con una llave de cuchilla que se debe accionar sin carga para evitar el deterioro de las áreas de contacto. La magnitud económica de los fusibles es de hasta 150 amperios.

#### **Contactador y fusible**

Cumple con los tres requisitos. Es un método de mayor costo pues requiere de otros equipos y de cableado auxiliar.

#### **Interruptor termo magnético**

Es un dispositivo compacto de uso actual que cumple con las dos primeras condiciones. Para cumplir con la tercera se solicita una bobina de disparo (shunt trip) que, al excitarse con una señal eléctrica, abre el interruptor.

### Dimensionado del interruptor

- a) La acción térmica protege la sobrecarga. La corriente nominal del interruptor será igual a la del generador. La divergencia máxima con el valor comercial será de  $\pm 10\%$ .
- b) La acción térmica se corrige cuando se exceden las siguientes condiciones de operación:
- Temperatura ambiente mayor de  $40^{\circ}\text{C}$  . La corriente del interruptor disminuye en  $0.8\%$  por cada  $1^{\circ}\text{C}$  en exceso de  $40^{\circ}\text{C}$  .
  - Altitud de operación mayor de 2000 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). Ver tabla N° 3.1

El factor altitud

Altitud (m.s.n.m.)	Multiplicar la corriente por
2001 - 2600	0.95
2601 - 4000	0.80

Tabla N° 3.1

- c) La acción magnética (capacidad de ruptura) protege del cortocircuito . Es la cualidad que determina la bondad de un interruptor. Los generadores para uso

en microcentrales tienen como corriente de cortocircuito tienen un máximo de seis veces su corriente nominal.

- d) La tensión de trabajo del interruptor también es corregida cuando la altitud de operación esta por encima de 2000 m.s.n.m. ver tabla N° 3.2

Corrección de la tensión de trabajo

Altitud (m.s.n.m.)	Multiplicar la tensión por
2001 - 2600	0.95
2601 - 4000	0.80

Tabla N° 3.2

### **3.5.3 Relés de protección**

Estos elementos protegen al generador actuando sobre la bobina de disparo del interruptor o del contactor. También protegen al resto del equipo cuando existen bobinas de comando eléctrico para el cierre de la válvula y/o la parada del regulador de velocidad de la turbina.

#### **Relé de sobrecorriente o relé térmico**

Se usa cuando el interruptor comercial excede al 10 % de la corriente nominal del generador . Debe ser gradualmente entre 75% y 100% y preferentemente alimentado por transformadores de corriente.

Actuara sobre el interruptor ante los siguientes casos:

Exceso de corriente de carga

Cortocircuito

### **Relé de sobrefrecuencia**

Sensa el exceso de frecuencia, es decir, de velocidad de giro, por lo cual, debido a su fácil instalación y bajo costo, sustituye a los interruptores centrífugos que actúan durante el embalamiento de las turbinas. Debe ser graduable por sobre el 120% , ya que valores menores a este pueden conducir a rechazos erróneos de operación por conectado de cargas bruscas normales.

Actuara sobre la válvula, el regulador de velocidad de la turbina y el interruptor en los casos siguientes:

Regulador de velocidad defectuoso.

Exceso de agua del recurso.

### **Relé de mínima tensión**

Sensa la caída anormal de tensión. Será graduable entre 75% y 100% y no debe actuar cuando se hace conexiones de cargas intempestivas normales.

Actuara sobre el interruptor , la válvula y el regulador de velocidad de turbina cuando:

El AVR esta defectuoso

Hay una sobrecarga de corriente

El factor de potencia de la carga es bajo.

La velocidad de giro es menor que lo normal, por exceso de potencia de carga, defecto del regulador de velocidad, falta de agua o resbalamiento de las fajas de transmisión.

### **Relé de Sobre tensión**

Sensa el exceso del nivel de tensión. Se debe graduar entre 100% y 125%.

Actuara sobre el interruptor, válvula y regulador de velocidad cuando:

El AVR esta defectuoso.

El factor de potencia es capacitivo

Hay exceso de velocidad de giro por defecto del regulador de velocidad o exceso de agua.

### **Relé de potencia inversa**

Se usa solo cuando los generadores operan en paralelo y protegen a los generadores de contratorques que afectan los acoplamientos mecánicos.

Actúa sobre el interruptor ante malas maniobras de emparelamiento y motorización de las maquinas.

#### **3.5.4 Tableros o paneles**

Son las cajas metálicas que contienen en su frente a los instrumentos de medición y las palancas de seccionamiento; y en su interior a los elementos de control, protección y el cableado de interconexión, para así evitar el contacto de las personas con las partes con tensión e impedir el ingreso de polvo, humedad u objetos extraños.

### **3.5.5 Otras protecciones**

#### **Protección diferencial a tierra**

Conectado según se muestra en la figura . Sirve para localizar fugas de corriente por contacto de las bobinas con tensión a la masa . Protege a las maquinas, a los dispositivos y a las personas.

#### **Pararrayos**

Son dispositivos que permiten desviar a tierra los elevados picos de tensión inducidos por las descargas atmosféricas sobre las líneas de transmisión. Se debe colocar al menos una terna después del tablero de control del generador.

#### **Puesta a tierra**

Los tableros de control, el generador y todo dispositivo con cubierta metálica conductora que guarde elementos bajo tensión, deben ponerse a tierra mediante la conexión de un borne montado sobre la parte metálica y un cable desnudo de hilos trenzados de cobre calibre 4 AWG que se unirá a la red de tierra.

De esta manera, protegemos al personal de los dispositivos de contactos de la tensión.

### 3.5.6 Cableado generador - tablero

Se usa conductores sólidos o cableados de cobre con forro de PVC, que trabajen hasta 60° C (p.e. TW), o hasta 75° C (THW) a tensiones de servicio entre 600v y 2000V.

El dimensionado obedece a dos criterios básicos:

- a) **Térmico**, para lo cual se muestra la tabla siguiente donde se indica la capacidad de conducción de corriente de varios calibres de conductor.
- b) **Caída de Tensión**, que depende de la magnitud de corriente  $I$  (A) a conducir por la distancia  $L$  (metros) entre el generador y el seccionador del tablero

## **CAPITULO IV ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

### **4.1 Especificaciones técnicas para suministros de materiales y equipos redes secundarias**

#### **4.1.1 Especificación técnica**

##### **Postes de procedencia nacional para redes secundarias**

##### **a) Alcance**

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para el dimensionamiento, definición de propiedades, fabricación, tratamiento, pruebas y entrega de postes de madera de procedencia nacional que se utilizarán en las Redes Secundarias.

##### **b) Normas aplicables**

Los postes, materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria de la licitación:

ITINTEC 251.022 Requisitos generales para Postes de Madera para Líneas Aéreas de Conducción de Energía.

ITINTEC 251.023 Ensayo de Rotura

ITINTEC 251.024 Postes de Eucalipto para Postes de Madera para Líneas Aéreas de Conducción de Energía – Eucalyptus globulus.

ITINTEC 251.026 Penetración y retención de los preservadores en la

madera

ITINTEC 251.027 Comprobación del valor tóxico y permanencia del preservante

ITINTEC 251.034 Preservación de madera - métodos a presión

ITINTEC 251.035 Preservante y retención

### **c) Condiciones ambientales**

Los postes se instalarán en zonas con las siguientes condiciones ambientales:

- Altitud sobre el nivel del mar: hasta 4500 m
- Humedad relativa: 50 a 95%
- Temperatura ambiente: -15°C a 30°C
- Precipitación pluvial: moderada a intensa

### **Dimensiones**

Las dimensiones de los postes estarán de acuerdo con la norma ITINTEC 251.022; además, se deberá cumplir con los requisitos siguientes :

La circunferencia en la parte superior del postes será medida a 25,4 mm (1" ) debajo de la cabeza.

Se aceptará una circunferencia máxima en la Línea de Tierra, igual o menor a la circunferencia mínima de la Clase correspondiente inmediata superior especificada en las normas indicadas en el numeral 2.

La longitud real de los postes no deberá ser menor a 75 mm (3" ) o mayor a 150 mm (6" ) respecto a la longitud nominal de los mismos.

El fabricante deberá proporcionar a la Inspección Independiente información acerca de las mediciones de circunferencia y longitud hechas por cada lote de postes antes del secado, a fin de que pueda efectuar la verificación en un tamaño de muestra que corresponda.

La circunferencia mínima en la cabeza y Línea de Tierra no deberá ser menor a la especificada en las normas indicadas en el numeral 2.

### **Preservación**

Los postes deberán ser preservados a Vacío - Presión de acuerdo con las Normas indicadas en el numeral 2, aceptándose únicamente los siguientes tipos de preservante y valores de retención y penetración

CCA-Tipo C, con la composición química y pureza indicada en la norma 251.035, con una retención mínima 12,8 kg/m<sup>3</sup> y con una penetración mínima 25 mm en el total de la albura.

Todos los postes deberán tener una placa metálica o marca en bajo relieve que consigne el número de carga que le corresponde.

El proveedor deberá sustentar la calidad del preservante con un certificado, que consigne su composición química y balance porcentual, los mismos que deben estar de acuerdo con las prescripciones de las normas indicadas en el numeral 2 de la presente Especificación Técnica.

Se muestreará 20 postes por carga y se tomará una muestra por poste a 3 050 mm de la base, 10 de estas servirán para el análisis de retención y las otras 10 muestras para verificar la penetración.

La penetración en las 10 muestras se verificará de acuerdo a las normas

indicadas en el numeral 2, si se encontrara que una de las muestras no cumple con la penetración requerida en esta especificación se rechazará la carga.

Tabla de datos técnicos garantizados para poste de madera de procedencia nacional

N°	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	
1.0	FABRICANTE			
2.0	ESPECIE FORESTAL NOMBRE BOTÁNICO NOMBRE COMERCIAL			
3.0	GRUPO			
4.0	CLASE		6	7
5.0	LONGITUD	m	8	8
6.0	CIR. MÍNIMA EN LA CABEZA	cm	(*)	(*)
6.1	CIR. MÁXIMA EN LA CABEZA	cm	(*)	(*)
7.0	CIR. MÍNIMA EN LA LÍNEA DE TIERRA	cm	(*)	(*)
7.1	CIR. MÁXIMA EN LA LÍNEA DE TIERRA	cm	(*)	(*)
8.0	ESF. MÁXIMO DE FLEXIÓN (++)	Mpa	40	40
9.0	CARGA DE ROTURA (++)	kN	6,67	5,39
10.0	MODULO DE ELAST. (++)	MPa	10 200	10 200
11.0	METO. DE TRAT. PRESERV.		VACÍO – PRESIÓN	
12.0	SUSTANCIA PRESERVANTE		CCA-C	
13.0	RETENCIÓN MÍNIMA DEL PRESERVANTE CCA-C	kg/m3	12,80	
14.0	PENETRACIÓN MÍNIMA DEL PRESER	mm / %	25 / 100	
15.0	NORMAS DE FABRIC., TRATA. Y PRUEBAS		ITINTEC 251.022 ITINTEC 251.023 ITINTEC 251.024 ITINTEC 251.026 ITINTEC 251.027 ITINTEC 251.034 ITINTEC 251.035	
16.0	MASA POR UNIDAD	Kg		

TABLA N° 4.1

## **4.1.2 Especificación técnica**

### **Conductores autoportantes de aluminio**

#### **a) Alcance**

Estas especificaciones cubren las condiciones requeridas para la fabricación pruebas y entrega de conductores autoportantes de aluminio para usarse en redes secundarias.

#### **b) Normas aplicables**

Los conductores autoportantes de aluminio, materia de la presente especificación, cumplirá con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria de la licitación.

Para el conductor portante

IEC 104 ALUMINIUM - MAGNESIUM-SILICON ALLOY WIRE FOR  
OVERHEAD LINE CONDUCTORS.

IEC 1089 ROUND WIRE CONCENTRIC LAY OVERHEAD  
ELECTRICAL STRANDED CONDUCTORS.

Para los conductores de fase

IEC 889 HARD-DRAWN ALUMINIUM WIRE FOR OVERHEAD LINE  
CONDUCTORS

IEC 1089 ROUND WIRE CONCENTRIC LAY OVERHEAD  
ELECTRICAL STRANDED CONDUCTORS

#### **c) Condiciones ambientales**

Los conductores autoportantes de aluminio se instalará en zonas con las siguientes condiciones ambientales:

- Altitud sobre el nivel del mar : entre 0 y 4 000 m
- Humedad relativa : entre 50 y 90%
- Temperatura ambiente : -15 y 40°C
- Contaminación ambiental : mediana

#### **d) Descripción del material**

##### **Conductor de fase**

El conductor de fase será fabricado con alambres de aluminio puro. Estará compuesto de alambres cableados concéntricamente y de único alambre central. Los alambres de la capa exterior serán cableados a la mano derecha, mientras que las capas interiores se cablearán en sentido contrario entre sí.

El conductor de fase estará cubierto con un aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) de color negro de alta densidad, con antioxidante para soportar las condiciones de intemperie, humedad, ozono, luz solar, salinidad y calor. El aislamiento será, además, de alta resistencia dieléctrica; soportará temperaturas del conductor entre -15 y 90° C en régimen permanente, y hasta 130°C en períodos cortos de servicio.

##### **Conductor Portante**

El conductor portante será fabricado con alambres de aleación de aluminio, magnesio y silicio. Estará compuesto de un único alambre central. Los alambres de la capa exterior serán cableados a la mano derecha y las capas interiores se cablearán en sentido contrario entre sí. El conductor portante será desnudo y se utilizará, además, como neutro.

### Características constructivas

Los conductores de fase (de servicio particular y alumbrado público) se enrollarán helicoidalmente en torno al conductor portante de aleación de aluminio. Tendrán las siguientes características, ver tabla 4.2

### Características de los conductores de fase y del conductor portante

FORMACIÓN	ESPESOR AISLAM. FASE (mm)	SECCIÓN NEUTRO PORTANTE (mm <sup>2</sup> )	DIAM. NOMINAL EXTER. (mm)	MASA TOTAL Kg/Km	RES. ELECTRICA Ohm / Km.		In DE FASE 40° C A
					FASE	ALUMBRA.	
3x35+16/25	1,0	25	20,0	481	0,868	1,910	129
3x25+16/25	1,0	25	18.5	397	1.200	1.910	107
3x16+16/25	1,0	25	16.5	310	1.910	1.910	81
2x35+16/25	1,0	25	20.0	362	0.868	1.910	129
2x25+16/25	1,0	25	18.5	307	1.200	1.910	107
2x16+16/25	1,0	25	16.5	249	1.910	1.910	81
2x16/25	1,0	25	16.5	187	1.910	1.910	81
1x16/25	1,0	25	16.5	125	1.910	1.910	81
3x16/25	1,0	25	16.5	249	1.910	1.910	81
3x25/25	1,0	25	18.5	336	1.200	1.910	107
3x35/25	1,0	25	20.0	419	0.868	1.910	129

Tabla N° 4.2

Tabla de datos técnicos garantizados conductor portante de aleación de aluminio

N°	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	
1.0	CARACTERÍSTICAS GENERALES			
1.1	FABRICANTE			
1.2	PAÍS DE FABRICACIÓN			
1.3	MATERIAL DE FABRIC.		ALEAC. DE ALUMI.	
1.4	NUMERO DE ALAMBRES		7	
1.5	NORMA DE FABRIC. Y PRUEBAS	IEC	1089	
2.0	DIMENSIONES			
2.1	SECCIÓN NOMINAL	.mm <sup>2</sup>	25	
2.2	SECCIÓN REAL	.mm <sup>2</sup>	24.25	
2.3	DIÁMETRO DE LOS ALAMBRES	.mm	2.15	
2.4	DIÁMETRO EXTERIOR DEL COND.	.mm	6.42	
3.0	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	kN		
3.1	MASA DEL CONDUCTOR	kg/m	0.069	
3.2	CARGA DE ROTURA MÍNIMA	kN	6.96	
3.3	MODULO DE ELASTIC. INICIAL	kN/mm <sup>2</sup>		
3.4	MODULO DE ELAST. FINAL	kN/mm <sup>2</sup>	60.82	
3.5	COEFICI. DE DILAT. TERM.	1/°C	21X10 <sup>-6</sup>	
4.0	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS			
4.1	RESISTENCIA ELÉCTRICA MÁXIMA EN C.C.A. 20°C	Ohm/Km	1.36	
4.2	COEFICIENTE DE RESISTIVIDAD	1/°C		

TABLA N° 4.3

Tabla de datos técnicos garantizados conductor de aluminio aislado

N°	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	
1.0	CARACTERÍSTICAS GENERALES			
1.1	FABRICANTE			
1.2	PAÍS DE FABRICACIÓN			
1.3	NORMA DE FABRICACIÓN			
2.0	CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR			
2.1	MATERIAL		ALUMINIO	
2.2	SECCIÓN NOMINAL	.mm <sup>2</sup>	16 25 35	
2.3	SECCIÓN REAL	.mm <sup>2</sup>		
2.4	N° DE ALAMBRES	u	7 7 7	
2.5	DIÁMETRO DE LOS ALAMBRES			
2.6	CARGA DE ROTURA MÍNIMA	kN		
2.7	MODULO DE ELAST. FINAL	kN/mm <sup>2</sup>		
2.8	COEFIC. DE DILAT. TÉRMICA	1/°C		
2.9	RESISTENCIA ELÉCTRICA EN CC A 20°C	Ohm/km		
2.10	MASA DEL CONDUCTOR	Kg		
3.0	CARACT. DEL AISLANTE			
3.1	MATERIAL AISLANTE	kg/m	XLPE	
3.2	ESPESOR DEL AISLANTE	mm	1,0 1,0 1,0	
3.3	TENSIÓN NOMINAL E0/E	kV	0,6/1,0 0,6/1,0 0,6/1,0	
4.0	CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR AISLADO			
4.1	DIÁMETRO EXTERIOR	mm		
4.2	MASA TOTAL	Kg		

TABLA N° 4.4

### **4.1.3 Especificación técnica**

#### **Accesorios de los cables autoportantes**

##### **a) Alcance**

Estas especificaciones cubren las condiciones requeridas para la fabricación pruebas y entrega de los accesorios para conductores autoportantes.

##### **b) Normas aplicables**

Los accesorios de conductores, materia de la presente especificación, cumplirá con

las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la

convocatoria de la licitación.

ASTM A153 ZINC COATING (HOT DIP) ON IRON AND STEEL  
HARDWARE.

ASTM A7 FORGED STEEL

ASTM B 230 HARD DRAWN C-H 99 FOR ELECTRICAL PURPOSES

##### **c) Descripción del Material**

###### **Grapa de Suspensión Angular**

Será de aleación de aluminio resistente a la corrosión. Tendrá las siguientes características

- Resistencia a la Tracción : 15 kN
- Resistencia al deslizamiento : 1 kN
- Rango de diámetro para el conductor portante : 4-8mm

La grapa de suspensión angular se utilizará para la sujeción del cable portante de aleación de aluminio en estructuras de alineamiento y de ángulo hasta de 90°.

La configuración geométrica y las dimensiones se muestran en las láminas adjuntas.

### **Grapa de Anclaje**

Esta grapa permitirá sujetar el cable portante desnudo de aleación de aluminio, en una configuración de anclaje, sin la necesidad de cortar el conductor portante que funcionará como neutro de la red secundaria. El material de fabricación del cuerpo de la grapa será de aleación de aluminio de alta resistencia; el elemento de ajuste o presión del neutro será del mismo material que el cuerpo o de material termoplástico resistente a las radiaciones

ultravioleta; el estribo será de acero galvanizado en caliente. La calidad del suministro deberá estar sustentada mediante normas técnicas correspondientes.

Las características mecánicas de la grapa será la siguiente:

- Resistencia a la Tracción : 15 kN
- Resistencia al deslizamiento : 10 kN

La configuración geométrica y las dimensiones se muestran en las láminas adjuntas.

### **Caja de Derivación y Acometida**

Será fabricada de plancha de acero laminada en frío, de 1,5 mm. Tendrá acabado con pintura base de cromato de zinc epóxica y acabado de esmalte

epóxica gris. Previamente a la aplicación de las pinturas se aplicará un proceso de decapado o arenado.

La caja de derivación y acometida contendrá los siguientes elementos:

### **Bornera de Conexión y Derivación**

Se utilizará para la conexión de los conductores de llegada y acometidas domiciliarias. Estará compuesto de

- Soporte de barras, fabricado de resina fenólica, resina epóxica o similar.
- Barra terminal de latón con recubrimiento plateado de espesor mínimo de 5 micrones.
- Prensa y pernos de acero galvanizado electrolítico.

El número de barras terminales dependerá de las características del sistema eléctrico :

- En sistema 380-220 V : 4 barras terminales
- En sistema 440-220 V : 3 barras terminales
- En sistema 220 V : 2 barras terminales

### **Señalizador de Acometidas**

Se utilizará para identificar el número del suministro en las acometidas domiciliarias. Será fabricado de material termocntraíble o similar, resistente a la corrosión y a la acción de agentes químicos. Permitirá inscripciones con tinta indeleble.

### **Cable de Conexión para Caja de Derivación**

El cable de conexión para desde la red hacia la caja de derivación y acometidas será del tipo N2XY, con conductor de cobre recocido de 10 mm<sup>2</sup> de sección, en configuración bipolar, trifilar o tetrapolar. La cubierta

exterior de PVC será de color negro.

#### **4.1.4 Especificación técnica**

##### **Conectores de derivación tipo perforación de aislamiento para conductores aislados de baja tensión**

###### **a) Alcance**

Esta Especificación Técnica establece las condiciones requeridas para la fabricación, pruebas y entrega que deben cumplir los conectores de perforación de aislamiento que se utilizarán en las Redes Secundarias para efectuar derivaciones y uniones en “cuellos muertos” no sujetos a plena tensión mecánica del conductor.

###### **b) Normas aplicables**

Los conectores, materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de la siguiente norma, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria de la licitación.

**NFC 33-020 CONECTOR DE DERIVACION POR PERFORACION DE AISLAMIENTO PARA REDES Y RAMIFICACIONES AEREAS EN CONDUCTORES AISLADOS TORCIDOS, CON TENSION NOMINAL DE 0,6/1 kV .**

###### **c) Condiciones Ambientales**

Los conectores de derivación se instalarán en zonas con las siguientes condiciones ambientales:

- Altitud sobre el nivel del mar : hasta 4500 m

- Humedad relativa : entre 50 y 100%
- Temperatura ambiente : -15°C y 30°C
- Contaminación ambiental : de escasa a moderada

#### **d) Condiciones de operación**

El sistema eléctrico en el cual se instalarán los conectores tiene las siguientes características:

- Configuración de la Red Secundaria Trifásica : 380-220 V, 4hilos, Neutro Corrido con múltiple puesta a tierra
- Monofásica : 440-220 V, 3hilos, Neutro Corrido con múltiple puesta a tierra
- Tensión máxima de la red : 600 V
- Frecuencia de la red : 60 Hz
- Naturaleza del neutro : Efectivamente puesto a tierra

#### **e) Características Técnicas**

##### **Secciones Abarcadas**

Los tamaños de conectores, por sección de conductores abarcados son los siguientes, ver tabla 4.5

Tamaño de conectores por sección de conductores

CONFIGURAC.	CONDUCTOR PRINCIPAL			CONDUCTOR DERIVADO		
	SECCIÓN mm <sup>2</sup>	MATERIAL	DIÁMETRO Con cubierta (sin cubierta)	SECCIÓN mm <sup>2</sup>	MATERIAL	DIÁMETRO Con cubierta (sin cubierta)
Al – Al	16 - 35	Aluminio	7.1 a 9.5 (5.1 a 7.5)	16- 35	Aluminio	7.1 a 9.5 (5.1 a 7.5 )
Al –Cu	16 - 25	Aluminio	7.1 a 8.3 (5.1 a 6.3)	1.5 a 6	Cobre	2.15 a 3.55 (1.4 a 2.8)

Tabla N° 4.5

**Información Técnica Requerida**

Se presentará con su oferta las Tablas de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenadas, firmadas y selladas. También deberá incluir la información siguiente:

- Catálogos del fabricante en los que se indiquen códigos de los suministros, sus dimensiones, características de operación mecánica y eléctrica y la masa.
- Instructivo de montaje redactado en idioma español
- Requerimiento de accesorios y herramientas en idioma español.
- Recomendaciones para el buen funcionamiento de los suministros.
- Reportes certificados de pruebas tipo.
- En el caso que se proponga normas distintas a las especificadas, deberá presentar una copia de éstas para su evaluación.

Tabla de datos técnicos garantizados conectores de derivación tipo perforación de aislamiento para conductores aislados de baja tensión

Nº	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	
1.1	FABRICANTE			
1.2	PAÍS DE FABRICACIÓN			
1.3	MODELOS O CODIGOS DE CONECTORES			
	- CONFIGURACIÓN Al- Al			
	- CONFIGURACIÓN Al-Cu			
1.4	NUMERO O CÓDIGO DEL CATALOGO			
1.5	NORMA DE FABRICACIÓN y PRUEBAS		NF C 33-020	
1.6	RANGO DE CONDUCTORES A CONECTAR			
	CONFIGURACIÓN Al-Al			
	- PRINCIPAL DE Al AISLADO AUTOSOPORTADO	.mm2	16 – 35	
	DERIVADO DE Al AISLADO AUTOSOPORTADO	.mm2	16 – 35	
	CONFIGURACIÓN Al-Cu			
	- PRINCIPAL DE Al AISLADO AUTOSOPORTADO	mm2	16 – 35	
	-DERIVADO DE Cu FORRADO	mm2	1,5 – 6	
1.7	MATERIALES DEL CONECT.			
	- DEL AISLANTE PROTECTOR			
	- DE LAS MORDAZAS			
	- DE LA TUERCA Y PERNO FUSIBLE			
	- DE LA JUNTA DE ESTANQUEIDAD			
	- DE CAPUCHÓN PARA EXTREMO DE CABLE			
1.8	PROPIEDADES ELÉCTRICAS			
	- TENSIÓN NOMINAL	kV	0,6/1,0	
	- SOSTENIMIENTO, 60 Hz, 1 MINUTO, HÚMEDO	kV	6,0	
	CAPACIDAD DE CORRIENTE			
	CONFIGURACIÓN Al – Al	A		
	CONFIGURACIÓN Al – Cu	A		
1.9	TORQUE NOMINAL			
	- CONFIGURACIÓN Al –Al	N-m		
	- CONFIGURACIÓN Al - Cu	N-m		
2.0	MASA			
	- CONFIGURACIÓN Al –Al	g		
	- CONFIGURACIÓN Al – Cu	g		

TABLA Nº 4.6

#### **4.1.5 Especificación técnica**

##### **Cable de acero grado siemens martín para retenidas**

###### **a) Alcances**

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega del cable de acero para retenidas que se utilizarán en redes secundarias.

###### **b) Normas aplicables**

El cable de acero, materia de la presente especificación, cumplirá con las prescripciones de la siguiente norma:

ASTM A 475 STANDARD SPECIFICATION FOR ZINC-COATED  
STEEL WIRE STRAND

ASTM A 90 STANDARD TEST METHOD FOR WEIGHT OF COATING  
ON ZINC - COATED (GALVANIZED) IRON OF STEEL ARTICLES.

###### **c) Características técnicas del cable**

El cable para las retenidas será de acero galvanizado de grado SIEMENS-MARTIN.

Tendrá las características y dimensiones que se indican en la Tabla de Datos técnicos Garantizados.

El galvanizado que se aplique a cada alambre corresponderá a la clase B según la Norma ASTM A 90 .

###### **d) Material**

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.

**e) Cableado**

Los alambres de la capa exterior serán cableados en el sentido de la mano izquierda.

**f) Uniones y empalmes**

Previamente al trefilado, se aceptarán uniones a tope realizadas con soldadura eléctrica. En cables formados con 3 alambres no se permitirá ninguna unión en los alambres terminados. En cables de 7 alambres, se aceptarán uniones en alambres individuales solo si no existiera más de una unión en un tramo de 45,7 m del cable terminado. No se aceptará, en ningún caso, uniones o empalmes realizados al cable terminado.

Tabla de datos técnicos garantizados cable de acero grado siemens - martín para retenidas

N°	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	
1.0	FABRICANTE			
2.0	PAÍS DE FABRICACIÓN			
3.0	NUMERO DE CATALOGO DEL FABRICANTE			
4.0	MATERIAL		Acero	
5.0	GRADO		SIEMENS-MARTÍN	
6.0	CLASE DE GALVA. SEGÚN NORMA ASTM		B	
7.0	DIÁMETRO NOMINAL	.mm	10	
8.0	NUMERO DE ALAMBRES		7	
9.0	DIÁMETRO DE CADA ALAMBRE	.mm	3.05	
10.0	SECCIÓN NOMINAL	.mm <sup>2</sup>	50	
11.0	CARGA DE ROTURA MÍNIMA	KN	30.92	
12.0	SENTIDO DEL CABLEADO		Izquierdo	
13.0	MASA	kg/m	0.400	
14.0	NORMA DE FABRICACIÓN	ASTM	A 475	

TABLA 4.7

#### **4.1.6 Especificación técnica**

##### **Accesorios metálicos para postes, aisladores y retenidas**

###### **a) Alcances**

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de accesorios metálicos para postes, aisladores y retenidas que se utilizarán en redes secundarias.

###### **b) Normas aplicables**

Los accesorios metálicos, 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 ZINCCOATED 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 135.20 AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR LINE CONSTRUCTION - ZINC COATED FERROUS INSULATOR CLEVISES

### **c) Descripción de los materiales**

#### **Perno con gancho**

Serán de acero forjado y galvanizado en caliente, tendrán 16 mm de diámetro y longitudes de acuerdo a las láminas del proyecto. La carga mínima de rotura a la tracción será de 8 kN.

El suministro incluirá una arandela fija y otra móvil, así como una tuerca y una contratuerca de doble concavidad, debidamente ensambladas a los pernos.

La configuración geométrica y las dimensiones del perno con gancho se muestran en las láminas del proyecto.

#### **Pernos Maquinados**

Serán de acero forjado y galvanizado en caliente. La cabeza de estos pernos será de forma cuadrada y estarán de acuerdo con la norma ANSI C135-1.

Las tuercas y contratuercas serán también cuadradas.

Los pernos serán de 13 mm de diámetro y longitudes de acuerdo a las láminas del proyecto.

Las cargas de rotura mínima serán de 35 kN.

El suministro incluirá una tuerca y una contratuerca cuadrada de doble concavidad, debidamente ensambladas a los pernos.

#### **Perno-ojo**

Será de acero forjado, galvanizado en caliente, de 255 mm de longitud y 16 mm de diámetro.

En uno de los extremos tendrá un ojal ovalado, y será roscado en el otro extremo.

Las otras dimensiones, así como su configuración geométrica, se muestran en las

láminas del proyecto.

La carga de rotura mínima será de 55 kN. El suministro incluirá una tuerca cuadrada y una contratuerca cuadrada de doble concavidad, debidamente ensambladas a los pernos.

#### **Tuerca-ojo**

Será de acero forjado o hierro maleable galvanizado en caliente. Será adecuada para perno de 16 mm. Su carga mínima de rotura será de 55 kN.

La configuración geométrica y las dimensiones se muestran en las láminas del proyecto.

#### **Portalínea Unipolar para aislador tipo carrete**

Será de acero galvanizado en caliente y fabricado de plancha de 38 mm x 4,76 mm (2-1/2" x 3/16").

Estará provisto de un pin de 13 mm para fijación del aislador tipo carrete.

La carga mínima de rotura será de 8,8 kN. Tendrá la configuración geométrica y dimensiones que se muestran en las láminas del proyecto.

#### **Pastoral**

El pastoral para el soporte de luminarias, será fabricado de tubo de acero galvanizado en caliente. El diámetro interior del tubo será 38 mm, con un espesor mínimo de 3 mm. La superficie interna del tubo será bituminada con asfalto industrial líquido grado 200.

El pastoral se fijará al poste mediante abrazaderas fabricadas con platina galvanizada de 50 mm x 3 mm y accesorios, las cuales formarán parte del suministros.

La configuración y dimensiones del pastoral y de sus abrazaderas se muestran en las láminas del proyecto.

### **Varilla de anclaje**

Será fabricada 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 16 mm
- carga de rotura mínima 71 kN

Las otras dimensiones así como la configuración física, se muestran en las láminas del proyecto.

Cada varilla deberá ser suministrada con una tuerca y contratuerca cuadrada de doble concavidad, las que estarán debidamente ensambladas a la varilla.

### **Arandela cuadrada para anclaje**

Será de acero galvanizado en caliente y tendrá 102 mm de lado y 4,76 mm de espesor.

Estará provista de un agujero central de 18 mm de diámetro. Deberá ser diseñada y fabricada para soportar los esfuerzos de corte por presión de la tuerca de 71 kN.

### **3.9 Grapa de vías paralelas**

Será de acero galvanizado y adecuada para el cable de acero grado SIEMENS-MARTIN de 10 mm de diámetro. Estará provista de 3 pernos de 13 mm de diámetro.

### **Perno angular con ojal guardacabo**

Será de acero forjado y galvanizado en caliente, de 203 mm de longitud y 16 mm de

diámetro.

El ojal-guardacabo angular será adecuado para cable de acero de 10 mm de diámetro.

La mínima carga de rotura será de 60,4 kN. Las dimensiones y forma geométrica se muestran en las láminas del proyecto.

El suministro incluirá una tuerca cuadrada y una contratuerca cuadrada de doble concavidad, debidamente ensambladas a los pernos.

### **Contrapunta**

Será fabricada de tubo de acero galvanizado de 50 mm de diámetro y 6 mm de espesor. En un extremo estará soldada a una abrazadera para fijación a poste y en el otro extremo estará provisto de una grapa de ajuste en “U” adecuada para fijar el cable de acero de la retenida.

La abrazadera se fabricará con platina de 102 x 6 mm y tendrá 4 pernos de 13 mm de diámetro y 50 mm de longitud.

Las dimensiones y configuración de la contrapunta se muestran en las láminas del proyecto.

### **Arandela cuadrada curva**

Será de acero galvanizado de 57 x 57 x 4,76 mm.

La carga mínima de rotura al esfuerzo cortante será de 55 kN.

### **Bloque de anclaje**

Será de concreto armado de 0,40 x 0,40 x 0,15 m, fabricado con malla de acero corrugado de 13 mm de diámetro; tendrá agujero central de 21 mm de diám.

Tabla de datos técnicos garantizados accesorios metálicos para postes y retenidas

N°	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1.0	<b>PERNOS MAQUINADOS</b>		
1.1	FABRICANTE		
1.2	MATERIAL		ACERO
1.3	CLASE DE GALVANIZADO SEGUN ASTM		B
1.4	NORMA DE FABRICACIÓN		ANSI C 135.1
1.5	CARGA DE ROTURA MÍNIMA	kN	35
1.6	DIÁMETRO DEL PERNO	mm	13
1.7	LONGITUD DEL PERNO	.mm	
1.8	MASA POR UNIDAD	kg	
2.0	<b>PERNO – OJO</b>		
2.1	FABRICANTE		
2.2	MATERIAL		ACERO
2.3	CLASE DE GALVANIZADO SEGÚN ASTM		B
2.4	DIMENSIONES		
2.4.1	LONGITUD	mm	
2.4.2	DIÁMETRO	mm	16
2.5	NORMA DE FABRICACIÓN		ANSI C 135.4
2.6	CARGA MÍNIMA DE ROTURA	kN	55
2.7	MASA POR UNIDAD	kg	
3.0	<b>TUERCA OJO</b>		
3.1	FABRICANTE		
3.2	MATERIAL		ACERO
3.3	CLASE DE GALVANIZACIÓN ASTM		B
3.4	DIMENSIONES	mm.	
3.4.1	DIÁMET DEL PERNO A CONECT.	mm.	16
3.6	NORMA DE FABRICACIÓN		ANSI C 135.5
3.7	CARGA MÍNIMA DE ROTURA	kN	55
3.8	MASA POR UNIDAD	kg	

TABLA 4.8

Tabla de datos técnicos garantizados accesorios metálicos para postes y retenidas

N°	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
4.0	<b>PERNOS CON GANCHO</b>		
4.1	FABRICANTE		
4.2	MATERIAL		ACERO
4.3	CLASE DE GALVANIZADO SEGUN ASTM		B
4.4	NORMA DE FABRICACIÓN		
4.5	CARGA DE ROTURA MÍNIMA	kN	8
4.5.1	DIÁMETRO DEL PERNO	mm	16
4.5.2	LONGITUD DEL PERNO	.mm	
4.6	MASA POR UNIDAD	kg	
5.0	<b>PORTALINEA UNIPOLAR PARA AISLADOR TIPO CARRETE</b>		
5.1	FABRICANTE		ACERO
5.2	MATERIAL		B
5.3	CLASE DE GALVANIZADO SEGÚN ASTM		
5.4	DIMENSIONES Y CONFIG. GEOMÉ. (ADJUNTAR PLANO)		
5.5	CARGA MÍNIMA DE ROTURA	Kn	5.8
5.6	NORMA DE FABRICACIÓN		ANSI C 135.20
5.7	MASA POR UNIDAD	kg	

TABLA 4.9

Tabla de datos técnicos garantizados accesorios metálicos para postes aisladores y retenidas

N°	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
6.0	<b>VARILLA DE ANCLAJE CON OJAL GUARDACABO</b>		
6.1	FABRICANTE		
6.2	MATERIAL		ACERO-FORJADO
6.3	CLASE DE GALVANIZADO SEGUN ASTM		B
6.4	DIMENSIONES		
	LONGITUD	.m	2.46
	DIÁMETRO	mm	16
6.5	CARGA DE ROTURA MÍNIMA	kN	71
6.6	MASA POR UNIDAD	kg	
6.7	NORMA DE FABRICACIÓN		ANSI C 135.2
7.0	<b>ARANDELA CUADRADA PARA ANCLAJE</b>		
7.1	FABRICANTE		
7.2	MATERIAL		ACERO
7.3	CLASE DE GALVANIZADO SEGÚN ASTM		B
7.4	DIMENSIONES		
	LADO	.mm	100
	ESPESOR	.mm	6.35
	DIÁMETRO DE AGUJERO CENTRAL	.mm	17.46
	CARGA MÍNIMA DE CORTE	kN	71.35
7.5	MASA POR UNIDAD	Kg	
7.6	NORMA DE FABRICACIÓN		
7.7			
8	<b>PERNO ANGULAR CON OJAL GUARDACABO</b>		
8.1	FABRICANTE		
8.2	MATERIAL		ACERO FORJADO
8.3	CLASE DE GALVANIZADO SEGÚN ASTM		B
8.4	DIMENSIONES		
	LONGITUD DEL PERNO	Mm	203
	DIÁMETRO DEL PERNO	Mm	16
8.5	CARGA DE ROTURA MÍNIMA A TRACCIÓN O CORTE	KN	80.4
8.6	MASA POR UNIDAD	Kg	
8.7	NORMA DE FABRICACIÓN		ANSI-C 135.4

TABLA N° 4.10

Tabla de datos técnicos garantizados accesorios metálicos para postes aisladores y retenidas

N°	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	
9.0	<b>GRAPA DE DOBLE VIA</b>			
9.1	FABRICANTE			
9.2	MATERIAL	ACERO		
9.3	DIÁMETRO DE CABLE A SUJETAR	.mm	18	
9.4	CARGA MÁXIMA DE TRABAJO	KN		
9.5	DIMENSIONES (ADJ.PLANO)	.mm		
9.6	MASA POR UNIDAD	Kg		
9.7	NORMA DE FABRICACIÓN			
10.0	<b>ARANDELA CUADRADA CURVA</b>			
10.1	FABRICANTE			
10.2	MATERIAL		ACERO	
10.3	CLASE DE GALVANIZADO SEGÚN		B	
10.4	ASTM			
	DIMENSIONES			
	LADO	.mm	57	
	ESPESOR	mm	5	
	DIÁME. DE AGUJERO CENTRAL	mm	17.50	
	RADIO DE CURVATURA	mm		
	CARGA MÍNIMA DE R POR CORTE	kN	55.29	
	NORMA DE FABRICACIÓN			
	MASA POR UNIDAD	kg		
11.0	<b>PASTORAL</b>			
11.1	FABRICANTE			
11.2	MATERIAL		ACERO	
11.3	CLASE DE GALVANIZACIÓN		B	
	SEGUN ASTM			
11.4	AVANCE HORIZONTAL	M	0.50	
11.5	AVANCE VERTICAL	M	0.25	
11.6	ANGULO DE INCLINACIÓN	GRADOS	20	
11.7	DIÁMETRO INTERIOR DEL TUBO	MM	38	
11.8	ABRAZADERAS Y ACCESORIOS		SI	
	DE FIJACIÓN			
11.9	MASA DEL PASTORAL Y SUS	kg		
	ACCESORIOS			

TABLA 4.11

#### **4.1.7 Especificación técnica**

##### **Luminarias y lámparas**

###### **a) Alcances**

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, inspección, pruebas y entrega de luminarias y lámparas de alumbrado público, que se utilizarán en redes secundarias.

###### **b) Normas Aplicables**

Las luminarias y lámparas, materia de la presente especificación cumplirán con las prescripciones de las Normas siguientes:

IEC 60598; 60529; 60238 Características mecánicas y eléctricas de Luminarias IEC 60622; 60922; 60923 Para lámparas de vapor de sodio, reactores, 60926; 60927; 60566 condensadores e ignitores

###### **c) Condiciones Ambientales y de Operación del Sistema Eléctrico**

Los conectores de derivación se instalarán en zonas con las siguientes condiciones

ambientales:

- Altitud sobre el nivel del mar : hasta 4500 m
- Humedad relativa : entre 50 y 100%
- Temperatura ambiente : -15°C y 30°C
- Velocidad máxima del viento : 75 km/h
- Contaminación ambiental : de escasa a moderada
- Presencia de lluvias : abundante

Los equipos de alumbrado público serán alimentados en 220 V nominales

procedente de los siguientes sistemas eléctricos

- Configuración de la Red Secundaria

Trifásica : 380-220 V, 4hilos, neutro corrido con múltiple puesta a tierra

Monofásica : 440-220 V, 3hilos, neutro corrido con múltiple puesta a tierra

- Tensión máxima de la red : 600 V

- Frecuencia de la red : 60 Hz

- Naturaleza del neutro : Efectivamente puesto a tierra

#### **d) Requerimientos Técnicos**

##### **Fotometría**

Del tipo II, corto, haz semirecortado para lámparas de vapor de sodio de 50 y 70 W a alta presión, con casquillo E-27.

Del tipo II, mediano, haz semirecortado para lámpara de vapor de sodio de 150 W a alta presión , con casquillo E-40.

La clasificación fotométrica anterior no limita la utilización de lamparas y luminarias de alta tecnología.

#### **Características mecánicas y eléctricas principales de los componentes de la luminaria**

##### **Características Generales de Diseño**

El diseño de la luminaria deberá ser de un solo bloque o de dos bloques, manteniendo siempre el sistema óptico y portaequipo independientes. Deberá dificultar el hurto de la propia luminaria los accesorios del portaequipo y el desprendimiento de sus partes, a excepción de la plancha portaequipo. Los seguros y cierres de fijación de cubiertas serán de accionamiento manual.

### **Reactores**

Los reactores se utilizarán para limitar la corriente de la lámpara. Operarán a una tensión de 220 V y frecuencia de 60 Hz. Tendrán las siguientes características.

- Potencia de la lámpara 150 W 70 W 50 W
- Consumo de potencia 13 W 10 W 08 W

### **Condensadores**

Operarán a una tensión nominal de 220 V, frecuencia de 60 Hz y tendrán el objeto de mejorar el factor de potencia del conjunto lámpara-reactor hasta un valor mayor o igual a 0,9

### **Arrancadores**

Operarán a una tensión nominal de 220 V, frecuencia de 60 Hz y facilitarán el encendido de las lámparas de vapor de sodio de 150 W, 70 y 50 W suministrando un pico de tensión adecuados a través de las lámparas.

### **Características de las lámparas**

- Lámpara tipo : vapor de Sodio Alta Presión
- Potencia (W) : 150 70 50
- Flujo luminoso (lúmenes) : 16 500 6 500 5800
- Vida útil promedio (h) : 10 000 10 000 10 000

### **Porta fusible aéreo**

Servirá para la protección del equipo de alumbrado público y será de porcelana vidriada color blanco y con corriente máxima admisible de 5A. Vendrá provisto de un fusible de 1A.

### **Cable N2XY 2 x 2,5 mm<sup>2</sup>**

Unirá los conductores de la red de alumbrado público con el equipo de alumbrado,

elaborado de cobre recocido de 2,5 mm<sup>2</sup> con aislamiento XLPE y cubierta de PVC.

### **Vida Útil de las Luminarias**

El fabricante deberá garantizar técnicamente una vida útil mayor o igual a 10 años, en las condiciones de operación indicadas en el numeral 3. Tiempo para el cual la luminaria mantendrá sus cualidades fotométricas, así como las mínimas condiciones mecánicas y eléctricas para un funcionamiento adecuado y seguro.

Tabla de datos técnicos garantizados luminaria para lámpara de vapor de sodio

N°	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	
1.0	FABRICANTE			
2.0	TIPO SEGÚN FABRIC. O SIMILAR			
3.0	NORMA DE FABRICACIÓN	.mm		
4.0	DIMENS. APROXIMA.			
5.0	POTENCIA DE LÁMPARA	W	150 70 50	
6.0	TIPO DE SOCKET		E-40 E-27 E-27	
7.0	TEMPERATURA MÁX. DE OPERACIÓN DEL SOCKET CON FUNCIONAMIENTO CONTINUO DE LA LÁMPARA °C			
8.0	MATERIAL DEL SOPORTE PRINCIPAL			
9.0	MATERIAL DEL REFLECTOR			
10.0	MATERIAL DEL DIFUSOR			
11.0	MATERIAL DEL SOCKET		Porcelana	
12.0	TIPO DE CABLE DE CONEXIÓN			
13.0	DIÁMETRO DEL EMBONE AL PASTORAL	.mm		
14.0	MASA POR UNIDAD	kg		
15.0	CURVAS, ISOLUX, TABLAS, CATALOGOS			

TABLA 4.12

Tabla de datos técnicos garantizados lámpara de vapor de sodio de alta presión

N°	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	
1.0	FABRICANTE			
2.0	TIPO SEGÚN FABRICANTE			
3.0	POTENCIA NOMINAL	W	150 70 50	
4.0	TIPO DE SOCKET		E-40 E-27 E-27	
5.0	NORMA DE FABRIC.		IEC-188	
6.0	TENSIÓN NOMINAL DE FUNCIONAMIENTO	V	220 220	
7.0	TENSIÓN NOMINAL ENCENDIDO / EXTINCIÓN ARCO	V		
8.0	CORRIENTE NOMINAL	A		
9.0	TIEMPO DE ENCENDIDO	min	3 3	
10.0	VIDA ÚTIL MÍNIMA	h	16500 6500 5800	
11.0	RENDIMIENTO LUMINOSO	Lm/w		
12.0	MÁX. TEMPERATURA DE OPERAC. EN EL BULBO °C	°C		
13.0	EMISIÓN LUMINOSA DESPUÉS DE 100 HORAS DE OPERACIÓN	Lum		
14.0	EMISIÓN LUMINOSA AL 50% DE SU VIDA ÚTIL	Lum		
15.0	POTENCIA CONSUM. CON REACT.	W		
16.0	DIMENSIONES : D/L	.mm		
17.0	ADJUNTAR CURVA ISOLUX, MORTALIDAD, DEPRECIACIÓN, LUMINOSA,			

TABLA 4.13

#### **4.1.8 Especificación técnica**

##### **Material para puesta a tierra**

###### **a) Alcance**

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de materiales para la puesta a tierra de las estructuras que se utilizarán en redes secundarias.

###### **b) Normas aplicables**

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

ITINTEC 370.042 CONDUCTORES DE COBRE RECOCIDO PARA EL  
USO ELECTRICO

UNE 21-056 ELECTRODOS 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

###### **c) Descripción de los materiales**

###### **Conductor**

El conductor será de cobre desnudo, cableado y recocido, de las características que se indican en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados

###### **Electrodo de Puesta a Tierra**

###### **Características Generales**

El electrodo de puesta a tierra estará constituido por una varilla de acero revestida de una capa de cobre. Deberá ser 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 electrodo tendrá las siguientes dimensiones:

Diámetro nominal : 16 mm

Longitud : 2,40 m

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. La longitud se medirá de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto y se admitirá una tolerancia de + 5 mm y 0,0 mm.

Uno de los extremos del electrodo terminará en punta de la forma que se muestra en los planos del proyecto.

### **Materiales**

#### **Núcleo**

Será de acero al carbono de dureza Brinell comprendida entre 1300 y 2000 N/mm<sup>2</sup>; su contenido de fósforo y azufre no excederá de 0,04%.

**Revestimiento**

Será de cobre electrolítico recocido con una conductividad igual a la especificada para los conductores de cobre. El espesor de este revestimiento no deberá ser inferior a 0,270 mm.

**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. El conector tendrá la configuración geométrica que se muestra en los planos del proyecto.

**Conector tipo perno partido (SPLIT-BOLT)**

Será de cobre y servirá para conectar conductores de cobre de 16 mm<sup>2</sup> entre sí. **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 16 mm<sup>2</sup>.

**Grapas del tipo cuña**

Serán bimetálicas, para el conexionado del conductor de cobre de 16 mm<sup>2</sup> de sección y el conductor neutro de aleación de aluminio de 25 mm<sup>2</sup> de sección.

También serán empleadas para la conexión del conductor neutro y el cable de las retenidas.

Tabla de datos técnicos garantizados, conductor de cobre para puesta a tierra

N°	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	
1.0	<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES</b>			
1.1	FABRICANTE			
1.2	PAIS DE FABRICACIÓN			
1.3	NUMERO DE ALAMBRES		7	
1.4	NORMA DE FABRICACIÓN Y PRUEBAS	ITINTEC	370.042	
2.0	<b>DIMENSIONES</b>			
2.1	SECCIÓN NOMINAL	mm <sup>2</sup>	16	
2.2	SECCIÓN REAL	mm <sup>2</sup>		
2.3	DIÁMETRO DE LOS ALAMBRES	mm	7	
2.4	DIÁMETRO EXTERIOR DEL CONDUCTOR	.mm	5.10	
3.0	<b>CARAC. MECÁNICAS</b>			
3.1	MASA DEL CONDUCTOR	kg/m	0.143	
3.2	CARGA DE ROTU. MÍNIMA	kN		
3.3	MODULO DE ELASTICIDAD INICIAL	kN/mm <sup>2</sup>		
3.4	MODULO DE ELASTICIDAD FINAL	kN/mm <sup>2</sup>		
3.5	COEFICIENTE DE DILATACIÓN TÉRMICA	1/°C		
4.0	<b>CARAC. ELÉCTRICAS</b>			
4.1	RESIST. ELÉCTRICA MÁXIMA EN C.C. A 20 °C	ohm/km	1.15	
4.2	COEFICIENTE DE RESISTIVIDAD	1/°C		

TABLA 4.14

Tabla de datos técnicos garantizados, electrodo y conectores

N°	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	
<b>A</b>	<b>ELECTRODO</b>			
1.0	FABRICANTE			
2.0	MATERIAL		ACERO RECUBIE.	
3.0	NORMA DE FABRICACIÓN		CON COBRE	
4.0	DIÁMETRO	mm	18	
5.0	LONGITUD	m	2.40	
6.0	SECCIÓN	mm <sup>2</sup>	198	
7.0	ESPESOR MÍNIMO DE CAPA DE COBRE	mm	0.27	
8.0	RESIS. ELÉCTRICA A 20°C	Ohm		
9.0	MASA DEL ELECTRODO	kg		
<b>B</b>	<b>CONECTOR</b>			
1.0	FABRICANTE			
2.0	MATERIAL		ALEA. DE COBRE	
3.0	DIÁMETRO DE ELECTRODO	mm	18	
4.0	SECCIÓN DEL CONDUCTOR	mm <sup>2</sup>	18	
5.0	NORMA DE FABRICACIÓN			
6.0	MASA DEL CONECTOR	Kg		
<b>C</b>	<b>CONECTOR TIPO PERNO PARTIDO</b>			
1.0	FABRICANTE	.mm		
2.0	MATERIAL		COBRE	
3.0	NORMA DE FABRICACIÓN			
4.0	DIÁMETRO DEL CONDUCTOR PRINCIPAL	.mm	5.1	
5.0	DIÁMETRO DEL CONDUCTOR SECUNDARIO	.mm	5.1	
6.0	NUMERO DE CATALOGO DEL FABRICANTE			
7.0	TORQUE DE AJUSTE RECOMENDADO	N-m		
8.0	DIMENSIONES (Adjuntar planos)			
9.0	MASA POR UNIDAD	kg		
<b>D</b>	<b>GRAPA BIMETAL ICA DE VÍAS PARALELAS</b>			
1.0	FABRICANTE			
2.0	MATERIAL			
3.0	NORMAS DE FABRICACIÓN			
4.0	DIÁMETRO DEL CONDUCTOR DE AAAC	mm	5.1- 9.0	
5.0	DIÁMETRO DEL CONDUCTOR DE COBRE	mm	5.1	
6.0	NUMERO DE CATALOGO DE FABRICANTE			
7.0	TORQUE DE AJUSTE RECOMENDADO			
8.0	DIMENSIONES (ADJUNTAR PLANOS)			
9.0	MASA POR UNIDAD	kg		

Tabla N° 4.15

#### **4.1.9 Especificación técnica**

##### **Medidores de energía activa monofásicos tipo inducción para corriente alterna**

###### **a) Alcance**

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para el diseño, fabricación, muestreo, pruebas y entrega de medidores de energía activa monofásicos para corriente alterna, tipo inducción, utilizados para registrar los consumos de energía eléctrica. Los medidores formarán parte de las conexiones domiciliarias.

###### **b) Normas aplicables**

Los medidores de energía activa, materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas:

INDECOPI NMP 006 – 1997 Medidores de energía activa para corriente alterna de clases 0,5; 1 y 2 (equivalente a la Norma Internacional IEC 521:1988)

INDECOPI NMP 007 – 1997 Inspección de aceptación de medidores de energía activa para corriente alterna de la clases 2 (equivalente a IEC 514:1975)

###### **c) Condiciones ambientales de servicio**

Los medidores monofásicos de energía activa serán instalados en cajas metálicas portamedidor en zonas de contaminación media, elevada radiación ultravioleta y elevados gradientes de temperatura, con las siguientes condiciones ambientales

- Altura sobre el nivel del mar : entre 0 y 4500 m
- Humedad relativa : 5 al 95 %
- Temperatura ambiente : -10 a 40 °C
- Contaminación ambiental : Media

#### **d) Condiciones de operación**

Los medidores monofásicos de energía activa para corriente alterna serán utilizados en los sistemas de distribución de baja tensión, con las siguientes características de operación:

Configuración de la Red Secundaria

Trifásica : 380-220 V, 4hilos, Neutro Corrido con múltiple puesta a tierra

Monofásica : 440-220 V, 3hilos, Neutro Corrido con múltiple puesta a tierra

Tensión nominal del Medidor : 220 V (Fase – Neutro)

Frecuencia : 60 Hz

#### **e) Características de diseño y fabricación**

##### **Características Técnicas Generales**

Tipo de Funcionamiento : A inducción

Número de Fases : Uno (01)

Número de Sistemas : Uno (01)

Número de Hilos : Dos (02)

Número de bobinas de corriente : Uno (01) - Simple bobina

Número de bobinas de tensión : Uno (01)

Tensión Nominal : 220 V (Fase – Neutro)

Frecuencia Nominal : 60 Hz

Corriente Nominal (In) : 05 A

Clase de Precisión : 2

Sobrecarga admisible : 600 % In (30 A)

Otras Características : Ver Tabla de Datos Técnicos Garantizados

#### **4.1.10 Especificación técnica**

##### **Caja metálica portamedidor**

###### **a) Alcance**

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de cajas portamedidores para ser utilizados en las conexiones domiciliarias con suministro monofásico.

###### **b) Normas aplicables**

El proveedor indicará las normas nacionales o internacionales que usa

###### **c) Descripción del material**

Las cajas porta medidores serán fabricadas con plancha de hierro laminado en frío, de 0,9 mm de espesor para el cuerpo de la caja y 2,0 mm para la tapa.

Las dimensiones exteriores de la caja portamedidor dependerá del tipo de medidor de energía a instalar, del tipo inducción o del tipo estático.

Todos los puntos de soldadura estarán distanciados entre si 40 mm como máximo. Los cortes y dobleces deberán efectuarse por estampado, no debiendo tener filos cortantes ni rebabas.

Previamente a la aplicación de la capa de pintura, se limpiará la superficie metálica mediante un proceso de arenado o decapado. El acabado se hará a

base de pintura anticorrosivo epóxica, color gris mate.

Se aceptará otro tipo de acabado y pintado, el cual deberá ser debidamente sustentado y aprobado por el Propietario.

Presentará seis agujeros prefabricados: uno (1) en la cara inferior, uno (1) la cara superior y dos (2) en cada cara lateral. La apertura de los agujeros deberá efectuarse por el interior de la caja.

El marco frontal será desmontable y estará provisto de un visor transparente de policarbonato resistente a los golpes, a la corrosión, a radiación ultravioleta material y a los cambios bruscos de temperatura. Para los efectos de seguridad, estará equipado con una chapa triangular metálica implementada con precinto de seguridad.

En el interior de la caja se instalará un tablero de madera tornillo o cedro liso, protegido con material preservante CCB o Pentaclorofenol, aplicado según lo indicado en la Norma ITINTEC 251.019. El acabado será similar en ambas caras del tablero. Las dimensiones de la madera dependerá del tipo de caja metálica a suministrar.

En la parte inferior del tablero de madera se instalará el equipo de protección

conformado por un interruptor termo magnético bipolar de 10 A de corriente

nominal, fabricado en base a la Norma IEC 898.

#### **4.1.11 Especificación técnica**

##### **Materiales accesorios para conexiones domiciliarias**

###### **a) Alcance**

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de accesorios para las conexiones domiciliarias.

###### **b) Normas aplicables**

Los accesorios materia de esta especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas

ITINTEC 370.223 PARA LOS CONDUCTORES

IPCEA PARA EL AISLAMIENTO

###### **c) Descripción de los accesorios**

###### **Cable concéntrico**

El cable será del tipo concéntrico de cobre electrolítico, con aislamiento a prueba de intemperie, para una tensión nominal de 600 V. Tendrá una sección de 2 x 4 mm<sup>2</sup>.

###### **Templador**

El templador será fabricado de fierro galvanizado en caliente, del tipo deslizante y ajuste por efecto de cuña, con agarradera de alambre acerado.

El templador servirá para sujetar el conductor de acometida.

###### **Tubo de protección de PVC**

Para la protección del cable de acometida se utilizará tubo de PVCSAP de

19 mm diám., tipo pesado.

**Armella tirafondo**

Para el anclaje del templador se utilizará una armella tirafondo de fierro galvanizado en caliente de 6 mm de diám. x 50 mm.

**Tarugo**

Para la fijación de la armella tirafondo se usará un taco de madera cedro.

**Tubo de soporte**

Para el soporte del cable concéntrico en los cruces de calles, se utilizará tubo de acero galvanizado de 19 mm de diámetro interior y 4 m de longitud provisto de codo.

Tabla de datos técnicos garantizados, conductor de cobre concéntrico, 2x4 mm<sup>2</sup>, para conexiones domiciliarias

N°	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	
1.0	CARACT. GENERALES			
1.1	FABRICANTE			
1.2	PAÍS DE FABRICACIÓN			
1.3	TENSIÓN NOMINAL DE SERVICIO	V	600	
1.4	DIÁMETRO EXTERIOR	mm		
1.5	MASA ESPECÍFICA	kg/km		
1.6	INTENSI. DE CORRIENTE ADMISIBLE			
	- AL AIRE	A		
	- EN DUCTO DE PVC	A		
1.7	RESIS. ELECTRICA MAXI. EN C.C. A 20°C	Ohm/km		
1.8	COEFIC. TÉCNICO DE RESISTENCIA	1/°C		
2.0	DEL CONDUCTOR DE COBRE PRINCIPAL Y CONDUCTOR EXTERIOR CONCÉNTRICO			
2.1	NORMA DE FABRICA.		ITINTEC 370.042	
2.2	SECCIÓN DEL CONDUCTOR PRINCIPAL	.mm <sup>2</sup>	4	
2.3	NUMERO DE HILOS DEL CONDUCTOR PRINCIPAL		01	
2.4	DIÁMETRO DEL CONDUCTOR PRINCIPAL	mm		
2.5	SECCIÓN NOMINAL DEL CONDUCTOR EXTERIOR CONCÉNTRICO	mm <sup>2</sup>	4	
2.6	NUMERO DE HILOS DEL CONDUCTOR EXTERIOR CONCÉNTRICO		33	
2.7	DIÁMETRO DE LOS HILOS DEL AISLAMIENTO Y CUBIERTA DE PVC	mm		
3.0	NORMA DE FABRICACIÓN			
3.1	ESPELOR DEL AISLAMIENTO DE PVC	.mm	IPCEA	
3.2	COLOR DEL AISLAMIENTO DE PVC	mm		
3.3	ESPELOR DE LA CUBIERTA DE PVC			
3.4	COLOR DE LA CUBIERTA DE PVC		NEGRO	
3.5				

Tabla N° 4:16

## **4.2 Especificación técnica**

### **Minicentral hidroeléctrica**

Las especificaciones técnicas tanto de la turbina, inyector, generador, transformador se ceñirán a las que da el fabricante.

## **4.3 Especificaciones técnicas para el montaje**

### **Redes secundarias con conductor autoportante**

#### **Especificaciones particulares**

##### **4.3.1 Excavación**

El Contratista deberá someter a la aprobación de la Supervisión, los métodos y plan de excavación que empleará en el desarrollo de la obra.

El Contratista ejecutará las excavaciones con el máximo cuidado y utilizando los métodos y equipos más adecuados para cada tipo de terreno, con el fin de no alterar su cohesión natural, y reduciendo al mínimo el volumen del terreno afectado por la excavación, alrededor de la cimentación.

Cualquier excavación en exceso realizado por el contratista, sin orden de la Supervisión, será rellenada y compactado por el Contratista a su costo.

El Contratista determinará, para cada tipo de terreno, los taludes de excavación mínimos necesarios para asegurar la estabilidad de las paredes de la excavación.

El fondo de la excavación deberá ser plano y firmemente compactado para permitir una distribución uniforme de la presión de las cargas verticales actuantes.

Las dimensiones de la excavación serán las que se muestran en las láminas del proyecto, para cada tipo de terreno.

Durante las excavaciones, el Contratista tomará todas las medidas necesarias para evitar la inundación de los hoyos, pudiendo emplear el método normal de drenaje, mediante bombeo y zanjas de drenaje, u otros medios previamente aprobados por la Supervisión.

### **Medición y Pago**

El pago por excavación se hará por tipo de terreno y por volumen (m<sup>3</sup>).

No se pagarán las excavaciones realizados por error o conveniencia del Contratista.

#### **4.3.2 Izaje de Postes y Cimentación**

El Contratista deberá someter a la aprobación de la Supervisión el procedimiento que utilizará para el izaje de los postes.

En localidades que cuenten con carreteras de acceso, los postes serán instalados mediante una grúa de 6 tn montada sobre la plataforma de un camión.

En localidades que no cuenten con carreteras de acceso, los postes se izarán mediante trípodes o cabrías.

Antes del izaje, todos los equipos y herramientas, tales como ganchos

de grúa, estribos, cables de acero, deberán ser cuidadosamente verificados a fin de que no presenten defectos y sean adecuados al peso que soportarán.

Durante el izaje de los postes, ningún obrero, ni persona alguna se situará por debajo de postes, cuerdas en tensión, o en el agujero donde se instalará el poste.

No se permitirá el escalamiento a ningún poste hasta que éste no haya sido completamente cimentado.

La Supervisión se reserva el derecho de prohibir la aplicación del método de izaje propuesto por el Contratista si no presentará una completa garantía contra daños a las estructuras y la integridad física de las personas.

#### **4.3.3 Relleno**

El material de relleno deberá tener una granulometría razonable y estará libre de sustancias orgánicas, basura y escombros.

Se utilizará el material proveniente de las excavaciones si es que reuniera las características adecuadas.

Si el material de la excavación tuviera un alto porcentaje de piedras, se agregará material de préstamo menudo para aumentar la cohesión después de la compactación. Si por el contrario, el material proveniente de la excavación estuviera conformada por tierra blanda de escasa cohesión, se agregará material de préstamo con grava y piedras hasta de 10 cm de diámetro equivalente.

El relleno se efectuará por capas sucesivas de 30 cm y compactadas por medios mecánicos.

A fin de asegurar la compactación adecuada de cada capa se agregará una cierta cantidad de agua.

Después de efectuado el relleno, la tierra sobrante será esparcida en la vecindad de la excavación.

En el caso que se requiera del uso del concreto para la cimentación de postes de concreto, construcción de bases prefabricados o solados en el fondo de la excavación ; tanto el cemento los agregados, el agua, la dosificación y las pruebas, cumplirán con las prescripciones del Reglamento Nacional de Construcciones para la resistencia a la compresión especificada.

#### **Medición y pago**

El pago por izaje y cimentación se hará por cada poste.

#### **4.3.4 Armado de Estructuras**

El armado de estructuras se hará de acuerdo con el método propuesto por el Contratista y aprobado por la Supervisión.

Cualquiera sea el método de montaje, es imprescindible evitar esfuerzos excesivos en los elementos de la estructura.

Todas las superficies de los elementos de acero serán limpiadas antes de ensamblaje y deberá removerse del galvanizado, todo moho que se haya acumulado durante el transporte.

El Contratista tomará las debidas precauciones para asegurar que

ninguna parte de los armados sea forzada o dañada, en cualquier forma durante el transporte, almacenamiento y montaje. No se arrastrarán elementos o secciones ensambladas sobre el suelo o sobre otras piezas.

Las piezas ligeramente curvadas, torcidas o dañadas de otra forma durante el manipuleo, serán enderezadas por el Contratista empleando recursos aprobados, los cuales no afectarán el galvanizado. Tales piezas serán, luego presentadas a la Supervisión para la correspondiente inspección y posterior aprobación o rechazo.

Los daños mayores a la galvanización serán causa suficiente para rechazar la pieza ofertada.

Los daños mayores a la galvanización serán causa suficiente para rechazar la pieza ofertada.

Los daños menores serán reparados con pintura especial antes de aplicar la protección adicional contra la corrosión de acuerdo con el siguiente método :

- a) Limpiar con escobilla y remover las partículas del zinc sueltas y los indicios de óxido. Desgrasar si fuera necesario.
- b) Recubrir con dos capas sucesivas de una pintura rica en zinc (95% de zinc en la película seca) con un portador fenólico o a base de estireno.
- c) Cubrir con una capa de resina – laca Todas las partes reparadas del galvanizado serán sometidas a la aprobación de la Supervisión. Si en opinión de ella, la reparación no fuese aceptable, la pieza será reemplazada y los gastos que ello origine serán de cuenta del Contratista.

#### **4.3.5 Tolerancia**

Luego de concluida la instalación, los postes deben quedar verticales. La tolerancia máxima permisible será de 0,5 cm/m.

Los postes de ángulo y terminal se instalarán con una inclinación en sentido a lo resultante de cargas. Esta inclinación no será mayor que el diámetro en la cabeza del poste.

#### **Medición y Pago**

La medición y pago será por cada tipo de armado e incluirá los ensambles correspondientes para cada tipo de estructura. El precio unitario comprenderá el montaje de la ferretería e instalación y suministro de placas de numeración.

#### **4.3.5 Montaje de retenidas y anclajes**

La ubicación y orientación de las retenidas serán las que se indiquen en los planos del proyecto. Se tendrá en cuenta que estarán alineadas con las cargas o resultante de cargas de tracción a las cuales van a contrarrestar.

Las actividades de excavación para la instalación del bloque de anclaje y el relleno correspondiente se ejecutarán de acuerdo con la especificación consignada en los numerales 3.2.4 y 3.2.5 .

Luego de ejecutada la excavación, se fijará, en el fondo del agujero, la varilla de anclaje con el bloque de concreto correspondiente. El relleno se ejecutará después de haber alineado y orientado adecuadamente la varilla

de anclaje.

Al concluirse el relleno y la compactación, la varilla de anclaje debe sobresalir 0,20 m de nivel del terreno.

Los cables de retenidas se instalarán antes de efectuarse el tendido de los cables autoportantes. La disposición final del cable de las retenidas se muestra en los planos del proyecto.

Los cables de retenidas deben ser tensados de tal manera que los postes se mantengan en posición vertical, después que los conductores hayan sido puestos en fecha y engrapados.

La varilla de anclaje y el correspondiente cable de acero deben quedar alineados y con el ángulo de inclinación que señalen los planos del proyecto.

Cuando, debido a la disposición de las viviendas y vías públicas, no pueda aplicarse al ángulo de inclinación previsto en el proyecto, el Contratista someterá a la aprobación de la Supervisión, las alternativas de ubicación de los anclajes.

### **Medición y pago**

La medición y pago se hará por retenida y bloque de anclaje instalados; incluirá : La excavación y relleno del agujero, instalación del bloque de concreto y la varilla de anclaje, la instalación del cable de acero y los accesorios de fijación.

### **4.3.6 Tendido y puesta en flecha de los cables autoportantes**

#### **Prescripciones Generales**

##### **a) Prescripciones Generales**

El desarrollo, tendido y la puesta en flecha de los cables autoportantes serán llevados a cabo de acuerdo con los métodos propuestos por el fabricante y el Contratista y aprobados por la Supervisión.

La aplicación de estos métodos no producirá esfuerzos excesivos ni daños en los componentes del cable autoportante ni en las estructuras.

La Supervisión se reserva el derecho de rechazar los métodos propuestos por el Contratista si la aplicación de éstos pudiera producir daños a alguna parte de la instalación.

##### **b) Equipos**

Todos los equipos propuestos para el tendido y la puesta en flecha, incluyendo sus accesorios y repuestos, serán sometidos por el Contratista a la inspección y aprobación de la Supervisión. Antes del inicio del tendido de los cables autoportantes, el Contratista demostrará a la Supervisión la correcta operación de los equipos.

##### **c) Suspensión del Montaje**

Las tareas de tendido y puesta en flecha de los cables autoportantes serán suspendidas si el viento o la lluvia alcanzaran magnitudes que puedan poner en riesgo la integridad física de las personas y ocasionar daños a los componentes de la obra.

El contratista tomará las medidas del caso a fin de evitar perjuicios a la obra durante los periodos de suspensión.

#### **4.3.7 Manipulación de los cables**

##### **a) Criterios Generales**

Los cables autoportantes serán manipulados con el máximo cuidado a fin de evitar daños en el conductor portante o en el aislamiento de los conductores de aluminio.

Durante el izaje de las bobinas se tendrá cuidado de no presionar las caras laterales del carrete con las cadenas o estrobos utilizados para tal fin. Se deberán utilizar soportes adecuados que permitan mantener las cadenas o estrobos separados de las caras del carrete.

No se deberá transportar el carrete de costado, es decir, apoyado sobre una de sus caras laterales.

No deberán izarse las bobinas con estrobos o cadenas que abracen las espiras exteriores del cable enrollado.

Para la descarga de las bobinas desde un camión o remolque, cuando no se emplee una grúa, se hará utilizando un plano inclinado y tomando las provisiones para un suave descenso.

Cuando se desplace la bobina rodándola por tierra, se hará en el sentido indicado con una flecha. Si el terreno presentara una superficie irregular, la bobina se rodará sobre tablones. Las bobinas no se almacenarán en suelo blando.

Antes de empezar el desarrollo y tendido del cable autoportante se

determinará el punto más apropiado para la ubicación de la bobina. En terrenos con pendiente será conveniente efectuar el tendido desde el punto más alto hacia el más bajo.

Para el desenrollado y tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un eje y gatos de potencia apropiados al peso de ésta.

Asimismo, estará provista de un dispositivo de frenado para detener el giro de la bobina cuando sea necesario.

#### **b) Grapas y Mordazas**

Las grapas y mordazas que se empleen en el montaje de los cables no deberán producir movimientos relativos de los alambres o capas de los conductores.

Las mordazas que se fijen en el conductor portante serán del tipo de mandíbulas paralelas con superficies de contacto alisadas y rectas. Su largo será tal que permita el tendido del conductor sin doblarlo ni dañarlo.

#### **c) Poleas**

Para las operaciones de desarrollo y tendido de los cables autoportantes se utilizarán poleas que tendrán un diámetro, al fondo de la ranura, igual, por lo menos, a 25 veces el diámetro total del cable autoportante. 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.

#### **4.3.8 Operación de tendido**

El cable debe ser tirado a partir del carrete mediante un cable guía de acero de las dimensiones adecuadas , el cual, a su vez, se tirará con un winche (cabrestante) ubicado en el otro extremo de la sección de tendido. La fuerza en el cable guía debe ser permanentemente controlada mediante un dinamómetro y su magnitud, en ningún caso, deberá superar el 15% de la carga de rotura del conductor portante de aleación de aluminio.

#### **4.3.9 Puesta en flecha**

Tomando como base los esfuerzos del conductor en la condición EDS, definidos para el conductor portante, el Contratista elaborará las tablas de tensado tomando en cuenta las probables temperaturas que puedan presentarse durante la operación de puesta en flecha.

Luego de tendido el cable autoportante, se dejará pasar, por lo menos, 24 horas para que el conductor portante se estabilice en relación a los asentamientos. Transcurrido este tiempo se procederá a poner en flecha el cable autoportante, para cuyo fin se determinará el vano en el cual se medirá la flecha. Este vano estará ubicado en el punto medio de la sección de tendido y su longitud será, preferentemente, igual al vano promedio.

La medición de la flecha se hará por el método visual utilizando regletas convenientemente pintadas.

Una vez concluida la operación de puesta en flecha, se procederá al

engrapado de los conductores y al retiro de las poleas.

### **Medición y pago**

La unidad de medida y pago para el tendido del cable autoportante será por kilómetro instalado, incluyendo el conductor portante, los conductores de fase y el de control de alumbrado público si hubiese.

#### **4.3.10 Pastorales y luminarias**

Los pastorales se instalarán de tal manera que presenten la disposición mostrada en los planos. Salvo excepciones, estarán orientados perpendicularmente al eje de la calzada a la cual van a iluminar.

Los pastorales de acero se fijarán a los postes de madera utilizando abrazaderas y tirafondos mientras que los pastorales de concreto se fijarán a los respectivos postes, también de concreto, mediante mezcla de cementoarena (mortero) de la dosificación adecuada para asegurar la unión.

Los pastorales de acero y sus respectivas luminarias se podrán instalar simultáneamente o en forma progresiva, dependiendo de la programación de la obra y de la disponibilidad de los materiales y equipos. Los pastorales de concreto no podrán instalarse simultáneamente con las luminarias, pues tendrá que esperarse el fraguado del mortero.

Previamente a la instalación de las luminarias, se efectuará una limpieza integral de las carcazas, los reflectores, los difusores y se verificará la hermeticidad de las empaquetaduras. Se comprobará, además, el correcto

funcionamiento de las lámparas y los elementos auxiliares alojados en la luminarias.

Las luminarias se ajustarán a los pastores aplicando los torques de ajuste recomendados por el fabricante y tomando en cuenta el material del pastoral, La conexión bimetálica entre los conductores de las redes secundarias y los cables de conexión a la luminaria serán protegidos con cinta aislante.

#### **4.3.11 Conexiones domiciliarias**

Las disposiciones de las conexiones domiciliarias serán aquellas mostradas en los planos del proyecto. Cada acometida deberá estar conectada desde la caja de derivación, donde se le identificará mediante un código.

A fin de balancear las cargas en todas las fases del circuito, las acometidas serán alternadas entre las fases del circuito.

Los cables concéntricos de acometida no tendrán ningún empalme entre la caja de derivación y el contador de energía.

La caja portamedidor y el tubo de acometida se empotrarán en la pared y serán cubiertos con mortero de cemento-arena o yeso dependiendo de la naturaleza de la pared de la vivienda.

Si, debido a la configuración de la vivienda o a los materiales con los que ésta ha sido construida, no fuera posible aplicar las disposiciones de acometidas consignadas en los planos, el Contratista elaborará un diseño

alternativo y lo someterá a la aprobación de la Supervisión.

#### **4.3.12 Puesta a tierra**

Se pondrá a tierra, mediante conectores bimetálicos, el conductor portante del cable autoportante, que al mismo tiempo es el neutro del sistema.

Las estructuras que llevarán puesta a tierra estarán plenamente identificadas en los planos de recorridos de redes secundarias.

Cuando se trate de postes de madera, el conductor de bajada se fijará a éstos mediante grapas en “U” espaciados según se indiquen en los planos.

En postes de concreto, el conductor de bajada se instalará dentro del agujero central a lo largo del poste.

Los electrodos de puesta a tierra se instalarán preferentemente clavándose en el terreno ; sin embargo, donde, debido a la naturaleza del terreno, no sea posible esta forma de instalación, se abrirán agujeros de las dimensiones necesarias que, luego de instalarse el electrodo, se rellenarán con material de préstamo adecuado.

Concluida la instalación de las puestas a tierra, el Contratista medirá la resistencia de puesta a tierra del conductor neutro de toda la red secundaria ; su valor no deberá ser, en ningún caso, mayor a 3 ohms.

En caso que no pudiera obtenerse el valor indicado, se instalarán puestas a tierra adicionales hasta conseguirlo. En ningún caso se utilizarán rellenos especiales como sal, carbón o compuestos químicos

tipo Gel, para reducir el valor de la resistencia de puesta a tierra.

### **Medición y pago**

La medición será por conjunto. El conjunto incluirá la fijación del conductor de bajada en los postes, la instalación del electrodo vertical y la medición de la resistencia de puesta a tierra.

### **4.3.13 Inspección y Pruebas**

#### **a) Inspección de Obra Terminada**

Después de concluida la Obra, la Supervisión efectuará una inspección general a fin de comprobar la correcta ejecución de los trabajos y autorizar las pruebas de puesta en servicio.

#### **b) Pruebas de puesta en servicio**

Las pruebas de puesta en servicio serán llevados a cabo por el Contratista de acuerdo con las modalidades y el protocolo de pruebas aprobado.

El programa de las pruebas de puesta en servicio deberá abarcar

#### **Medición de aislamiento**

Se efectuarán las mediciones de la resistencia de aislamiento de los conductores de fase entre sí, y de los conductores de fase respecto al conductor neutro. Para la ejecución de estas pruebas deben cumplirse las siguientes condiciones

Los conductores concéntricos de las acometidas domiciliarias estarán

desconectados en la caja de derivación.

En los circuitos de alumbrado público, la medición de aislamiento se efectuará antes de conectar los conductores de alimentación a las luminarias.

Los valores mínimos de resistencia de aislamiento que deben obtenerse, según normas del MEM / DEP-412 son los siguientes :

- Entre fases 9 Megohms
- Entre fase y tierra 5 Megohms

El conductor neutro estará puesto a tierra, por lo menos, en todos los puntos previstos en el proyecto.

### **Prueba de Continuidad**

Esta prueba consiste en cortocircuitar los conductores de fase al inicio del circuito en la subestación y comprobar la continuidad en el otro extremo.

Al medir el aislamiento entre una fase y cada una de las otras fases debe obtenerse una resistencia de valor nulo.

### **Prueba de tensión**

Luego que se hayan realizado las mediciones de aislamiento y las pruebas de continuidad, y habiéndose obtenido valores satisfactorios, se procederá a la aplicación de tensión en vacío por un período de 24 horas.

Durante este tiempo se efectuarán las mediciones de tensión en los puntos más importantes de cada circuito y se determinará la

secuencia de fases.

### **Prueba de Alumbrado Público**

Consistirá en energizar los circuitos de alumbrado público, tanto manualmente como mediante el control horario. Se verificará el correcto funcionamiento de todas las lámparas y se medirá la tensión al comienzo y al final de cada circuito de alumbrado público.

#### **4.4 Características de los instrumentos de medición**

##### **Transformador de corriente:**

500/5 A , 30 VA , CL 1 , 60 Hz , Interm / Idinam: 50/125 KA

Norma : IEC

##### **Transformador de tensión :**

Primario : 460 V

Secundario : 110 V

Tensión nominal de aislamiento : 437 V

Clase : 1

T operación: -10 / 40 °C

Frecuencia: 60 Hz

Norma : IEC

Potencia : 30 VA

##### **Voltímetro :**

150-300-600V

Sensibilidad : 2000  $\Omega$  / V

Clase de precisión : 2.5

**Amperímetro :**

Alcances de medida: 30-100-200-500 A

Clase de precisión: 5

**Vatímetro:**

Vatímetro ferrodinámico:

Medidas : Tensión hasta 500 V , corriente hasta 5 A

Frecuencia : Hasta 100 Hz

Consumo propio:

Circuito voltimétrico 10- 50 mA

Circuito Amperimétrico: 1 – 4 VA

Clases de precisión: 1

**NOTA :** Todos los instrumentos de medición se comprarán, previa asesoría de la empresa vendedora ; es necesario considerar las normas IEC.

#### 4.5 Características del generador sincrónico 3 $\phi$

Características generales:

Fabricante

Potencia Aparente      133.33 KVA

Potencia activa      120 Kw

Tensión  $\pm 5\%$       380 v

I      203 A

Cos $\phi$       0.85

F      60 Hz

Velocidad      : 1800 RPM      4 polos

Sistema 380/220, salida en estrella con neutro

NOTA : El fabricante mencionara, las demas características de diseño, las normas de fabricación, así como las características del rotor y estator.

METRADO Y PRESUPUESTO ( SUMINISTRO )

ITEM	ESPECIFICACIONES	METRADO		COSTO	
		UNIDAD	CANTIDAD	UNIT S/.	TOTAL S/.
1.000	SUMINISTRO DE MATERIALES REDES DE S.P. Y A.P. Y CONEXIONES DOMICILIARIAS				
1.100	POSTES DE MADERA TRATADA				
1.110	POSTE DE MADERA TRATADA DE EUCALIPTO 8m CLASE 6 GRUPO D	unit	63	138.00	8694.00
1.111	POSTE DE MADERA TRATADA DE EUCALIPTO 8m CLASE 7 GRUPO D	unit	66	134.55	8880.30
	SUBTOTAL				17574.30
1.200	CONDUCTORES				
1.200	CONDUCTOR AUTOPORTANTE 3X16+16/25 mm <sup>2</sup> , 3X25+ 16/25 mm <sup>2</sup> 3X35+ 16/25 mm <sup>2</sup>	m	3300	3.00	9900.00
		m	70	4.00	280.00
		m	40	5.00	200.00
1.210	PARA CONEXIÓN DOMICILIARIA , CONDUCTOR DE COBRE ELECTROLITICO,CON AISLAMIENTO PVC 2X 4 MM2	m	7260	1.50	10890.00
1.211	CONDUCTOR PARA POSTE DE ALUMBRADO DE COBRE RECOCIDO N2XY CON AISLAMIENTO XLPE Y CUBIERTA CON PVC 2 X 2.5 MM2	m	195	1.50	292.50
	SUBTOTAL				21562.50
1.300	EQUIPOS DE ALUMBRADO PUBLICO				
1.310	LUMINARIA PARA LAMPARA DE VAPOR DE SODIO INCLUYE EQUIPO DE ENCENDIDO	unit	65	130.00	8450.00
1.311	LAMPARA DE VAPOR DE SODIO DE 70 W	unit	15	15.00	225.00
1.312	LAMPARA DE VAPOR DE SODIO DE 50 W	unit	50	13.00	650.00
1.313	PORTAFUSIBLE AEREO DE PORCELANA TIPO PESCADO DE 220 V 5A INCLUYE FUSIBLE DE PLOMO DE 1 A DE CAPACIDAD	unit	65	2.00	130.00
1.314	PASTORAL DE FG DE 20° DE INCLINACION DE AVANCE HORIZONTAL : 0,50 MTS DE AVANCE VERTICAL : 0.25 MTS Y ELEMENTOS DE FIJACION	unit	65	36.00	2340.00
	SUBTOTAL				11795.00

TABLA 5.1

ITEM	ESPECIFICACIONES	METRADO		COSTO	
		UNIDAD	CANTIDAD	UNIT S/.	TOTAL S/.
1.400	MATERIAL DE FERRETERIA Y ACCESORIOS				
1.410	ARAND. CUADRADA CURVA DE FG 57 X 57 X 4.76 MM	unit	21	1.80	37.80
1.411	CONECTOR DE DERIVACION TIPO PERFORACION DE AISLAMIENTO	unit	129	10.03	1293.87
1.412	CONECTOR AI*CU PARA ELCTRODO DE ALEACION DE COBRE	unit	129	9.30	1199.70
1.413	CONECTOR TIPO PERNO PARTIDO DE COBRE PARA CONECTAR CONDUCTOR DE CU. DE 16MM2	unit	129	5.28	681.12
1.414	GRAPA DE ANCLAJE DE AI	unit	258	12.00	3096.00
1.415	GRAPA DE VIAS PARALELAS DE ACERO PARA CABLE DE ACERO GRADO SIEMENS .-MARTIN DE 10 MM DIAMETRO, TIENE 3 PERNO DE 13 MM DE DIAMETRO	unit	21	13.20	277.20
1.416	GRAPAS PARA FIJAR CONDUCTOR A POSTE DE ACERO EN FORMA DE "U "	unit	2580	2.00	5160.00
1.417	JUEGO RETENIDA INCLINADA, DE ACERO GRADO SIEMENS MARTIN DIAMETRO 10MM SECCION 50 MM2	Juego	16	156.00	2496.00
1.418	PERNO CON GANCHO DE ACERO ,16 MM DE DIAMETRO	unit	108	9.00	972.00
1.419	PERNO MAQUINADO DE ACERO ,CABEZA CUADRADA , PERNO SERA DE 13 MM DE O	unit	129	4.00	516.00
1.420	PERNO-OJO DE ACERO DE VER ESPECIF. TECNIC.	unit	21	10.00	210.00
1.421	PERNO ANGULAR CON OJAL GUARDACABO,DE ACERO DE Y 16 MM. O	unit	21	10.00	210.00
1.422	PORTALINEA UNIPOLAR TIPO CLEVIS 80X65mm PL 5X32 mm	unit	172	2.90	498.80
1.423	SACO (DE 50 KG9 DE CARBON VEGETAL PARA P.A.T.	unit	21	36.00	756.00
1.424	SACO (DE 50 KG9 DE SAL INDUSTRIAL PARA P.A.T.	unit	21	12.00	252.00
1.425	TABLERO DE DERIVACION DE ACOMETIDA MONOFASICO 440/220 V , 2+IN BARRAS 10 SALIDAS, ACCESORIOS DE FIJACION A POSTE DE MADERA	unit	78	24.00	1872.00
1.426	TUBO PVC SAP 3/4 X3.0 m	unit	242	4.32	1045.44
1.427	ELECTRODO VARILLA DE ACERO REVEST DE CU COPPERWELD DIAMETRO 16 MM, DE LONGITUD 2,4 MTS	unit	21	35.00	735.00
1.428	TUERCA- OJO, DE ACERO PARA PERNO DE 16MM	unit	108	1.00	108.00
1.429	PORTALINEA UNIPOLAR PARA AISLADOR TIPO CARRETE,DE ACERO DE PLANCHA DE 38 MM X 4.76MM	unit	216	12.00	2592.00
1.430	VARIILLA DE ANCLAJE ,DE ACERO, EN UN EXTREMO TIENE OJAL -GUARDACABO Y ROSCADO EN EL OTRO , LONG ES 2,40 M, DIAMETRO ES DE 16 MM.	unit	21	30.00	630.00
1.431	ARANDELA CUADRADA PARA ANCLAJE , DE ACERO DE 102MM DE LADO Y 4.76 MM DE ESPESOR	unit	21	1.00	21.00
1.432	CAJA METALICA PORTAMEDIDOR PARA MEDIDOR DE INDUCCION	unit	242	120.00	29040.00
1.433	CABLE DE COBRE ELECTROLITICO PARA CONEXIÓN DOMICILIARIA CON AISLAMIENTO DE PVC , SECCION 2 X 4 MM2	unit	3630	1.50	5445.00
1.434	TEMPLADOR	unit	484	1.50	726.00
1.435	ARMELLA TIRAFONDO	unit	242	0.50	121.00
1.436	TARUGO DE CEDRO DE 13MM X 50 MM.	unit	242	0.40	96.80
	SUBTOTAL				60088.73

ITEM	ESPECIFICACIONES	METRADO		COSTO	
		UNIDAD	CANTIDAD	UNIT S/.	TOTAL S/.
1.500	MEDIDOR DE ENERGIA				
	MEDIDOR DE ENERGIA ACTIVA MONOFASICA TIPO INDUCCION PARA AC.	unit	242	130.00	31460.00
	SUBTOTAL				31460.00
2.000	MINICENTRAL HIDROELECTRICA				
2.100	TURBINA PELTON DE 01 INYECTOR	unit	1	13200.00	13200.00
2.200	TRANS. BASE DE POLEAS Y FAJA	unit	1	750.00	750.00
2.300	ALTERNADOR DE 1 20 Kw	unit	1	11200.00	11200.00
2.400	TABLERO DE CONTROL	unit	1	1300.00	1300.00
2.500	VALVULA MARIPOSA MANUAL	unit	1	4250.00	4250.00
2.600	ACCESORIOS	juego	1	420.00	420.00
	SUBTOTAL				31120.00
	TOTAL SUMINISTRO				173600.53

NOTA : 1\$ = S/. 3.46



ITEM	ESPECIFICACIONES	METRADO		COSTO	
		UNIDAD	CANTIDAD	UNIT S/.	TOTAL S/.
1.600	CABLES AUTOPORTANTES				
1.610	3X 35 +16/25 mm2	km	0.04	1280.42	51.22
1.611	3X 25 +16/25 mm2	km	0.07	907.51	63.53
1.612	3X16 + 16/25 mm2	km	3.30	907.51	2994.78
	SUBTOTAL				3109.53
1.700	PUESTA A TIERRA				
1.710	TIPO VARILLA VERTICAL, INCLUYE HUECO E INSTALACION DE ELEMENTOS	Cjta	21.00	105.38	2212.98
	SUBTOTAL				2212.98
1.800	ALUMBRADO PUBLICO				
1.810	PASTORAL, LUMINARIA, EQUIPO DE ENCENDIDO Y LAMPARA DE Na	Cjta	65.00	50.00	3250.00
	SUBTOTAL				3250.00
1.900	TRABAJOS FINALES				
1.910	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO (SISTEMA TRIFASICO)	Global	1.00	1779.80	1779.80
1.911	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO (SISTEMA MONOFASICO)	Global	1.00	889.90	889.90
1.912	PLANOS DE REPLANTEO	Unit	2.00	99.41	198.82
	SUBTOTAL				2868.52
	SUBTOTAL DEL MONTAJE 1.000				30964.81
2.000	MONTAJE ELECTROMECANICO DE LA MINICENTRAL HIDROELECTRICA				
2.100	INSTALACION DE TURBINA, ALTERNADOR ,TABLERO Y OTROS	Global		7000	7000.00
	SUBTOTAL				7000.00
3.000	MONTAJE DE SUMINISTRO DE CONEXIONES DOMICILIARIAS				
3.100	CONEXIÓN AEREA	Cjto	242	70	16940.00
	SUBTOTAL				16940.00
	TOTAL MONTAJE				54904.81

METRADO Y PRESUPUESTO (RESUMEN)

ITEM	ESPECIFICACIONES	PARCIAL	SUBTOTAL	TOTAL
		S/.	S/.	S/.
	RESUMEN PRESUPUESTAL REDES DE S.P., A.P. , MINICENTRAL HIDROELECTRICA Y CONEXIÓN AEREA DOMICILIARIA			
1.000	SUMINISTRO DE MATERIALES REDES DE SERVICIO PARTICULAR , A.P. CONEXIÓN AEREA DOMICILIARIA		142480.53	
1.100	POSTES DE MADERA TRATADA	17574.30		
1.200	CONDUCTORES	21562.50		
1.300	EQUIPOS DE ALUMBRADO PUBLICO	11795.00		
1.400	MATERIAL DE FERRETERIA Y ACCESORIOS	60088.73		
1.500	MEDIDOR DE ENERGIA ACTIVA MONOFASICA	31460.00		
2.000	SUMINISTRO DE MATERIALES DE LA MINICENTRAL HIDROELECTRICA		31120.00	
2.100	TURBINA, ALTERNADOR, TABLERO, OTROS	31120.00		
1.000	MONTAJE DE SUMINSTROS DE REDES DE SERVICIO PARTICULAR Y A.P.		30964.81	
1.100	OBRAS PRELIMINARES	450.80		
1.200	MOVIMIENTO DE TIERRAS	2184.00		
1.300	IZADO DE POSTES	12255.00		
1.400	RETENIDAS	2698.98		
1.500	ARMADOS	1935.00		
1.600	CONDUCTORES AUOTPORTANTES ELECTRICOS	3109.53		
1.700	PUESTAS A TIERRA	2212.98		
1.800	ALUMBRADO PUBLICO	3250.00		
1.900	TRABAJOS FINALES	2868.52		

TABLA 5.3

ITEM	ESPECIFICACIONES	PARCIAL S/.	SUBTOTAL S/.	TOTAL S/.
2.000	MONTAJE ELECTROMECANICO DE LA MINICENTRAL HIDROELECTRICA	7000.00	7000.00	
3.000	MONTAJE AEREO DE CONEXIONES DOMICILIARIAS	16940.00	16940.00	
	TRANSPORTE DE MATERIALES ( 5% DE SUMINISTROS)		8680.03	
	GASTOS GENERALES Y UTILIDADES (20% DE COSTO DIRECTO)		47437.07	
	SUBTOTAL			284622.44
	IGV (18% )			51232.0392
	COSTO TOTAL DE REDES DE S.P. , A.P. , CONEXIÓN DOMICILIARIA AEREA Y MINICENTRAL HIDROELECTRICA			335854.48

NOTA : 1\$ = S/. 3.46

## **CAPITULO VI**

### **EVALUACIÓN ECONOMICA**

#### **6.1 Costo de Inversión del proyecto**

En este capítulo, determinamos el costo de la inversión del proyecto, si es rentable o no ,determinamos el beneficio y costo , Flujo de caja , TIR, VAN, el costo del Kw-h, etc,

Todos son indicadores que nos permite evaluar la obra desde el punto de vista Costo, beneficio.

Los cuadros lo hemos realizado en una hoja de calculo, ver tablas 6.1 , 6.2

## FLUJO DE CAJA INTERNO (DOLÁRES)

AÑO	BENEFICIOS			COSTOS			FLUJO DE CAJA
	VALOR ENERGIA	VALOR RESIDUAL	TOTAL BENEFIC.	INVERS.	OPERAC. Y MANTENIM.	TOTAL COSTOS	
1	0		0	97067.77		97067.8	-97067.77
2	7773.17		7773.17		1200	1200	6573.17
3	8503.97		8503.97		1200	1200	7303.97
4	9332.36		9332.36		1200	1200	8132.36
5	10437.26		10437.26		1200	1200	9237.26
6	11171.72		11171.72		1200	1200	9971.72
7	11948.78		11948.78		1200	1200	10748.78
8	13526.09		13526.09		1200	1200	12326.09
9	14427.98		14427.98		1200	1200	13227.98
10	15657.99		15657.99		1200	1200	14457.99
11	16383.07		16383.07		1200	1200	15183.07
12	17440.82		17440.82		1200	1200	16240.82
13	18241.41		18241.41		1200	1200	17041.41
14	19076.63		19076.63		1200	1200	17876.63
15	20284.78		20284.78		1200	1200	19084.78
16	21205.64		21205.64		1200	1200	20005.64
17	22165.91		22165.91		1200	1200	20965.91
18	23167.17		23167.17		1200	1200	21967.17
19	24211.08		24211.08		1200	1200	23011.08
20	25703.10	17620.14	43323.24		1200	1200	42123.24
			328279.07			119868	208411.30

NOTA: \$1.00 = S/. 3.46

TABLA N° 6.1

CALCULO DE LOS INDICADORES DEL ANALISIS COSTO-BENEFICIO (DOLARES)

AÑO	FLUJO DE CAJA	TASA (5%)		TASA (1%)		TASA (12%)		TASA (10%)		TASA (11%)	
		FACTOR DEL VALOR ACTUAL	VANE 5%	FACTOR DEL VALOR ACTUAL	VANE 1%	FACTOR DEL VALOR ACTUAL	VANE 12%	FACTOR DEL VALOR ACTUAL	VANE 10%	FACTOR DEL VALOR ACTUAL	VANE 11%
1	-97067.77	0.9524	-92445.50	0.9901	-96106.70	0.8929	-86667.65	0.9091	-88243.43	0.9009	-87448.44
2	6573.17	0.9070	5962.06	0.9803	6443.65	0.7972	5240.09	0.8264	5432.37	0.8116	5334.93
3	7303.97	0.8638	6309.44	0.9706	7089.16	0.7118	5198.82	0.7513	5487.58	0.7312	5340.60
4	8132.36	0.8227	6690.51	0.9610	7815.04	0.6355	5168.26	0.6830	5554.51	0.6587	5357.04
5	9237.26	0.7835	7237.63	0.9515	8788.94	0.5674	5241.47	0.6209	5735.61	0.5935	5481.86
6	9971.72	0.7462	7441.05	0.9420	9393.81	0.5066	5051.98	0.5645	5628.78	0.5346	5331.29
7	10748.78	0.7107	7638.96	0.9327	10025.58	0.4523	4862.20	0.5132	5515.82	0.4817	5177.24
8	12326.09	0.6768	8342.78	0.9235	11382.94	0.4039	4978.30	0.4665	5750.21	0.4339	5348.62
9	13227.98	0.6446	8526.88	0.9143	12094.87	0.3606	4770.14	0.4241	5609.96	0.3909	5171.15
10	14457.99	0.6139	8875.95	0.9053	13088.63	0.3220	4655.09	0.3855	5574.18	0.3522	5091.88
11	15183.07	0.5847	8877.23	0.8963	13608.95	0.2875	4364.77	0.3505	5321.57	0.3173	4817.34
12	16240.82	0.5568	9043.50	0.8874	14412.91	0.2567	4168.62	0.3186	5174.83	0.2858	4642.29
13	17041.41	0.5303	9037.42	0.8787	14973.65	0.2292	3905.45	0.2897	4936.29	0.2575	4388.41
14	17876.63	0.5051	9028.91	0.8700	15552.00	0.2046	3657.91	0.2633	4707.47	0.2320	4147.29
15	19084.78	0.4810	9180.10	0.8613	16438.66	0.1827	3486.72	0.2394	4568.74	0.2090	3988.80
16	20005.64	0.4581	9164.81	0.8528	17061.23	0.1631	3263.35	0.2176	4353.81	0.1883	3766.91
17	20965.91	0.4363	9147.36	0.8444	17703.14	0.1456	3053.57	0.1978	4147.99	0.1696	3556.50
18	21967.17	0.4155	9127.81	0.8360	18364.94	0.1300	2856.60	0.1799	3950.99	0.1528	3357.07
19	23011.08	0.3957	9106.27	0.8277	19047.19	0.1161	2671.74	0.1635	3762.50	0.1377	3168.11
20	42123.24	0.3769	15875.81	0.8195	34521.87	0.1037	4366.78	0.1486	6261.35	0.1240	5224.71
		VANE =	72169.00		171700.46		-5705.78		9231.15		1243.58

NOTA : \$1.00 = S/. 3.46

TABLA N° 6.2

TASA (15%)		AL 12%	
FACTOR DEL VALOR ACTUAL	VANE 15%	BENEFICIO ACTUAL	COSTO ACTUAL
0.8696	-84406.76	0.00	86667.65
0.7561	4970.26	6196.72	956.63
0.6575	4802.48	6052.96	854.14
0.5718	4649.70	5930.88	762.62
0.4972	4592.55	5922.38	680.91
0.4323	4311.05	5659.94	607.96
0.3759	4040.86	5405.02	542.82
0.3269	4029.42	5462.96	484.66
0.2843	3760.22	5202.88	432.73
0.2472	3573.79	5041.45	386.37
0.2149	3263.50	4709.74	344.97
0.1869	3035.53	4476.63	308.01
0.1625	2769.71	4180.46	275.01
0.1413	2526.48	3903.46	245.54
0.1229	2345.41	3705.95	219.24
0.1069	2137.90	3459.10	195.75
0.0929	1948.28	3228.34	174.77
0.0808	1775.06	3012.65	156.05
0.0703	1616.88	2811.07	139.33
0.0611	2573.74	4491.18	124.40
	-21683.93	88853.77	94559.56

B / C = 0.94

## **CONCLUSIONES**

- 1) Este proyecto es un aporte al distrito de San Pedro de Larcay (Ayacucho), para dotarlo de energía eléctrica, mejorar su nivel de vida, acelerar su economía, fomentar el comercio y la pequeña industria.
- 2) El proyecto trabaja con una minicentral Hidroeléctrica, con turbina-alternador de acuerdo a los cálculos es de 120 Kw., se aprovecha el recurso hídrico (agua), para generar electricidad
- 3) Se usa en la red secundaria conductor autoportante, habiendo cambiado ya que anteriormente se tenía los conductores de cobre no autoportante, en mal estado.
- 4) Se usa el sistema 380/220 V de 1 conductor neutro (portante) desnudo de aleación de aluminio, los conductores de fase y alumbrado público, son de aluminio puro. Los conductores de fase y alumbrado público se enrollarán helicoidalmente en torno al conductor portante.
- 5) La turbina-generador, será de una potencia de 120 kw y el fabricante, mencionará sus características y propiedades.
- 6) Los postes a usar serán de madera nacional, si los postes de la localidad cumplen las normas se utilizarán, si no se usarán postes de lugares cercanos. Estos postes serán de 8m clase 6 y 7.

7) En el análisis económico tenemos:

$$\text{VAN (12\%)} = \$/ . - 5705.78$$

$$\text{TIR} = 11.1 \%$$

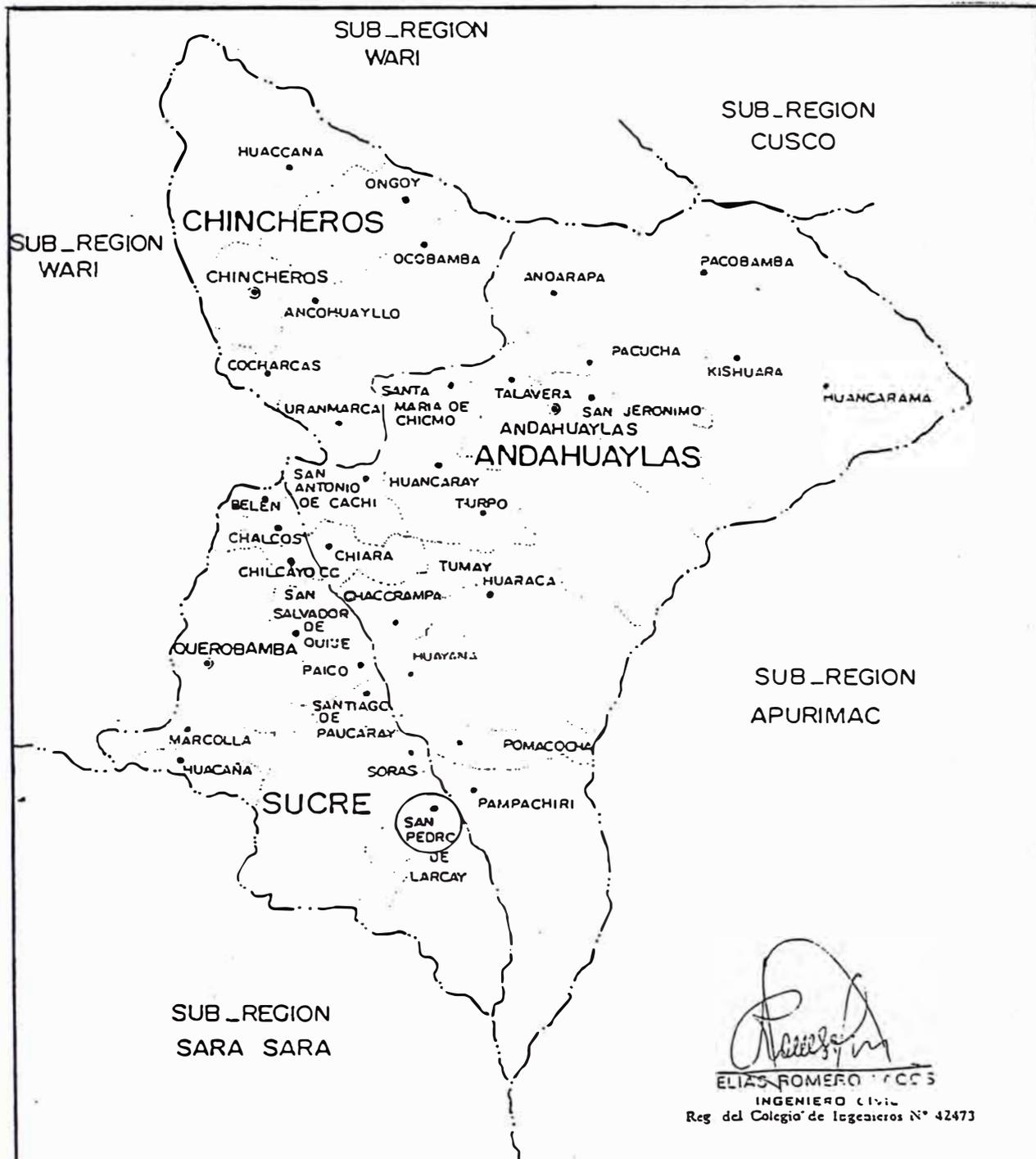
$$\text{B/C} = 0.94$$

Observamos que el proyecto no es rentable, es un proyecto de bien social.

Estas condiciones pueden mejorar tratando de lograr los siguientes efectos.

- Ayuda del gobierno o una ONG, para cubrir el costo de las obras
- Disminuir el costo de las obras
- Variar el precio de venta del Kwh.
- Aumentar las ventas de energía. Habría que fomentar el comercio y la pequeña industria, especialmente durante el día.

# **ANEXOS**



  
 ELIAS ROMERO  
 INGENIERO CIVIL

Reg del Colegio de Ingenieros N° 42473

GOBIERNO REGIONAL "LOS LIBERTADORES WAF"  
 ORGANA SUB\_REGIONAL DE DESARROLLO VI CHANKA  
 DIRECCION GENERAL DE INFRAESTRUCTURA

---

MAPA POLITICO  
 SUB\_REGION CHANKA

---

DIBUJO: .BNP. - ESCALA: 1/350,000 ANDAHUAYLAS, DIC.15

Instalaciones antiguas en mal estado Distrito de Larcay

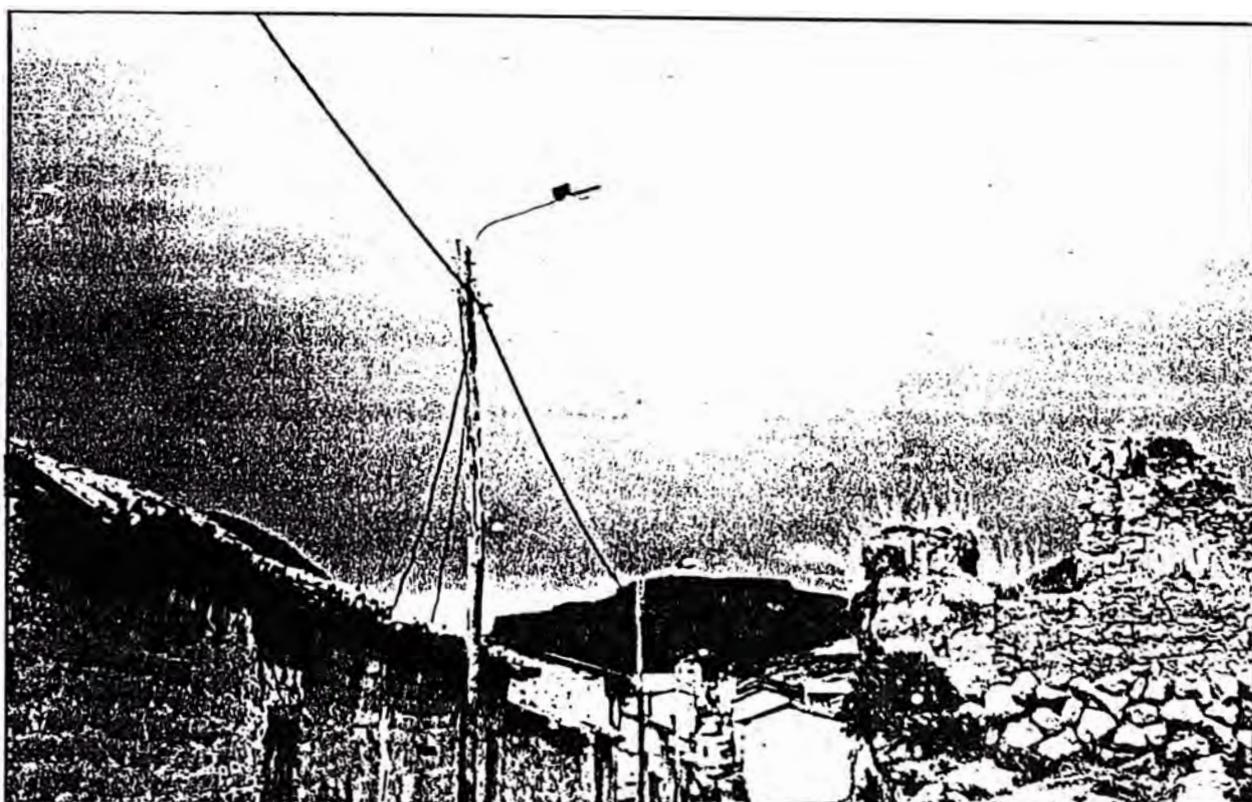
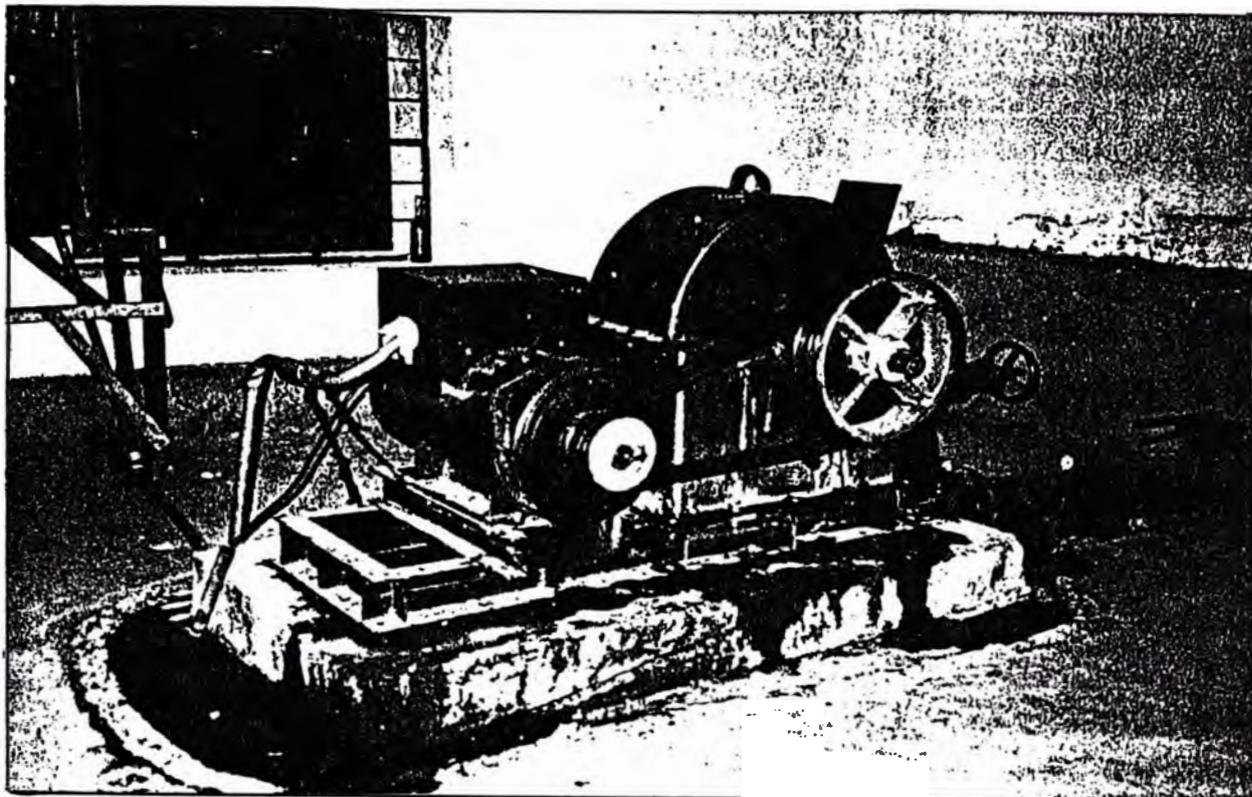


Tabla 4.1

Características principales de turbinas hidráulicas

TURBINA		Inventor y año de patente	$N_s$ (rpm, HP, m) rpm	Q m <sup>3</sup> /s	H m	P kW	$\eta_{m\acute{a}x}$ %
A C C I Ó N	PELTON	Lester Pelton (EE.UU.) 1880	1 Ch: 30 2 Ch: 30-50 4 Ch: 30-50 6 Ch: 50-70	0.05-50	30-1800	2-300000	91
	TURGO	Eric Croudson (G. Bretaña) 1920	60-260	0.025-10	15-300	5-8000	85
	MICHELL- BANKI	A.G. Michell (Australia) 1903 D. Banki (Hung.) 1917-1919	40-160	0.025-5	1-50 (200)	1-750	82
R E A C C I Ó N	Bomba rotodinámica	Dionisio Papin (Francia) 1689	30-170	0.05-0.25	10-250	5-500	80
	FRANCIS	James Francis (G. Bretaña) 1848	L: 60-150 N: 150-250 R: 250-400	1-500	2-750	2-750000	92
	DERIAZ	P. Deriaz (Suiza) 1956	60-400	500	30-130	100,000	92
	KAPLAN y de hélice	V. Kaplan (Austria) 1912	300-800	1000	5-80	2-200000	93
	AXIALES: - Tubular - Bulbo - Generador periférico	Kuhne-1930 Hugenin-1933 Harza-1919	300-800	600	5-30	100,000	93

Nota.  $N_s$ : velocidad específica  
Ch: chorro  
L: lento  
N: normal  
R: rápida

Tabla 4.2

Eficiencia del grupo de generación ( $\eta_{60}$ )

Potencia (kW)	TIPO DE TURBINA			
	PELTON	MICHELL-BANKI	FRANCIS	AXIAL
<50	58-65%	54-62%	59-65%	58-66%
51-500	65-69	62-65	66-70	66-70
501-5000	69-73	65*	70-74	70-74

\* Limitación por máxima potencia de 1000 kW.  
Fuente: ONUDI Mini Hydro Power Stations, UNIDO/OS 225, Viena (1981).

Tabla 4.3

Clasificación de M.C.H. según la potencia

REGIÓN	INSTITUCIÓN	MICRO CENTRAL	MINI CENTRAL	PEQUEÑA CENTRAL
Mundial	ONU DI <sup>1</sup>	< 100 kW	101-2000kW	2000-10000kW
Latinoamérica	OLADE <sup>2</sup>	< 50 kW	51-500kW	500 - 5000kW

1. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.  
2. Organización Latinoamericana de la Energía.

El siguiente diagrama se basa en la ecuación de la cual se despeja el salto neto, de modo que:

Tomando logaritmos:

$$H = \frac{P}{\rho g \eta} \times \frac{1}{Q}$$

$$\log H = \log \left( \frac{P}{\rho g \eta} \right) - \log Q$$

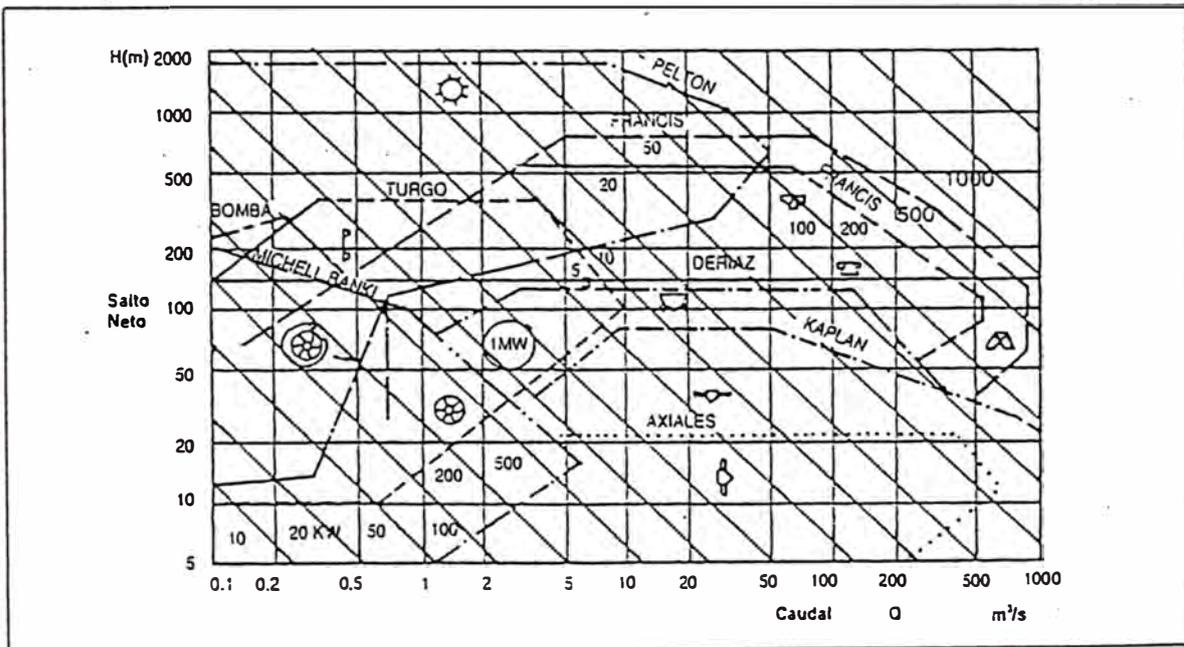


Fig. 4.11: Diagrama de selección de turbinas hidráulicas.

# Selección de la turbina

## Potencia de la turbina

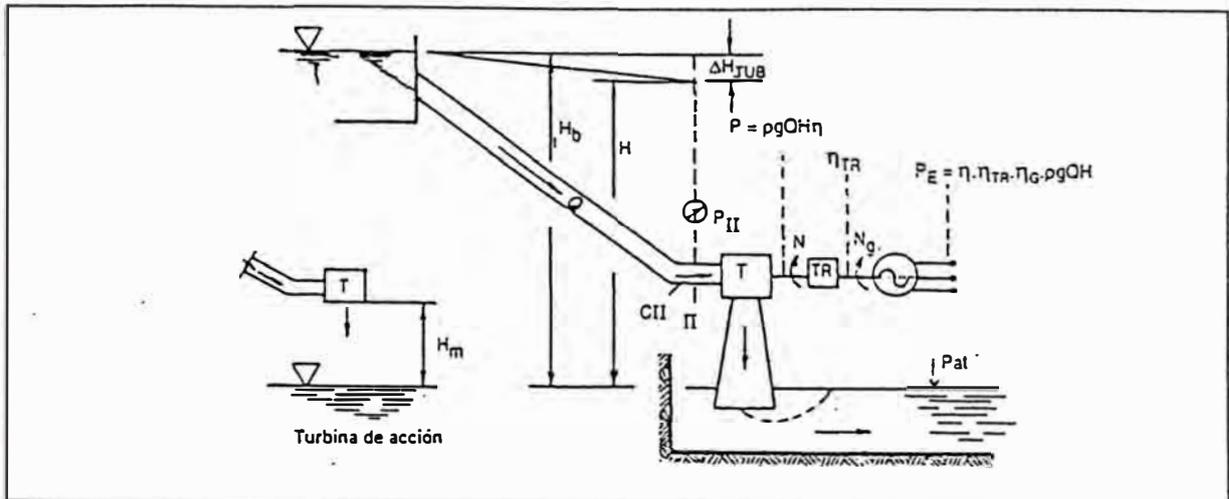


Fig. 4.10: Esquema de un grupo de generación.

De acuerdo al esquema de una M.C.H. mostrada en la figura 4.10, la potencia generada se obtiene de las siguientes fórmulas:

$$P_E = P \cdot \eta_{TR} \cdot \eta_G \quad (4.1)$$

$$P = \frac{\rho g Q H \eta}{K} = \frac{P_E}{\eta_{TR} \cdot \eta_G} = \frac{Q H \eta}{102} \quad (4.2)$$

$$\eta_{GR} = \eta \cdot \eta_{TR} \cdot \eta_G \quad (4.3)$$

Donde:  $P_E$  = potencia eléctrica en los bornes del generador, kW

$P$  = potencia al eje de la turbina, kW.

$Q$  = caudal de la turbina,  $m^3/s$

$H$  = salto neto, m

$\rho$  = densidad del agua,  $1000 \text{ kg}/m^3$

$\eta$  = eficiencia de la turbina, adimensional

$\eta_{TR}$  = eficiencia de la transmisión, adimensional

$\eta_G$  = eficiencia del generador, adimensional

$\eta_{GR}$  = eficiencia del grupo de generación, adimensional

$K$  = constante:  $K = 1000 \text{ W}/\text{kW}$

$\eta$  =  $\frac{P}{\rho g Q H}$

En relación a la determinación del salto neto (figura 4.10), se puede proceder del siguiente modo:

Turbinas de reacción:  $H = H_b - \Delta H_T$

Turbinas de acción:  $H = H_b - \Delta H_T - H_m$

Donde:  $H_b$  = salto bruto, m.

$\Delta H_T$  = altura de pérdidas en la tubería de presión, m

$H_m$  = altura de montaje de la turbina, m

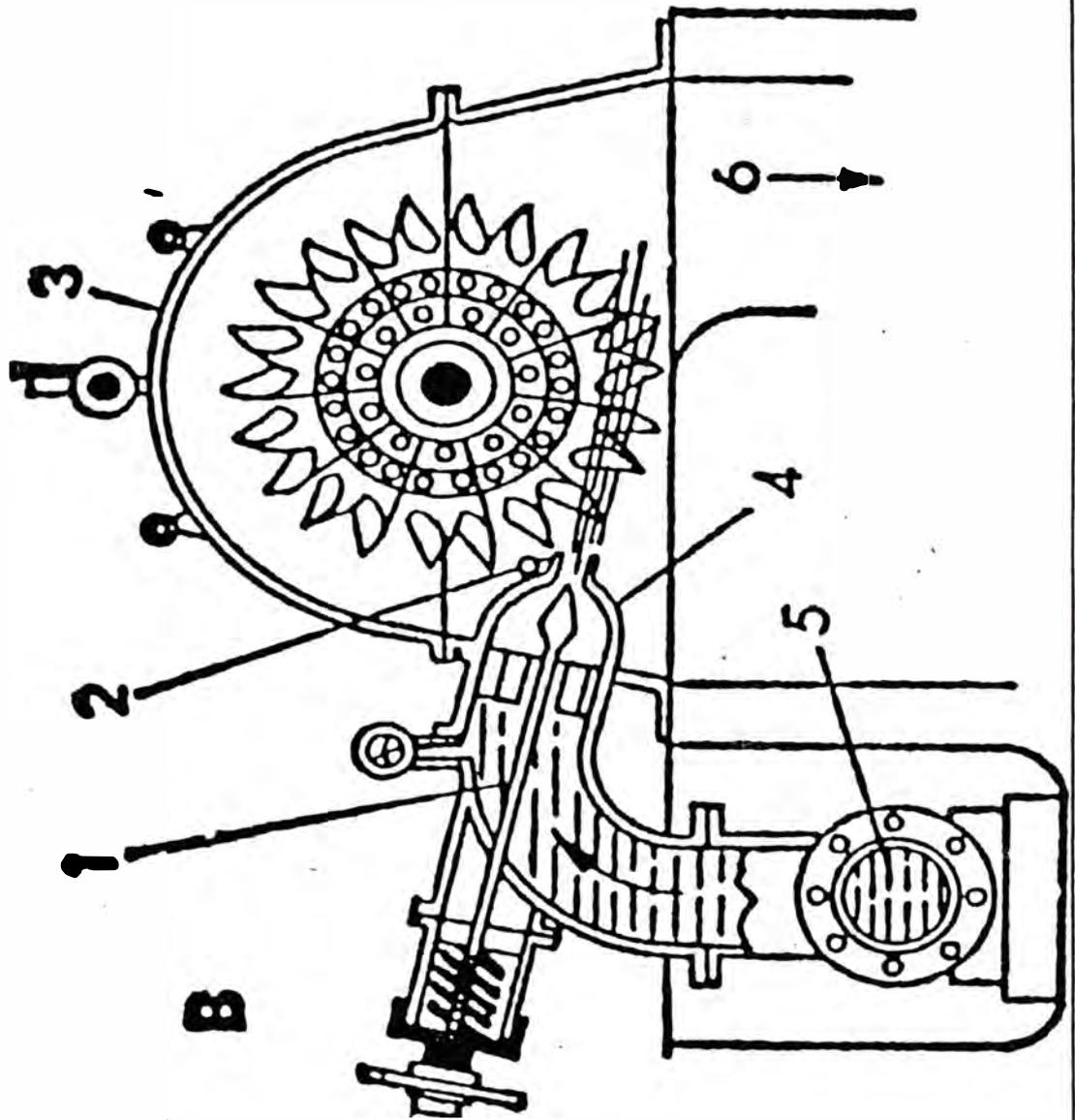
En el caso de que la turbina no accione un generador eléctrico, sino otra máquina operadora, como una bomba, un molino, etcétera, se deberá conocer la eficiencia, potencia y otros datos de dicha máquina, utilizándose las mismas fórmulas anteriores.

En el caso de no tener información directa de las eficiencias de la turbina o del generador, pueden usarse los valores de la tabla 4.1 para las eficiencias de la turbina; y de la tabla 4.2 para las eficiencias del grupo de generación.

## Selección rápida de la turbina

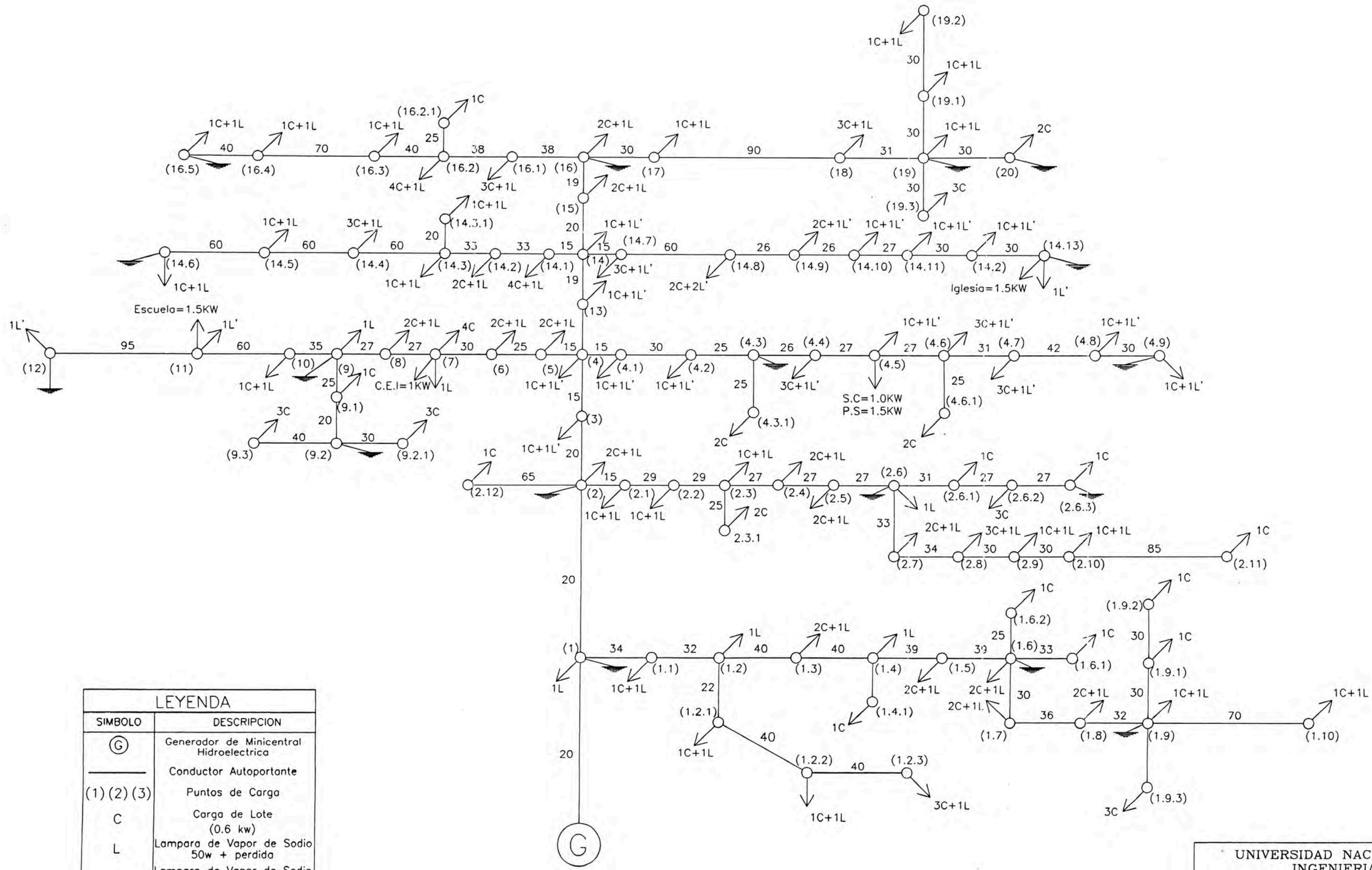
Se puede realizar una selección rápida de la turbina para una M.C.H., utilizando el diagrama de la figura 4.11 en la que aparecen las diversas turbinas que se usan en la actualidad ubicadas por zonas de aplicación referidas al salto neto, caudal, potencia y una eficiencia promedio.

Turbina peltón de 1 inyector



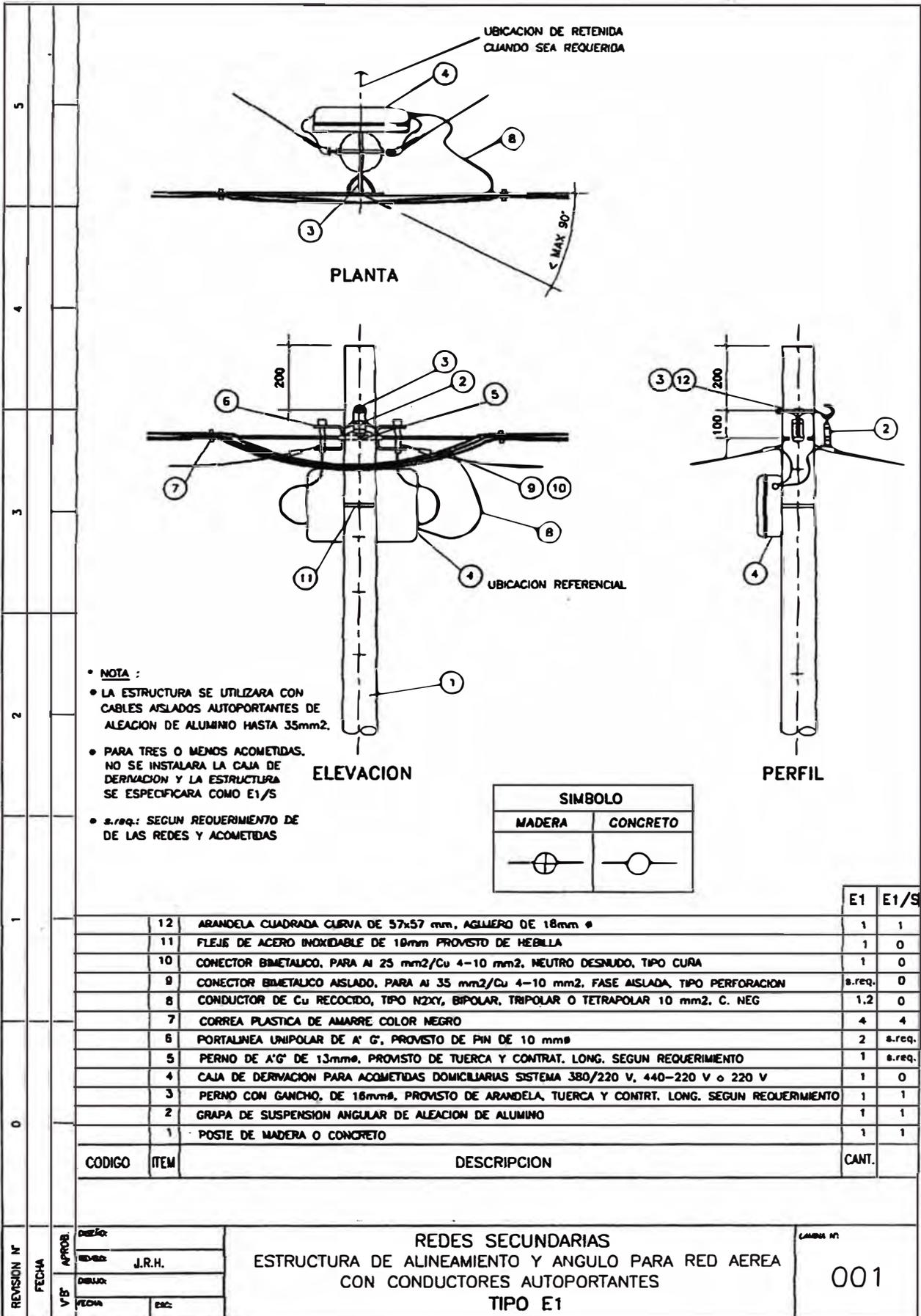


plano1



LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
⊙	Generador de Minicentral Hidroelectrica
—	Conductor Autoportante
(1)(2)(3)	Puntos de Carga
C	Carga de Lote (0.6 kw)
L	Lampara de Vapor de Sodio 50w + perdida
L'	Lampara de Vapor de Sodio 70w + perdida
a	Longitud de Conductor
⊥	Puesta a Tierra
CEI	Centro Educativo Inicial
S.C	Salon Comunal
P.S	Posta de Salud

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>				
FECHA:	DESCRIPCION DE MODIFICACION:	DEBIDO:	REVISADO:	APROBADO:
P.S.E. SAN PEDRO DE LARCAY				
PLANO DE: <b>DIAGRAMA UNIFILAR DE CARGA</b>			DIST.: LARCAY	
			PROV.: SUCRE	
			DEPTO.: ATACUCHO	
ING. RESPONSABLE: ING. JULIO HUAMANI BARRAZA			PLANO:	
DEBIDO POR: J.H.B	REVISADO POR:	APROBADO POR:		
DEBIDO POR: J.L.T	FECHA: JULIO 2003	<b>DC-01</b>		



- **NOTA :**
- LA ESTRUCTURA SE UTILIZARA CON CABLES AISLADOS AUTOPORTANTES DE ALEACION DE ALUMINIO HASTA 35mm<sup>2</sup>.
  - PARA TRES O MENOS ACOMETIDAS, NO SE INSTALARA LA CAJA DE DERIVACION Y LA ESTRUCTURA SE ESPECIFICARA COMO E1/S
  - s.req.: SEGUN REQUERIMIENTO DE DE LAS REDES Y ACOMETIDAS

SIMBOLO	
MADERA	CONCRETO

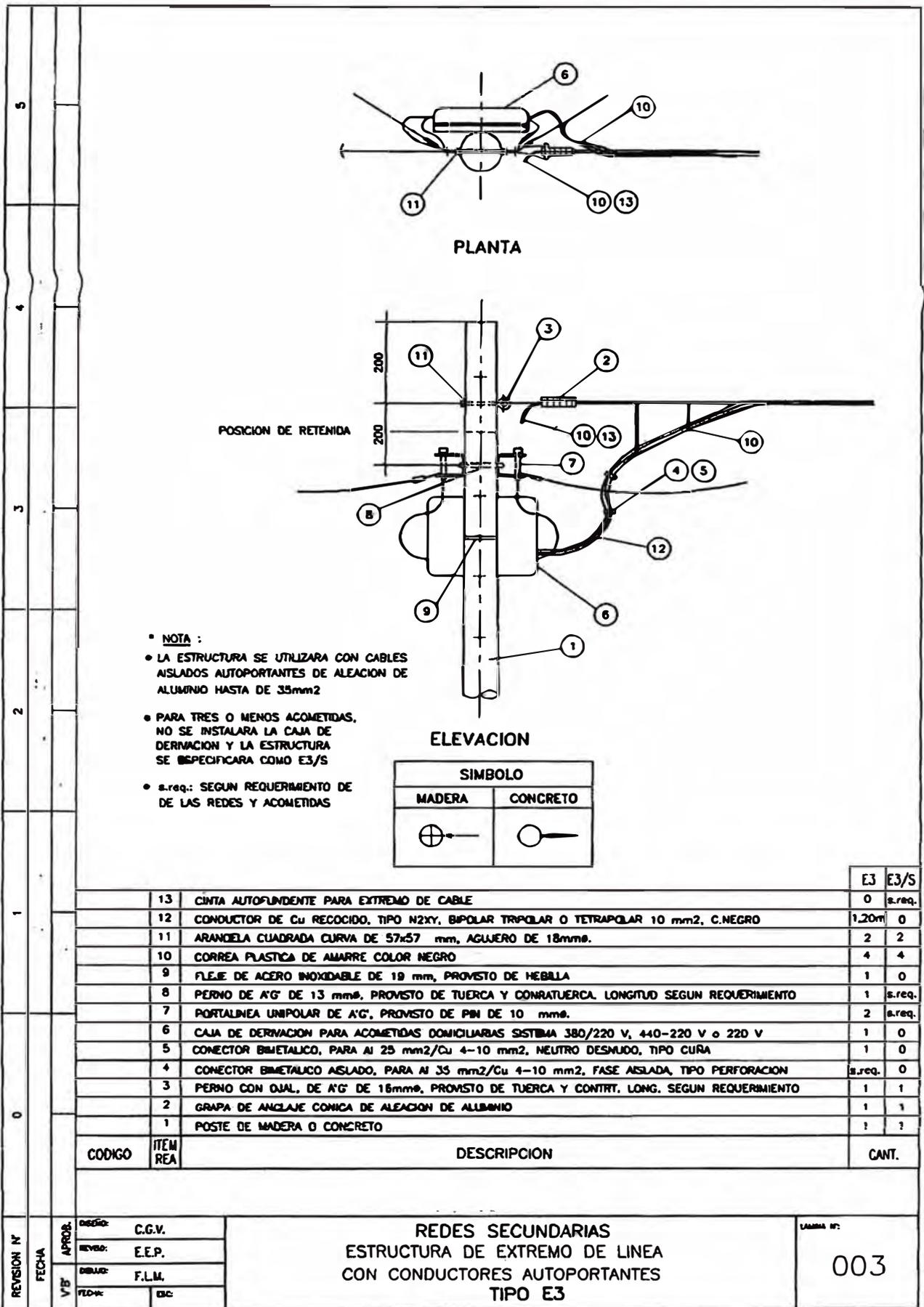
CODIGO	ITEM	DESCRIPCION	CANT.	E1	E1/S
	12	ARANDELA CUADRADA CURVA DE 57x57 mm, AGLIERO DE 18mm ø	1	1	
	11	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 18mm PROVISTO DE HEBILLA	1	0	
	10	CONECTOR BIMETALICO, PARA Al 25 mm <sup>2</sup> /Cu 4-10 mm <sup>2</sup> , NEUTRO DESNUDO, TIPO CURA	1	0	
	9	CONECTOR BIMETALICO AISLADO, PARA Al 35 mm <sup>2</sup> /Cu 4-10 mm <sup>2</sup> , FASE AISLADA, TIPO PERFORACION	s.req.	0	
	8	CONDUCTOR DE Cu RECOCIDO, TIPO N2XY, BIPOLAR, TRIPOLAR O TETRAPOLAR 10 mm <sup>2</sup> , C. NEG	1.2	0	
	7	CORREA PLASTICA DE AMARRE COLOR NEGRO	4	4	
	6	PORTALINEA UNIPOLAR DE A' G', PROVISTO DE PIN DE 10 mmø	2	s.req.	
	5	PERNO DE A' G' DE 13mmø, PROVISTO DE TUERCA Y CONTRAT. LONG. SEGUN REQUERIMIENTO	1	s.req.	
	4	CAJA DE DERIVACION PARA ACOMETIDAS DOMICILIARIAS SISTEMA 380/220 V, 440-220 V o 220 V	1	0	
	3	PERNO CON GANCHO, DE 18mmø, PROVISTO DE ARANDELA, TUERCA Y CONTRT. LONG. SEGUN REQUERIMIENTO	1	1	
	2	GRAPA DE SUSPENSION ANGULAR DE ALEACION DE ALUMINIO	1	1	
	1	POSTE DE MADERA O CONCRETO	1	1	

REVISION N°	FECHA	APROB.	DESIGN.
V.B.		J.R.H.	
FECHA			

**REDES SECUNDARIAS**  
**ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO Y ANGULO PARA RED AEREA**  
**CON CONDUCTORES AUTOPORTANTES**  
**TIPO E1**

LAMINA N°  
**001**



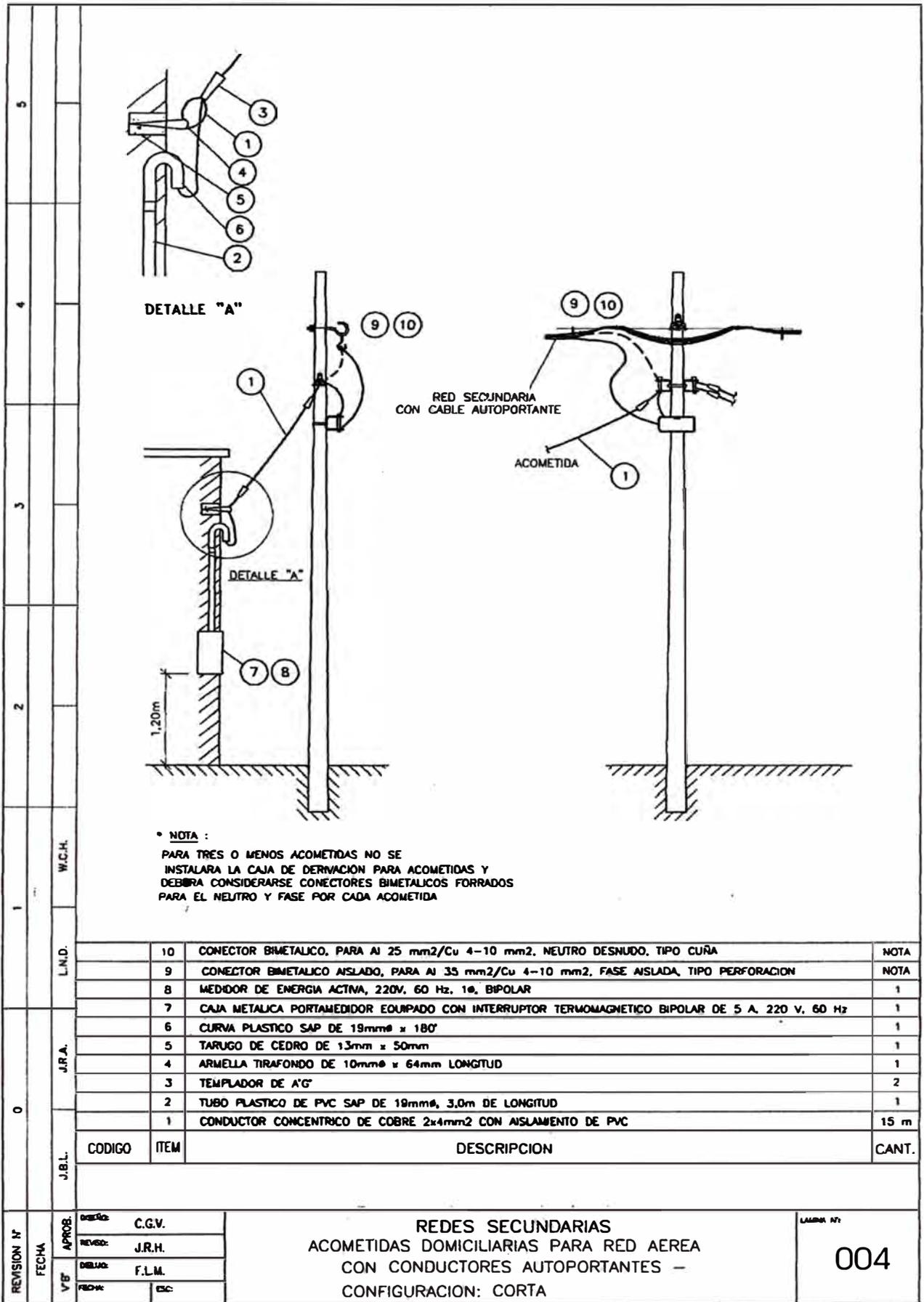


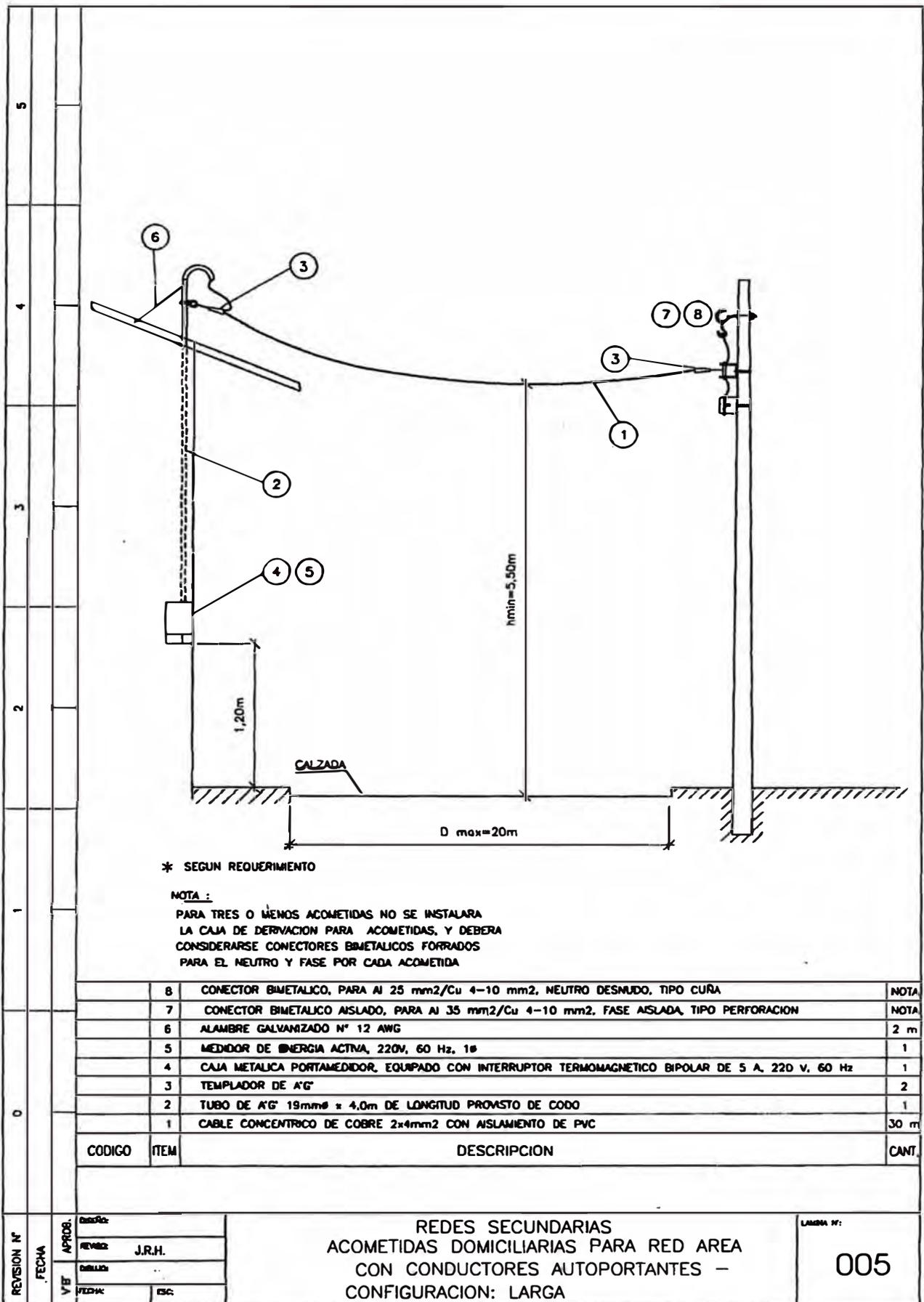
- **NOTA :**
- LA ESTRUCTURA SE UTILIZARA CON CABLES AISLADOS AUTOPORTANTES DE ALEACION DE ALUMINIO HASTA DE 35mm<sup>2</sup>
  - PARA TRES O MENOS ACOMETIDAS, NO SE INSTALARA LA CAJA DE DERIVACION Y LA ESTRUCTURA SE ESPECIFICARA COMO E3/S
  - s.req.: SEGUN REQUERIMIENTO DE DE LAS REDES Y ACOMETIDAS

SIMBOLO	
MADERA	CONCRETO

CODIGO	ITEM REA	DESCRIPCION	E3	E3/S
	13	CINTA AUTOFUNDENTE PARA EXTREMO DE CABLE	0	s.req.
	12	CONDUCTOR DE Cu RECOCIDO, TIPO N2XY, BIPOLAR TRIPOLAR O TETRAPOLAR 10 mm <sup>2</sup> , C.NEGRO	1,20m	0
	11	ARANDELA CUADRADA CURVA DE 57x57 mm, AGUERO DE 18mmø.	2	2
	10	CORREA PLASTICA DE AMARRE COLOR NEGRO	4	4
	9	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 19 mm, PROVISTO DE HEBILLA	1	0
	8	PERNO DE A'G DE 13 mmø, PROVISTO DE TUERCA Y CONTRATUERCA. LONGITUD SEGUN REQUERIMIENTO	1	s.req.
	7	PORTALINEA UNIPOLAR DE A'G, PROVISTO DE PIN DE 10 mmø.	2	s.req.
	6	CAJA DE DERIVACION PARA ACOMETIDAS DOMICILIARIAS SISTEMA 380/220 V, 440-220 V o 220 V	1	0
	5	CONECTOR BIMETALICO, PARA Al 25 mm <sup>2</sup> /Cu 4-10 mm <sup>2</sup> , NEUTRO DESNUDO, TIPO CURA	1	0
	4	CONECTOR BIMETALICO AISLADO, PARA Al 35 mm <sup>2</sup> /Cu 4-10 mm <sup>2</sup> , FASE AISLADA, TIPO PERFORACION	s.req.	0
	3	PERNO CON OJAL, DE A'G DE 18mmø, PROVISTO DE TUERCA Y CONTRIT. LONG. SEGUN REQUERIMIENTO	1	1
	2	GRAPA DE ANCLAJE CONICA DE ALEACION DE ALUMINIO	1	1
	1	POSTE DE MADERA O CONCRETO	1	1

REVISION N°	FECHA	DESIGNO: C.G.V.	<b>REDES SECUNDARIAS</b> <b>ESTRUCTURA DE EXTREMO DE LINEA</b> <b>CON CONDUCTORES AUTOPORTANTES</b> <b>TIPO E3</b>	LAMINA N°: <b>003</b>
	V/B	APROB.: E.E.P.		
	DESIGNO:	F.L.M.		
	RECIBO:	REC		





\* SEGUN REQUERIMIENTO

NOTA :

PARA TRES O MENOS ACOMETIDAS NO SE INSTALARA LA CAJA DE DERIVACION PARA ACOMETIDAS, Y DEBERA CONSIDERARSE CONECTORES BIMETALICOS FORRADOS PARA EL NEUTRO Y FASE POR CADA ACOMETIDA

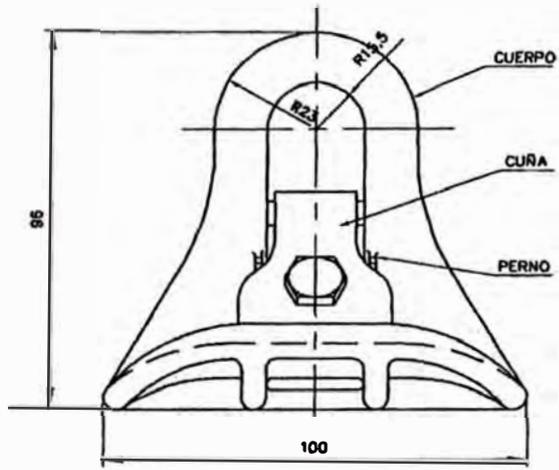
CODIGO	ITEM	DESCRIPCION	CANT.
8		CONECTOR BIMETALICO, PARA Al 25 mm <sup>2</sup> /Cu 4-10 mm <sup>2</sup> , NEUTRO DESNUDO, TIPO CUÑA	NOTA
7		CONECTOR BIMETALICO AISLADO, PARA Al 35 mm <sup>2</sup> /Cu 4-10 mm <sup>2</sup> , FASE AISLADA, TIPO PERFORACION	NOTA
6		ALAMBRE GALVANIZADO N° 12 AWG	2 m
5		MEDIDOR DE ENERGIA ACTIVA, 220V, 60 Hz, 1#	1
4		CAJA METALICA PORTAMEDIDOR, EQUIPADO CON INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO BIPOLAR DE 5 A, 220 v, 60 Hz	1
3		TEMPLADOR DE A'G'	2
2		TUBO DE A'G' 19mm# x 4,0m DE LONGITUD PROVASTO DE CODO	1
1		CABLE CONCENTRICO DE COBRE 2x4mm <sup>2</sup> CON AISLAMIENTO DE PVC	30 m

REVISION N°	FECHA	APROB.	REVISOR	J.R.H.

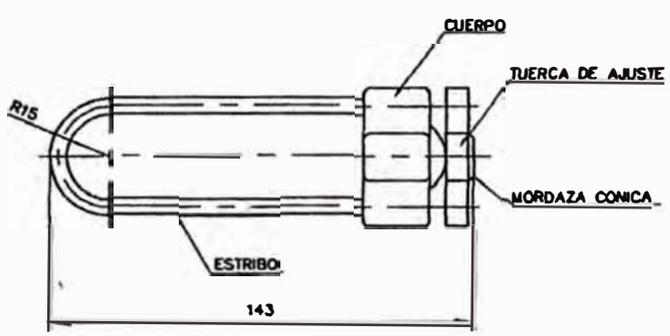
REDES SECUNDARIAS  
 ACOMETIDAS DOMICILIARIAS PARA RED AREA  
 CON CONDUCTORES AUTOPORTANTES -  
 CONFIGURACION: LARGA

LAMINA N°:  
 005

5									
4									
3									
2									
1									
0									
REVISION N°	FECHA	V/B	APROB.	ELABOR.	REVISOR	J.R.H.	ELABOR.	REVISOR	J/E



GRAPA DE SUSPENSION ANGULAR  
(0° - 90°)



GRAPA DE ANCLAJE

NOTA: DIMENSIONES EN mm

REDES SECUNDARIAS  
GRAPAS DE SUSPENSION ANGULAR Y DE ANCLAJE PARA CABLES AUTOPORTANTES

LAMINA N°:  
006

5									
4									
3									
2									
1									
0									

TIPO	D (mm)	L (mm)	R (mm)
I	16	203	100
II	16	305	152

**PERNO - OJO**

**TUERCA - OJO**

**PERNO CON GANCHO**

**NOTA:**

- EL PERNO TIPO I SE UTILIZARA EN POSTES DE MADERA Y CONCRETO DE RED SECUNDARIA.
- EL PERNO TIPO II SE UTILIZARA EN POSTES DE MADERA Y CONCRETO DE RED PRIMARIA.
- LA CONTRATUERCA SERA DE DOBLE CONCAVIDAD

REVISION N°

FECHA

V B

APROB.

DESIGN.

REVISOR

DESEÑ.

ELAB.

**REDES SECUNDARIAS**

**ELEMENTOS DE FERRETERIA PARA POSTES**

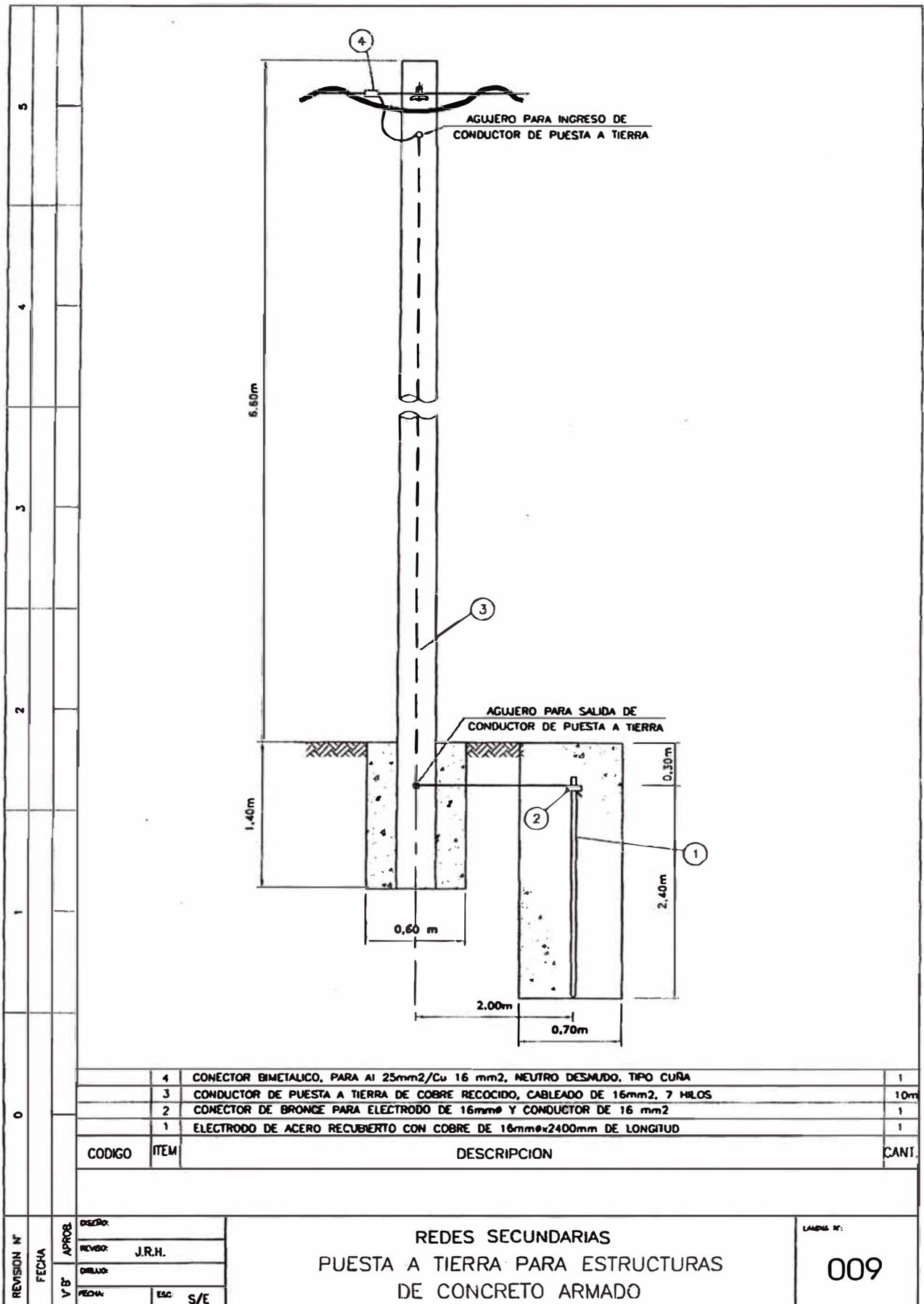
**PARA USARSE CON CABLES AUTOPORTANTES**

LAMINA N°:

**007**

J.R.H.



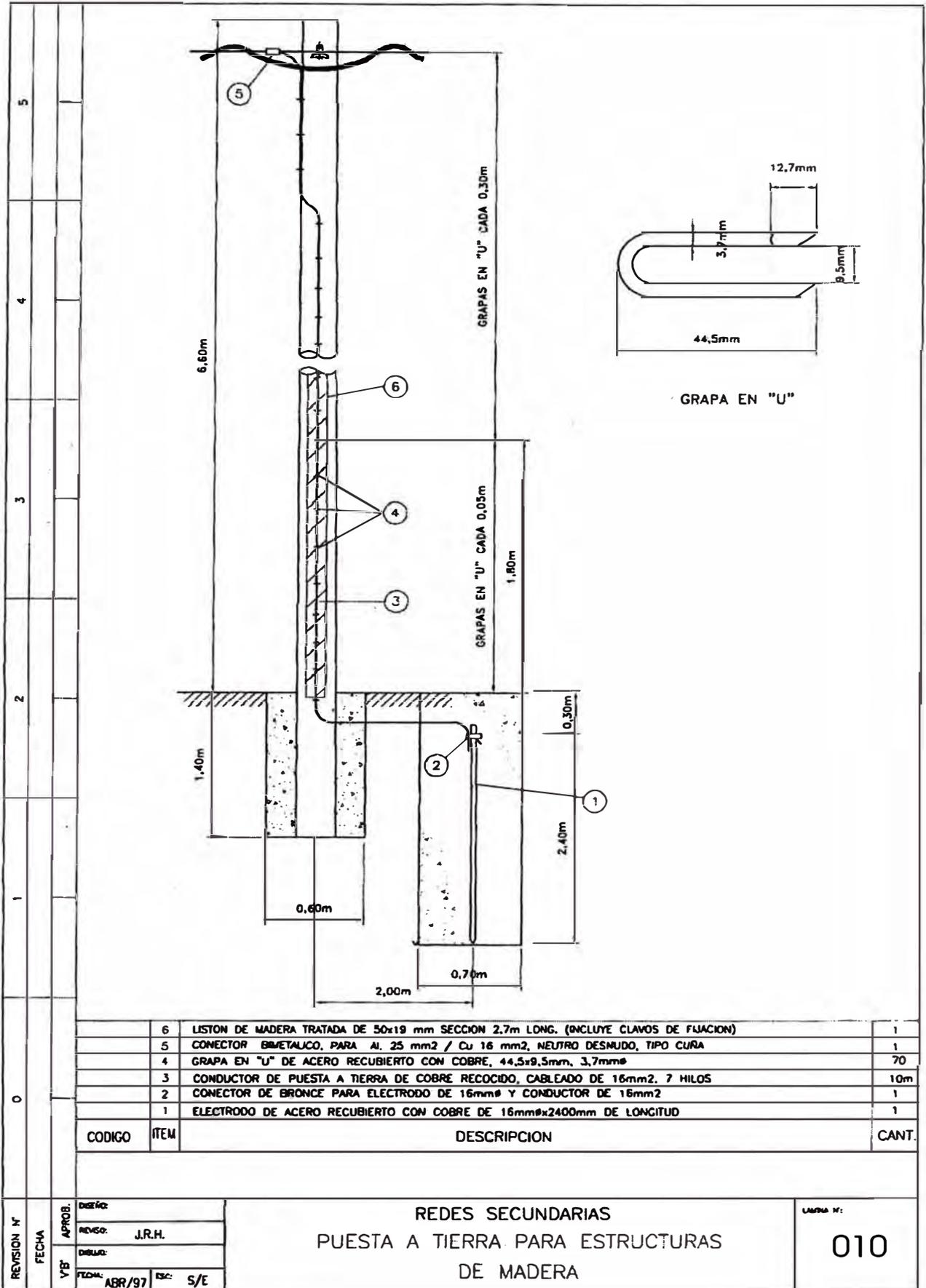


CODIGO	ITEM	DESCRIPCION	CANT.
4		CONECTOR BIMETALICO, PARA Al 25mm <sup>2</sup> /Cu 16 mm <sup>2</sup> , NEUTRO DESNUDO, TIPO CUÑA	1
3		CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DE COBRE RECOCIDO, CABLEADO DE 16mm <sup>2</sup> , 7 HILOS	10m
2		CONECTOR DE BRONCE PARA ELECTRODO DE 16mm $\phi$ Y CONDUCTOR DE 16 mm <sup>2</sup>	1
1		ELECTRODO DE ACERO RECUBIERTO CON COBRE DE 16mm $\phi$ x2400mm DE LONGITUD	1

REVISION N°	FECHA	APROB.	DESIGN.
		V.B.	REVISOR: J.R.H.
		FECHA:	ESC: S/E

REDES SECUNDARIAS  
PUESTA A TIERRA PARA ESTRUCTURAS  
DE CONCRETO ARMADO

LAMINA N°:  
**009**



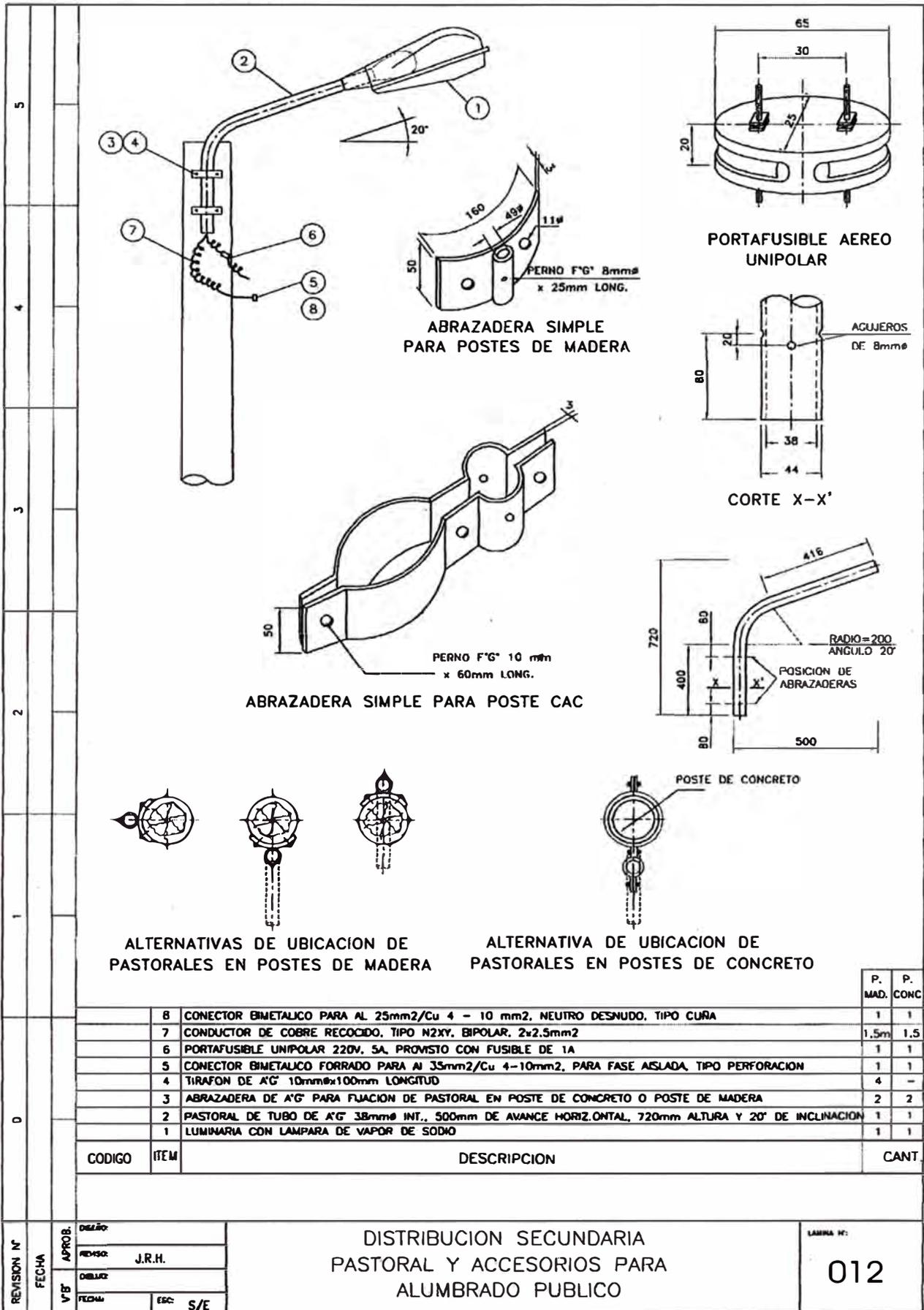
CODIGO	ITEM	DESCRIPCION	CANT.
6		LISTON DE MADERA TRATADA DE 50x19 mm SECCION 2.7m LONG. (INCLUYE CLAVOS DE FIJACION)	1
5		CONECTOR BIMETALICO, PARA Al. 25 mm <sup>2</sup> / Cu 16 mm <sup>2</sup> , NEUTRO DESNUDO, TIPO CURA	1
4		GRAPA EN "U" DE ACERO RECUBIERTO CON COBRE, 44,5x9,5mm, 3,7mm $\phi$	70
3		CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DE COBRE RECOCIDO, CABLEADO DE 16mm <sup>2</sup> . 7 HILOS	10m
2		CONECTOR DE BRONCE PARA ELECTRODO DE 16mm $\phi$ Y CONDUCTOR DE 16mm <sup>2</sup>	1
1		ELECTRODO DE ACERO RECUBIERTO CON COBRE DE 16mm $\phi$ x2400mm DE LONGITUD	1

REVISION N°	FECHA	APROB.	DESIGN.
0		J.R.H.	
		FECH:	ESC:
		ABR/97	S/E

REDES SECUNDARIAS  
PUESTA A TIERRA PARA ESTRUCTURAS  
DE MADERA

LAMINA N°:  
**010**

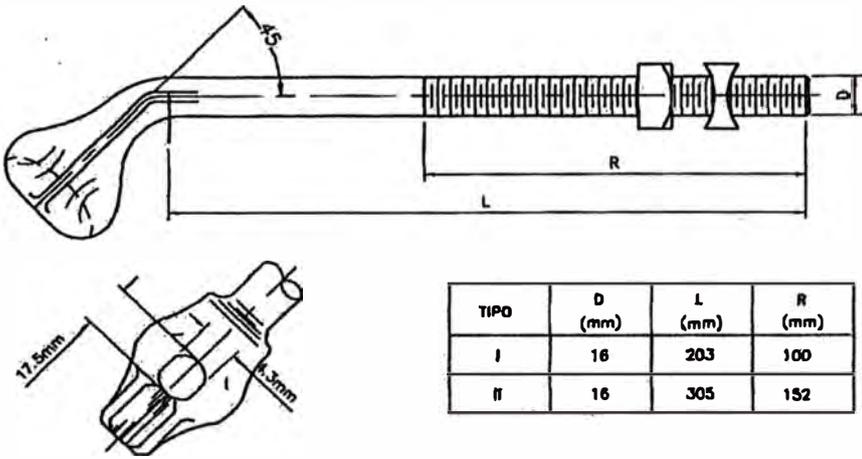
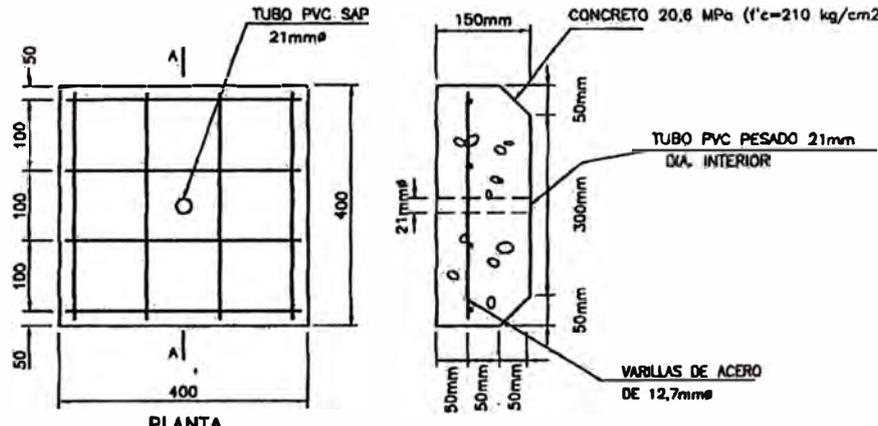
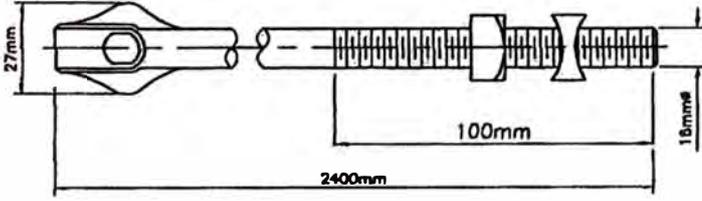




REVISION N°	FECHA	APROB.	DESIGNO
V'B'		J.R.H.	
FECHA	ESC:	S/E	

DISTRIBUCION SECUNDARIA  
PASTORAL Y ACCESORIOS PARA  
ALUMBRADO PUBLICO

LAMINA N°:  
**012**

5													
4	<table border="1" data-bbox="925 560 1332 694"> <thead> <tr> <th>TIPO</th> <th>D (mm)</th> <th>L (mm)</th> <th>R (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>16</td> <td>203</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>16</td> <td>305</td> <td>152</td> </tr> </tbody> </table>	TIPO	D (mm)	L (mm)	R (mm)	I	16	203	100	II	16	305	152
TIPO	D (mm)	L (mm)	R (mm)										
I	16	203	100										
II	16	305	152										
3	<p style="text-align: center;"><b>PERNO ANGULAR CON OJAL-GUARDACABO</b></p>												
2													
1	<p style="text-align: center;"><b>BLOQUE DE CONCRETO</b></p>												
0													
0	<p style="text-align: center;"><b>VARILLA DE ANCLAJE CON OJAL-GUARDACABO</b></p> <p>NOTA : -LA CONTRATUERCA SERA DE DOBLE CONCAVIDAD</p>												
REVISION N°	<p style="text-align: center;"><b>RED SECUNDARIA ELEMENTOS DE RETENIDAS</b></p>												
FECHA	<p style="text-align: right;">LABOR N° <b>013</b></p>												
V.B. APROB.	<p>DESCO: REVISO: J.R.H. DIBUJO: FECHA: ESC:</p>												

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Ministerio de energía y minas “Normas del DEP – MEM”, Lima, 2003 .
2. ITDG ( Intermediate-Technology-Development-group) “ Manual de Mini y Micro centrales Hidroeléctricas “ , Lima, 1995.
3. Finck Horst y Oelert Gerhard , “Guía para el calculo de rentabilidad de proyectos de inversión para el abastecimiento de energía”, Eschborn (Alemania) 1990
4. Ministerio de energía y minas ,“Código Nacional de Electricidad-Tomo IV” , Lima-Perú
5. Theodor Shmelcher “Manual de baja tensión” Berlin-Alemania,1990
6. Donald G. Fink / H. Wayne Beaty “Manual de Ingeniería Eléctrica”
7. John J. Grainger / William D. Stevenson Jr., “Sistemas de Potencia” Mcgraw-Hill USA ,1996