



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**  
Universidad del Perú. Decana de América  
Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica  
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Eléctrica

**Diseño del Sistema de Utilización en Media Tensión 20-  
22.9 kV trifásico, para la estación base celular  
denominada “Las Palmeras”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Electricista

**AUTOR**

Alberto Abelardo SANCHEZ ACUÑA

**ASESOR**

Walter Alejandro GÚZMAN ESTREMADOYRO

Lima, Perú

2022



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Sanchez, A. (2022). *Diseño del Sistema de Utilización en Media Tensión 20-22.9 kV trifásico, para la estación base celular denominada “Las Palmeras”*. [Trabajo de suficiencia profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Eléctrica]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

---

### Metadatos complementarios

<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	Alberto Abelardo Sanchez Acuña
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	42915864
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0003-1422-3697">https://orcid.org/0000-0003-1422-3697</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	Walter Alejandro Guzmán Estremadoyro
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	21143307
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-7550-0371">https://orcid.org/0000-0002-7550-0371</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	Fernando José Oyanguren Ramírez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07566297
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	Alfredo Rocha Jara
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08645523
<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	C.0.3.12. Líneas de Transmisión de alta tensión
Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento

Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: Universidad Nacional Mayor de San Marcos País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Cercado de Lima Latitud: -12.0561578 Longitud: -77.0867083
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2018 - 2019
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería eléctrica, Ingeniería electrónica <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.01</a>



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRÓNICA Y ELÉCTRICA  
Teléfono 619-7000 Anexo 4226  
Calle Germán Amezaña 375 – Lima 1 – Perú



UNMSM

Firmado digitalmente por PAREDES  
PENAFIEL Rejis Renato FAU  
20148092282 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 17.02.2022 21:24:26 -05:00



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DESUFICIENCIA PROFESIONAL Nº 002/FIEE-EPIE/2022

Los suscritos Miembros del Jurado, nombrados por la Comisión Ejecutiva del Programa de Perfeccionamiento Profesional de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, reunidos en la fecha, bajo La Presidencia Del **Dr. Oyanguren Ramírez, Fernando José** integrado por **Dr. Guzmán Estremadoyro, Walter Alejandro** y el **Mg. Rocha Jara, Alfredo**.

Después de escuchar la Sustentación de Trabajo de Suficiencia Profesional del **Bach. SANCHEZ ACUÑA, ALBERTO ABELARDO** con código **Nº04190216** que para optar el Título Profesional de Ingeniero Electricista sustentó el Trabajo de Suficiencia Profesional titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSIÓN 20-22.9 KV TRIFÁSICO, PARA LA ESTACIÓN BASE CELULAR DENOMINADA “LAS PALMERAS”**

El jurado examinador procedió a formular las preguntas reglamentarias y, luego de una deliberación en privado, decidió aprobar otorgándole el calificativo de dieciséis (16)

Ciudad Universitaria, 05 de febrero del 2022

**Dr. Oyanguren Ramírez, Fernando José**  
Presidente de Jurado

**Dr. Guzmán Estremadoyro, Walter Alejandro**  
Miembro Jurado

**Mg. Rocha Jara, Alfredo**  
Miembro Jurado

## **DEDICATORIA**

A mis padres por el apoyo incondicional para culminar mis estudios universitarios y hacer de mí una mejor persona.

A mi abuelo José que siempre me apoyó estando en vida y ahora espiritualmente me guía desde el más allá.

A mis hermanas por su motivación constante para culminar el presente informe profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiera agradecer a mi familia por el inmenso apoyo durante la etapa de mis estudios universitarios. Asimismo reconozco y agradezco la ayuda del Ing. Walter Guzman Estremadoyro, quien como asesor hizo la revisión de este informe y realizó sugerencias muy importantes para su culminación satisfactoria.

No quiera dejar de agradecer a los docentes de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica de Universidad Nacional Mayor de San Marcos que vienen dando buena formación de las estudiantes de esta casa de estudios, una mención especial a los profesores Ing. Jaime Rodriguez Hinostroza e Ing. Juan Bautista Ríos, profesores del curso de Líneas de Transmisión.



## RESUMEN

El presente trabajo de diseño del Sistema de Utilización en Media Tensión en 20-22.9 kV para la estación base celular denominada “Las Palmeras” ubicado en el distrito de Cerro Azul, provincia de Cañete, región de Lima, muestra los cálculos eléctricos y mecánicos principales para el diseño de un Sistema de Utilización en Media Tensión.

En el presente informe se establece y muestra la ruta y trazo para la línea eléctrica en estudio, así mismo desarrolla los cálculos eléctricos como la determinación de la sección de los conductores, cálculos de los parámetros de línea y cálculos de caída tensión, un análisis de los niveles de aislamiento requeridos y selección de aisladores, el cálculo mecánico de conductores, la selección y cálculos mecánicos de estructuras que conforman el Sistema de Utilización en Media Tensión.

A partir de los cálculos mecánicos de conductores y los cálculos mecánicos de estructuras, se definieron las prestaciones mecánicas para cada tipo de estructura las cuales fueron obtenidas considerando las características climatológicas del área de influencia del proyecto, por último se realizará una distribución de estructuras sobre el trazo de la línea eléctrica, que serán presentados en los planos necesarios para la etapa de construcción del proyecto.

**Palabras clave:** Energía eléctrica, diseño, ruta, cálculos, estructuras.

## **ABSTRACT**

The present design work of the Medium Voltage Utilization System in 20-22.9 kV for the cellular base station "Las Palmeras" located in the Cerro Azul district, Cañete province, Lima region shows the main electrical and mechanical calculations for the design of a Utilization System.

This report establishes a route and layout for the electric line under study, thus the earthquake develops the electrical calculations such as the determination of the section of the conductors, calculations of the line parameters and voltage drop, an analysis of the insulation levels and selection of insulators, mechanical calculation of conductors, selection and mechanical calculations of structures, design of retentions, design of post and retentive foundations and earthing system calculations for posts and substations.

From the mechanical calculations of conductors, the mechanical calculations of structures, the mechanical benefits were defined for each type of structure which were obtained considering the climatological characteristics of the area of influence of the project, finally a distribution of structures will be made on the layout of the power line, which will be presented in the plans necessary for the work execution stage.

**Keywords:** Electrical energy, design, route, calculations, structures.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>CARATULA</b> .....	i
<b>DEDICATORIA</b> .....	ii
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iii
<b>RESUMEN</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>TABLA DE CONTENIDO</b> .....	vi
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	x
<b>CAPITULO I</b> .....	1
<b>CAPITULO II</b> .....	4
2.1    Institución - Actividad que desarrolla .....	4
2.2    Visión.....	4
2.3    Misión .....	4
2.4    Experiencia Profesional realizada en la Institución.....	5
<b>CAPITULO III</b> .....	6
3.1    Descripción de la realidad problemática .....	6
3.2    Definición del problema .....	7
3.2.1    Problema General .....	7
3.2.2    Problemas Específicos .....	7
3.3    Justificación del problema .....	7
3.3.1    Justificación Práctica .....	7
3.3.2    Justificación Metodológica.....	8
3.4    Objetivos de la investigación .....	8
3.4.1    Objetivo General .....	8

3.4.2	Objetivos Específicos .....	9
<b>CAPITULO IV</b>	.....	<b>10</b>
4.1	Introducción .....	10
4.1.1	Objetivo .....	10
4.2	Características Eléctricas del Sistema.....	10
4.3	Trabajos preliminares .....	11
4.3.1	Definición de la ruta y trazado de la línea.....	11
4.3.2	Determinación de la servidumbre .....	14
4.4	Metodología .....	16
4.4.1	Bases Teóricas.....	16
4.4.2	Marco Conceptual .....	18
<b>CAPITULO V</b>	.....	<b>39</b>
5.1	Introducción .....	39
5.1.1	Objetivo .....	39
5.2	Cálculos Eléctricos .....	39
5.2.1	Cálculos eléctricos del conductor .....	39
5.3	Análisis de distancias de seguridad.....	43
5.3.1	Distancia de seguridad horizontal o vertical entre conductores para un mismo o diferentes circuitos .....	44
5.3.2	Distancia mínima entre conductores y accesorios bajo tensión y elementos de puesta a tierra .....	44
5.3.3	Distancia horizontal mínima entre conductores de un mismo circuito a la mitad del vano .....	45
5.3.4	Distancia vertical mínima entre conductores de un mismo circuito a la mitad del vano .....	45
5.3.5	Distancia vertical de seguridad de conductores sobre el nivel del piso, camino, riel o superficie de agua.....	46
5.3.6	Distancias de seguridad a edificaciones y otras instalaciones	46
5.4	Análisis del nivel de aislamiento .....	46
5.4.1	Criterios para selección del nivel de aislamiento .....	46

	viii
5.4.2	Determinación del Nivel Básico de Aislamiento (BIL) ..... 47
5.4.3	Determinación del Nivel Aislamiento ..... 48
5.5	Cálculo Mecánico del Conductor ..... 53
5.5.1	Tensiones mecánicas en el diseño de conductores ..... 53
5.5.2	Características del conductor de fase..... 54
5.5.3	Hipótesis de Carga para el conductor..... 55
5.5.4	Esfuerzos en el conductor ..... 57
5.5.5	Tablas de Cálculo Mecánico de conductores ..... 58
5.5.6	Vano máximo permisible por distancia de seguridad al suelo 59
5.6	Cálculo Mecánico de Estructuras ..... 59
5.6.1	Consideraciones de diseño de estructuras..... 60
5.6.2	Cálculo para límite de rotura en estructuras ..... 60
5.6.3	Factores de seguridad ..... 62
5.6.4	Selección del tipo de estructuras ..... 63
5.7	Prestaciones de las estructuras ..... 64
5.8	Localización de estructuras ..... 64
<b>CAPITULO VI</b>	..... 66
<b>CAPITULO VII</b>	..... 68
<b>CAPITULO VIII</b>	..... 69
<b>CAPITULO IX</b>	..... 71

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Faja de Servidumbre. Fuente: CNE Suministro 2011, fig. 219-1 y 219-2.....	15
Figura 2 Circuito Equivalente de una Línea de Transmisión Corta. Fuente: Elaboración propia, 2021 .....	21
Figura 3 Ecuación de la Catenaria del Conductor. Fuente: Líneas de Transmisión de Potencia, Prof. Juan Bautista .....	23
Figura 4 Ubicación de la Flecha del Conductor en Vano con Extremos Nivelados. Fuente: Líneas de Transmisión de Potencia, Prof. Juan Bautista .....	24
Figura 5 Diagrama del Conductor Instalado en un Vano Desnivelado. Fuente: Líneas de Transmisión de Potencia, Prof. Juan Bautista .....	26
Figura 6 Sobrecargas en conductor. Fuente: Líneas de Transmisión de Potencia, Prof. Juan Bautista.....	31
Figura 7 Vano Viento. Fuente: Elaboración propia.....	32
Figura 8 Vano Peso. Fuente: Elaboración propia, 2021.....	33
Figura 9 Carga sobre el Conductor debido al Viento. Fuente: Elaboración propia, 2021 .....	34
Figura 10 Carga debida a Tracción del Conductor. Fuente: Elaboración propia, 2021.....	35
Figura 11 Carga debida a la Presión del Viento sobre Estructura. Fuente: Elaboración propia, 2021 .....	36
Figura 12 Disposición de conductores en las estructuras. Fuente: Elaboración propia, 2021 .....	40
Figura 13 Diagrama para Cálculo de Caída de Tensión. Fuente: Elaboración propia, 2021.....	42
Figura 14 Cálculo para límite de estructuras. Fuente: Elaboración propia, 2021.....	61

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Resultados de Trabajos Topográficos.....	13
Tabla 2 Anchos Mínimos de Fajas de Servidumbre.....	15
Tabla 3 Cálculo del DMG.....	19
Tabla 4 Datos Geométricos para Cable AAAC (Alambres de Aleación de Aluminio 6201).....	20
Tabla 5 Cálculo de Resistencia Eléctrica para Conductor Tipo AAAC.....	40
Tabla 6 Cálculo de la Inductancia y Reactancia Inductiva.....	41
Tabla 7 Cálculo de Caída de Tensión Porcentual para Tensión Nominal Inicial 20 kV.....	42
Tabla 8 Cálculo de Caída de Tensión Porcentual para Tensión Nominal Final 22.9 kV.....	42
Tabla 9 Resumen de Parámetros Eléctricos de la Línea Eléctrica.....	43
Tabla 10 Niveles de aislamiento normalizados para la gama I (1 kV<Um<245 kV).....	47
Tabla 11 Grados de Contaminación.....	49
Tabla 12 Resultados Aislamiento Requerido por Contaminación.....	50
Tabla 13 Resultados Aislamiento Necesario por Sobretensión a Frecuencia Industrial en Seco.....	51
Tabla 14 Resultados Aislamiento Necesario por Sobretensión Atmosférica	52
Tabla 15 Resultados de Selección de Aisladores.....	52
Tabla 16 Características Mecánicas del Conductor AAAC seleccionado ....	54
Tabla 17 Características y Condiciones Ambientales para Hipótesis de Carga.....	57
Tabla 18 Esfuerzos en el Conductor para la Hipótesis de Carga.....	57
Tabla 19 Cálculo mecánico de conductores.....	58
Tabla 20 Cálculo de Vano Máximo Permisible.....	59
Tabla 21 Material y Configuración de Estructuras.....	63
Tabla 22 Prestaciones de las Estructuras.....	64

Tabla 23 Resultados de la localización de Estructuras.....65



## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

La necesidad de construir una infraestructura de telecomunicaciones por parte de las empresas operadoras de telefonía en el Perú se basa en el hecho de disminuir la brecha digital y masificar los servicios móviles, en especial el servicio de internet móvil, así como para que los usuarios accedan al servicio de telefonía móvil con más y mejores prestaciones, es por esto que las operadoras implementan nuevas estaciones base celular (EBC) en lugares donde no hay o la cobertura de telefonía celular es baja, estas nuevas estaciones requerirán un suministro de energía eléctrica para el correcto funcionamiento de los equipos que la conforman.

En ese sentido, es importante definir si será factible un suministro de energía para el nuevo proyecto que por lo general está determinada por la existencia y capacidad de las redes eléctricas de la empresa concesionaria, también dependerá del cumplimiento de los límites máximos de caída de tensión permitidos, con el fin de abastecer la demanda de energía requerida con la suficiente calidad, es así que muchas veces surge la necesidad de dotar de energía eléctrica en un nivel de media tensión a un consumidor comercial, industrial o para el caso del presente proyecto una infraestructura de telecomunicaciones.

El presente informe profesional tiene como objetivo el diseñar un Sistema de Utilización en Media Tensión (en adelante Sistema) para la estación base celular denominada “Las Palmeras” ubicada en el distrito de Cerro Azul, perteneciente a la provincia de Cañete, en el departamento de Lima, mediante la realización de trabajos preliminares para el diseño y seguidamente la elaboración de cálculos eléctricos y mecánicos para asegurar la correcta selección de los materiales y equipos que la conformarán.

El Sistema en mención estará compuesto por una línea eléctrica aérea y una subestación de distribución que reducirá a un nivel de baja tensión para alimentar y suministrar energía eléctrica a la nueva estación base celular.

Asimismo, la línea aérea será configuración trifásica, y tendrá aproximadamente una longitud de 0.6 km e inicia desde un Punto de Diseño o Punto de Alimentación fijado en una estructura existente en 22.9 kV (operación inicial 20 kV) hasta la Subestación de distribución de 15 kVA, además se utilizará conductor desnudo de aleación de aluminio (AAAC) de 70 mm<sup>2</sup> soportado por postes de concreto armado de 13 metros.

Para el aislamiento de la línea se utilizarán aisladores tipo PIN poliméricos para estructuras de suspensión y aisladores poliméricos tipo suspensión para estructuras de ángulo y retención.

La subestación será del tipo aérea Monoposte (SAM) y estará compuesta por un transformador de distribución trifásico de 15 kVA, 20-22,9 /0.23 kV, y en éste se instalarán para su protección seccionadores fusible tipo Cut Out uno por fase para protección contra cortocircuitos, sin embargo no se considera utilizar pararrayos por no ser una zona de descargas atmosféricas.

Por otro lado, el proyecto está basado en el cumplimiento de las normas legales vigentes como el Código Nacional de Electricidad (CNE) Suministro 2011, Normas técnicas (normas DGE) del Ministerio de Energía y Minas (MEM), así como las Normas de Distribución de la concesionaria, entre otras normas internacionales aplicables.

Por último, el presente informe referente al diseño de un Sistema, para la estación base celular denominada "Las Palmeras" se distribuye en cinco capítulos los cuales se resumen a continuación:

En el primer capítulo se explicará en forma general la problemática surgida y se hará una mención general de los objetivos del trabajo y la estructura del mismo.

En el segundo capítulo, se describe el contexto donde se desarrolló la experiencia. Se hará mención a la actividad que se realizó en la empresa CICSA PERU S.A.C, su misión y visión, así como la experiencia profesional realizada en la organización.

En el tercer capítulo, se describirá y explicará la problemática presentada, así como los objetivos de la investigación y las justificaciones del presente Informe.

En el cuarto capítulo, se describe los trabajos preliminares necesarios realizar el diseño, como los criterios para la definición para la selección de ruta y trazado de la línea para luego realizar un trabajo de levantamiento topográfico en campo, además de establecen los criterios para la determinación de la faja de servidumbre y los permisos necesarios para la etapa de implementación del diseño del como son los permisos con el propietarios de los predios afectados.

Así mismo se explicará la metodología empleada, y los fundamentos teóricos así como las fórmulas utilizados para desarrollo de los cálculos para el diseño del Sistema de Utilización en Media Tensión.

El quinto capítulo, se describe los resultados del diseño del Sistema de Utilización en Media Tensión en 20-22.9 kV, trifásico. En este capítulo se muestran los los cálculos justificativos eléctricos y mecánicos de la línea eléctrica, en los anexos se ubican los resultados completos de dichos cálculos así como los planos y láminas del proyecto para la etapa de implementación. En el sexto capítulo, se indicará las conclusiones que se llegó producto del desarrollo de cada etapa de diseño para la elaboración del Informe.

En el séptimo capítulo, se describirá las recomendaciones a tomar en cuenta para el mejoramiento de un proyecto de diseño de un Sistema.

## **CAPITULO II**

### **CONTEXTO DONDE SE DESARROLLÓ LA EXPERIENCIA**

#### **2.1 Institución – Actividad que desarrolla**

La institución en que se desarrolló la experiencia para la elaboración de mi Informe de Suficiencia Profesional fue la empresa CICSA PERÚ S.A.C, es una filial de la empresa CARSO Infraestructura y Construcción la cual ofrece servicios de infraestructura para telecomunicaciones a nivel internacional, con una extensa cobertura en Centro América y Sudamérica, incluyendo a países como el Perú.

CICSA PERU S.A.C., se especializa en la construcción e implementación de redes de comunicaciones, redes de fibra óptica, redes de distribución de energía eléctrica y sitios celulares (estaciones bases celulares)

#### **2.2 Visión**

La visión de la empresa CICSA PERÚ S.A.C es ser una empresa líder e innovadora en los países lleva a cabo proyectos y servicios utilizando tecnologías de vanguardia y personal competente.

#### **2.3 Misión**

La misión de la empresa CICSA PERÚ S.A.C. es diseñar, construir, fabricar y proveer productos y servicios en el mercado nacional e internacional para el sector de telecomunicaciones, construcción, energética y otras.

## **2.4 Experiencia Profesional realizada en la Institución**

Durante toda mi experiencia profesional, he ido adquiriendo conocimientos que he aplicado en la resolución de problemas energéticos principalmente para el sector de telecomunicaciones e industrial.

En particular durante mi experiencia en la empresa CICSA PERU S.A.C, en el área de "Radio Bases" he tenido la oportunidad de ampliar mis conocimientos en la implementación de sitios de telecomunicaciones relacionado a la instalación de tableros eléctricos, grupos electrógenos, sistemas de energía DC y sistemas de climatización. Además de estar a cargo del diseño y supervisión para la construcción de líneas de distribución de energía eléctrica en baja y media tensión como solución de suministro de energía para los sitios de telecomunicaciones (antenas) pertenecientes a las principales empresas operadoras del país. Asimismo, esta experiencia en el desarrollo de las actividades me ha permitido intercambiar conocimientos con profesionales de las empresas concesionarias del país durante el desarrollo y de los proyectos realizados.

## **CAPITULO III**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE LA INVESTIGACION**

#### **3.1 Descripción de la realidad problemática**

La empresa América Móvil Perú S.A.C (CLARO PERU) es una empresa operadora de telecomunicaciones en el Perú, y debido a que el Perú se encuentra después años atrás en un escenario para la recuperación y crecimiento económico por lo que existe la necesidad de incentivar e incrementar el desarrollo de las telecomunicaciones, en ese sentido esta empresa operadora decide implementar un proyecto de telecomunicaciones y construir una estación base celular (EBC) en el distrito de Cerro Azul, correspondiente la provincia de Cañete, en el departamento de Lima, para dar y mejorar la cobertura de telefonía móvil y acceso a la internet móvil a los pobladores de esta zona de Lima, la nueva estación base celular se le denominó “Palmeras” y su implementación beneficiará a los pobladores de esta zona y mejorará su calidad de vida por medio del acceso a la comunicaciones.

Respecto al área de influencia del proyecto, el distrito de Cerro Azul ocupa un área de 105.17 km<sup>2</sup> y está conformado por un pueblo, tres anexos, cinco caseríos, tres unidades agropecuarias, dos cooperativas de viviendas y otros núcleos de poblaciones. Además de su capital Cerro Azul hay que destacar las poblaciones que se beneficiarán con el proyecto: Los Lobos, Puerto Fiel, Las Palmeras, Playa La Honda, Toyo Seco.

Asimismo, en el distrito de Cerro Azul se desarrollan actividades productivas como la agricultura, pesca y turismo por lo que es la gran importancia el despliegue de este proyecto de telecomunicaciones para impulsar en mayor medida el desarrollo en esta región.

En ese contexto surge la necesidad de dotar de energía eléctrica a la nueva estación base celular mediante un suministro de energía eléctrica que satisfaga la demanda máxima de energía de sus equipos y se determinó que en la zona del proyecto se encuentran redes eléctricas existentes de la empresa concesionaria, las cuales se encuentran lejanas de la nueva estación, por tanto, se debe realizar el diseño de una línea eléctrica de transmisión o Sistema de Utilización en Media Tensión.

## **3.2 Definición del problema**

### **3.2.1 Problema General**

¿De qué manera lograr la dotación de energía eléctrica para la estación base celular denominada Las Palmeras ubicada en distrito de Cerro Azul, provincia de Cañete, región de Lima?

### **3.2.2 Problemas Específicos**

- ¿Cuáles son las normas nacionales y legislación del sector eléctrico peruano que definen las condiciones técnicas mínimas y procedimientos para elaboración de proyectos en media tensión?
- ¿Cuáles son los principales equipos que componen las Líneas o Redes Primarias y los Sistemas de Utilización en Media Tensión?
- ¿Cuáles son los criterios y los principales cálculos para realizar el diseño de un Sistema de Utilización en Media Tensión?

## **3.3 Justificación del problema**

### **3.3.1 Justificación Práctica**

La motivación de este trabajo surge ante la necesidad de dar una solución para dotar de suministro de energía eléctrica para una estación base celular mediante el diseño de un Sistema.

Asimismo, luego de obtener la factibilidad de suministro y punto de diseño el presente informe servirá como base para la realización de un proyecto que será ingresado a la concesionaria para su revisión y aprobación, para posterior construcción, realización de pruebas y puesta en servicio y energización para seguir los procedimientos establecidos en la Norma R.D. N° 018-2002-EM/DGE “Procedimientos para elaboración de proyectos y ejecución de obras de Sistemas de Distribución y Sistema de Utilización en Media Tensión en zona de concesión de distribución” (RD 018-2002) del MEM.

### ***3.3.2 Justificación Metodológica***

Este trabajo se realiza porque existe la necesidad del profesional que recién se inicia en temas relacionado al diseño de Sistemas de Utilización en Media Tensión en conocer la metodología, criterios y conceptos técnicos necesarios para desarrollar un proyecto de electrificación en media tensión, además de ampliar su conocimiento en base a los criterios y pautas que se proponen en el presente informe.

La metodología del diseño tanto eléctrico como mecánico cumplirá con las normas nacionales como el CNE Suministro 2011, las normas técnicas del MEM, donde se determinan los criterios y bases de los cálculos, así como las normas de distribución de la concesionaria y las normas internacionales que apliquen.

## **3.4 Objetivos de la investigación**

### ***3.4.1 Objetivo General***



- Diseñar un Sistema de Utilización en Media Tensión a nivel de 22.9 kV para dotar de energía eléctrica a la estación base celular denominada “Palmeras” ubicada en el distrito de Cerro Azul, provincia de Cañete y región de Lima y de propiedad de la empresa Claro Perú.

#### **3.4.2 *Objetivos Específicos***

- Determinar las normas y legislación del sector eléctrico peruano que establecen las condiciones técnicas para el diseño y elaboración de proyectos en media tensión.
- Describir los equipos principales para los Sistemas de Utilización en Media Tensión, como para las Líneas y Redes Primarias.
- Diseñar un Sistema de Utilización en Media Tensión mediante la selección de su ruta para la obtención de una vista de planta y perfil, la elaboración de cálculos eléctricos y mecánicos a fin de seleccionar sus componentes (conductores, postes, aisladores, etc.), así como realizar la distribución de las estructuras en su recorrido y los planos necesarios para su construcción.

## **CAPITULO IV**

### **SOLUCION AL PROBLEMA PLANTEADO**

#### **4.1 Introducción**

##### **4.1.1 Objetivo**

El presente capítulo tiene como propósito mostrar los principales criterios y fundamentos teóricos que se utilizarán en el diseño del Sistema de Utilización en Media Tensión como solución del problema.

#### **4.2 Características Eléctricas del Sistema**

Teniendo en cuenta que el diseño del Sistema de Utilización en Media Tensión tiene como punto de alimentación o punto de diseño una estructura existente del alimentador de la concesionaria eléctrica en 22.9 kV (operación final) según el documento de Factibilidad y Fijación de punto de diseño solicitado de acuerdo a la norma RD 018-2002, y de las características de la ubicación del proyecto se establecen las siguientes características eléctricas para el diseño del Sistema:

- Tensión nominal : 22.9 kV (Operación Inicial 20 kV)
- Configuración : Trifásico
- Tensión Máxima de Servicio : 25 kV
- Frecuencia : 60 Hz
- Factor de potencia ( $\cos \varphi$ ) : 0.9 (atraso)
- Conexión del neutro : efectivamente puesta a tierra

- Potencia de Corto Circuito : 200 MVA, 3Ø
- Potencia a suministrar : 12 kW
- Nivel Básico de Aislamiento : 125 kV
- Altitud en área del proyecto : < 1000 msnm
- Nivel isoceraunico : nulo

Estos datos servirán para el diseño del sistema y principalmente para los cálculos eléctricos correspondientes como para definir las características del conductor, establecer las distancias mínimas de seguridad, establecer el nivel de aislamiento, entre otros.

### **4.3 Trabajos preliminares**

#### ***4.3.1 Definición de la ruta y trazado de la línea***

**4.3.1.1 Criterios generales para la selección de la ruta.** El planteamiento y selección del trazo de la ruta de una línea se basará en forma general de los siguientes criterios y normas enumeradas en orden de importancia:

- La longitud de línea eléctrica debe ser la menor posible, es decir los tramos rectos debe ser la mayor longitud posible.
- El mínimo de ángulos de desvío debe ser el menor posible, así como también la magnitud de estos.
- Los vértices deben ubicarse principalmente en las zonas altas del terreno, asegurándose sean accesibles y con las condiciones adecuadas para la instalación de las estructuras, sin embargo evitar zonas muy altas donde es más propenso las descargas atmosféricas.
- Evitar tramos paralelos y cruces con las líneas eléctricas y de telecomunicaciones existentes.

- Cuando sean inevitables los cruces con líneas eléctricas o de telecomunicaciones, o gaseoductos u oleoductos, éstos deben efectuarse lo más perpendicularmente posible.
- Facilidades de acceso para los fines de construcción y mantenimiento.
- Evitar en lo posible, cruzar zonas pobladas, agrícolas o industriales.
- Evitar la afectación a lugares históricos o con evidencia de vestigios arqueológicos.
- Evitar el paso por zonas protegidas por el estado. (Decreto Supremo N°010-90-AG)
- Evitar impactos visuales negativos al paisaje.
- Evitar zonas que presenten condiciones geológicas y geotécnicas inadecuadas para instalación de estructuras.
- Evitar trayectos por zonas muy altas las descargas eléctricas atmosféricas se produzcan con frecuencia.
- Evitar o reducir los impactos ambientales, se deberán realizar estudios donde se establezca las medidas de reducción y mitigación de los impactos ambientales negativos.

**4.3.1.2 Levantamiento topográfico.** Una vez seleccionado la ruta se realizará un trabajo de levantamiento topográfico que servirá para el modelamiento del recorrido de la línea en una vista de planta y perfil del terreno con mayor precisión, a fin de reconocer los desniveles del terreno para la ubicación de las estructuras, así como identificar obstáculos o interferencias, ayudará a identificar aspectos como existencia y altura de cultivos, predios afectados, cruce con ríos o con líneas existentes, carreteras o vías vehiculares, o construcciones que se tendrá en consideración para el diseño de la línea. (Uscátegui, 2015)

**4.3.1.2.1 Resultados de los trabajos topográficos.** Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó el trabajo en campo. Se plantea la ruta de la línea con el equipo topográfico, obteniendo la Tabla 1, de la cual se puede concluir lo siguiente:

- Altitud Máxima: 66 msnm
- Altitud Mínima: 57 msnm

**Tabla 1 Resultados de Trabajos Topográficos**

<b>Este</b>	<b>Norte</b>	<b>Altitud</b>	<b>Zona UTM</b>	<b>Etiqueta</b>	<b>Atributo</b>
337468	8565797	57	18L	PuntoV	Inicio
337464	8565797	58	18L	PuntoV	
337459	8565799	59	18L	PuntoV	
337454	8565800	59	18L		
337452	8565805	59	18L		
337449	8565815	60	18L		
337445	8565827	60	18L	PuntoV	
337436	8565834	61	18L		
337428	8565841	61	18L		
337418	8565850	62	18L		
337409	8565856	63	18L		
337402	8565862	63	18L		
337393	8565868	63	18L		
337384	8565875	64	18L		
337376	8565881	64	18L		
337367	8565889	64	18L		
337358	8565896	64	18L		
337348	8565903	65	18L	PuntoV	
337336	8565911	65	18L		
337321	8565920	65	18L		
337307	8565930	66	18L		
337292	8565942	65	18L		
337278	8565951	64	18L		
337267	8565958	63	18L		
337255	8565968	63	18L		
337244	8565975	62	18L		
337233	8565981	62	18L		
337220	8565990	61	18L		
337208	8565998	61	18L		
337200	8566004	60	18L		
337188	8566013	60	18L		
337177	8566021	60	18L		
337164	8566030	61	18L		
337155	8566035	61	18L		
337145	8566042	61	18L		

Este	Norte	Altitud	Zona UTM	Etiqueta	Atributo
337135	8566049	61	18L		
337125	8566055	62	18L		
337115	8566063	62	18L		
337105	8566069	63	18L		
337096	8566075	63	18L		
337085	8566083	62	18L	PuntoV	
337075	8566079	63	18L		
337063	8566078	64	18L		
337050	8566078	65	18L		
337042	8566069	66	18L		
337034	8566067	66	18L		
337026	8566063	66	18L		
337018	8566061	65	18L	PuntoV	
337012	8566062	64	18L		
337005	8566064	63	18L		
336998	8566067	62	18L		
336992	8566068	60	18L	PuntoV	Final

#### **4.3.2 Determinación de la servidumbre**

**4.3.2.1 Requerimientos de la faja de servidumbre.** Según el CNE Suministro 2011, señala que la faja de servidumbre es la proyección sobre el suelo de la faja ocupada por los conductores de la línea aérea más la distancia de seguridad.

Así mismo para el caso de líneas aéreas las servidumbres se implantan con el objetivo de brindar las facilidades su instalación, operación y mantenimiento, así como en situaciones de riesgo eléctrico salvaguardar la integridad física de las personas, animales y bienes. En esta área está prohibido construir edificaciones o cualquier tipo de estructura para albergar personas o animales así mismo desarrollar algún tipo de actividades.

**4.3.2.2 Determinación de la faja de servidumbre.** De lo establecido en el CNE Suministro 2011, a lo largo de la línea se implantará una faja de servidumbre cuyo ancho mínimo dependerá de la tensión nominal.

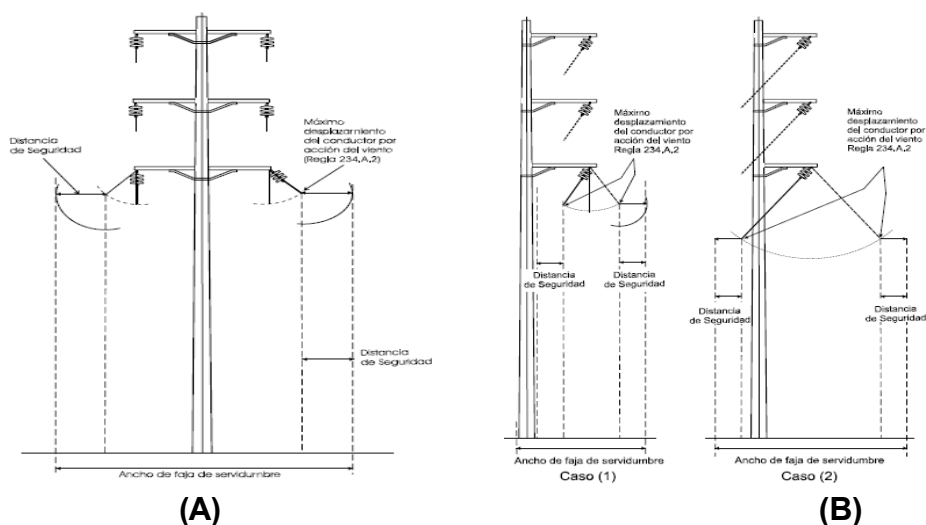
Los anchos mínimos de seguridad se detallan en la Tabla 2.

**Tabla 2 Anchos Mínimos de Fajas de Servidumbre**

Tensión Nominal (kV)	Ancho Faja de Servidumbre (m)
10-15	6
20-36	11
50-70	16
115-145	20
220	25
500	64

En la figura 1 (A) se muestra el ancho de la faja de servidumbre para líneas con doble terna una a cada lado de la estructura, el ancho de la faja de servidumbre está determinado por la Tabla 2.

En la figura 1 (B) caso 1 y 2, se muestra una línea con una sola terna en un lado de la estructura en esos casos la faja de servidumbre tendrá un ancho de la mitad de lo indicado en la Tabla 3.



**Figura 1 Faja de Servidumbre. Fuente: CNE Suministro 2011, fig. 219-1 y 219-2**

Para el caso del presente proyecto con una tensión nominal final de 22.9 kV en todo el recorrido de la línea la terna de conductores está en un solo lado de las estructuras por tanto el ancho mínimo de la faja de servidumbre será de 5.5 m.

**4.3.2.3**        **Requerimientos de licencias y permisos.** Seleccionado el trazo o ruta de la línea se recomienda consultar con las autoridades municipales en caso de ocupación de vías públicas y en caso de afectar terrenos privados con los propietarios de los predios, con el propósito de identificar las restricciones por licencias y permisos para la construcción de la línea proyectada. (Uscátegui, 2015)

Para el proyecto fue importante establecer los permisos con el propietario de los terrenos y el requerimiento de una faja de servidumbre ya estos terrenos estaban destinados a la construcción de viviendas.

Así mismo se deberá obtener el Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA) ante el Ministerio de Cultura que certifica que no existan vestigios de restos arqueológicos en la superficie del área de la faja de servidumbre y en caso aplicará se deberá obtener los permisos ambientales como la Declaración de Impacto Ambiental (DIA).

## **4.4 Metodología**

### **4.4.1 Bases Teóricas**

La elaboración de este Informe ha sido realizada con la motivación de contribuir como una guía al profesional sin experiencia en temas relacionados al diseño de un Sistema o también de Líneas y Redes Primarias debido a que es no es común una bibliografía ordenada y convenientemente agrupada que permita realizar el desarrollo de un diseño que cumpla con los requisitos técnicos mínimos que se indican en las normas tales como el CNE Suministro 2011, la Norma R.D. N° 018-2003-EM/DGE “Bases de Diseño de Líneas y Redes para electrificación Rural” (RD 018-2003) emitidas por el MEM, entre



otras; así como de los cálculos justificativos eléctricos y mecánicos que exigen las concesionarias del país para la aprobación de un proyecto técnico de acuerdo de la Norma “Procedimientos para elaboración de proyectos y ejecución de obras de Sistemas de Distribución y Sistema de Utilización en Media Tensión en zona de concesión”, además el presente informe está basado en las experiencias durante la participación directa de elaboración de proyectos de Sistemas de Utilización en Media Tensión y supervisión en diferentes obras electromecánicas principalmente para proyectos de telecomunicaciones.

Asimismo, el presente Informe tiene como antecedentes algunas investigaciones, las cuales guardan relación con el presente proyecto y que se señalan a continuación:

Suarez (2010) concluye que “la elaboración de los estudios definitivos, así como las ingenierías de detalle se realizan teniendo cuenta las Normas de Electrificación Rural emitidas por el Ministerio de Energía y Minas, las mismas que se encuentran definidas para el cumplimiento de todas las concesionarias del país” (p.129).

Granados (2012) concluye que “para la ejecución de los proyectos se tendrá que tener en cuenta la realidad de las localidades a electrificar, así como la operación y mantenimiento, el suministro de los equipos y materiales sean de acuerdo a las condiciones de la zona, así como ambientales, costumbres” (p.137).

Además, Granados (2012) concluye que “la calidad de los componentes del sistema garantiza el rendimiento y la seguridad del mismo, así como el respeto al medio ambiente de la zona que se electrifica, teniendo en cuenta que todos los materiales instalados deberán cumplir con las Normas de Suministro, verificada por los Supervisores” (p.137).

Rocha (2005) concluye que “la elección del tipo de material del conductor a emplear depende mucho de las condiciones ambientales y esfuerzos a que pueden estar sometido debido a las condiciones geográficas de la región” (p.261).

## 4.4.2 Marco Conceptual

### 4.4.2.1 Fundamentos para el Cálculo Eléctrico

#### 4.4.2.1.1 Parámetros Eléctricos de las Líneas de Transmisión

**4.4.2.1.1.1. Resistencia.** Conceptualmente la resistencia de cualquier elemento conductor depende de sus dimensiones físicas y su resistividad, pudiéndose expresar como:

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad (4. 1)$$

Donde:

- R : Resistencia eléctrica a 20 °C en  $\Omega$
- $\rho$  : Resistividad en  $\Omega\text{-mm}^2/\text{m}$
- L : Longitud del conductor en m
- S : Sección del conductor en  $\text{mm}^2$

Además, la resistividad es el factor más influyente en la resistencia, ya que es la que caracteriza al material si es un buen conductor o es un aislante, sin embargo, la resistividad no solo depende del tipo de material sino también de la temperatura.

La norma RD 018-2003 en el numeral 6, señala que la resistencia del conductor a la temperatura de operación se calculará mediante la siguiente expresión:

$$R_F = R_{20^\circ\text{C}} \left( 1 + \alpha(t_f - t_{20^\circ\text{C}}) \right) \quad (4. 2)$$

Donde:

- $R_F$  : Resistencia eléctrica del conductor a la temperatura deseada, en  $\Omega$
- $R_{20^\circ\text{C}}$  : Resistencia eléctrica del conductor a 20° C en C.C., en  $\Omega$
- $\alpha$  : Coeficiente de temperatura de la resistencia del conductor, en  $1/^\circ\text{C}$
- $t_f$  : Temperatura a la que se requiere determinar la resistencia, en  $^\circ\text{C}$

Comúnmente los valores dado por los fabricantes de conductores son para su resistencia a un valor de 20 °C en C.C. por lo tanto se deberá corregir ésta a

la temperatura máxima de operación de 40 °C seleccionado de la norma RD 018-2003, según la fórmula 4.2 descrita.

**4.4.2.1.1.2. Inductancia.** La inductancia para cualquier fase de una línea eléctrica se determina en Henrios/m (H/m) y se podrá calcular para un sistema trifásico asimétrico con la siguiente expresión:

$$L = 2.7 \times 10^{-7} \log \frac{DMG}{RMG} \quad (4.3)$$

Donde:

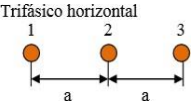
$L$  : Inductancia del conductor en H/m

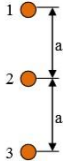
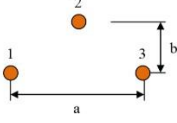
$DMG$  : Distancia Media Geométrica en m

$RMG$  : Radio Medio Geométrico en m

DMG se conoce como distancia media geométrica, se basa en la configuración física de los conductores de las diferentes fases y depende del espaciamiento de dichas fases, por otro lado, RMG se conoce como radio medio geométrico, esta se basa en la disposición de los hilos que conforman el conductor, por lo que depende de los espaciamientos de los hilos en dicho conductor y comúnmente este valor es dado por los fabricantes. (Zerpa, 2013) En la Tabla 3 se señala las diferentes configuraciones de los conductores que pueden encontrar en las estructuras, asimismo se indica el cálculo el DMG en función a la distancia de la separación de las fases de los conductores. Se puede deducir que mientras más se acercan las fases mayor será el DMG.

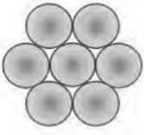
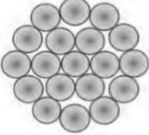
**Tabla 3 Cálculo del DMG**

Circuito	Número Circuitos	Aplicación	DMG
Trifásico horizontal 	1	Líneas de distribución y transmisión	$\sqrt[3]{2a}$

<p>Trifásico vertical</p> 	1	Líneas de distribución	$\sqrt[3]{2a}$
<p>Trifásico triangular</p> 	1	Líneas de distribución y transmisión	$\sqrt[3]{a \left( \frac{a^2}{4} + b^2 \right)}$

En la tabla 4 se indica el valor del radio medio geométrico, así como los demás parámetros geométricos de diferentes secciones de conductores desnudos de aluminio tipo AAAC que generalmente es suministrado por el fabricante, y que son usados en los sistemas de transmisión.

**Tabla 4 Datos Geométricos para Cable AAAC (Alambres de Aleación de Aluminio 6201)**

Cableado	Calibre (mm <sup>2</sup> )	Diámetro Hilo (mm)	Diámetro Cable (mm)	RMG (mm)
<p>Cableado 7</p> 	16	1.71	5.19	1.884
	25	2.13	6.45	2.341
	35	2.52	7.62	2.766
	50	2.98	8.89	3.227
	70	3.57	10.8	3.920
<p>Cableado 19</p> 	70	2.17	10.96	4.154
	95	2.52	12.71	4.817
	120	2.84	14.31	5.423
	150	3.17	15.95	6.045

Por otro lado, la reactancia inductiva del conductor está dada por la ecuación 4.4 para un sistema trifásico:

$$X_L = 0,12\pi L \quad (4. 4)$$

Donde:

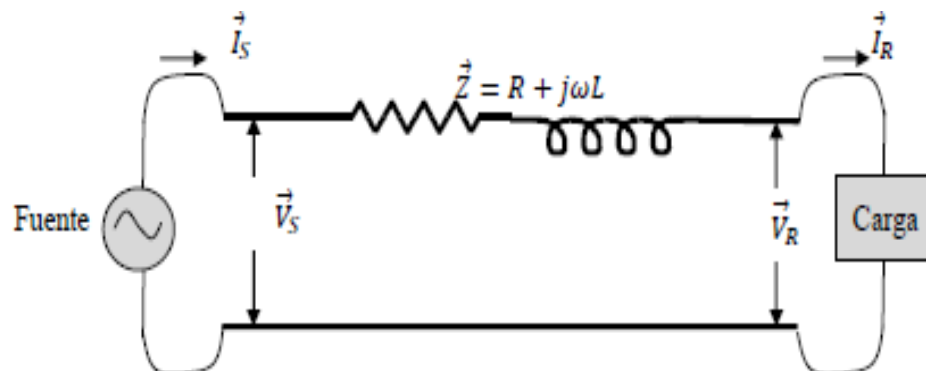
$L$  : Inductancia del conductor en H/m

$X_L$  : Reactancia inductiva del conductor en Ohm/km

**4.4.2.1.2 Circuito equivalente de las Líneas de Trasmisión.** Además del nivel de tensión, la longitud es uno de los parámetros con que se pueden clasificar a las líneas de transmisión, para líneas de longitudes menores a 80 km se puede decir que la línea es corta, líneas de entre de 80 y 240 km se clasificarán en medianas, por ultimo líneas mayores de 240 km se clasificarán en largas.

En ese sentido, las líneas de distribución en media tensión clasifican como líneas de transmisión cortas y su circuito equivalente puede quedar simplificado a una resistencia y una inductancia en serie. (Zerpa, 2013)

La figura 2 muestra el circuito equivalente de la línea de transmisión corta.



**Figura 2 Circuito Equivalente de una Línea de Transmisión Corta. Fuente: Elaboración propia, 2021**

**4.4.2.1.3 Cálculo de Caída de Tensión.** Con los parámetros eléctricos del conductor definidos y según la norma RD 018-2003, la caída de tensión porcentual para sistemas trifásicos se podrá calculará con la siguiente expresión:

$$\Delta V\% = \frac{PL(R + X \tan \varphi)}{10V_L^2} \quad (4. 5)$$

$\Delta V\%$	:	caída porcentual de tensión
$P$	:	potencia de transmisión, en kW
$L$	:	longitud de la línea, en km
$V_L$	:	tensión nominal fase-fase, en kV
$R$	:	resistencia del conductor, en Ohm/km
$X$	:	reactancia inductiva del conductor, en Ohm/km
$\varphi$	:	ángulo del factor de potencia ( $\cos\varphi=0.9$ )

Cabe indicar que la reactancia inductiva es el parámetro predominante para la regulación de tensión.

#### **4.4.2.2 Fundamentos para el Cálculo Mecánico del Conductor.**

##### **4.4.2.2.1 Comportamiento geométrico del conductor a nivel**

**4.4.2.2.1.1. Catenaria del conductor.** Un conductor libremente suspendido entre dos soportes como los puntos A y B de la figura 3, y asumiendo que el conductor es homogéneo e inextensible describe una curva denominada catenaria. (Bautista, 2009)

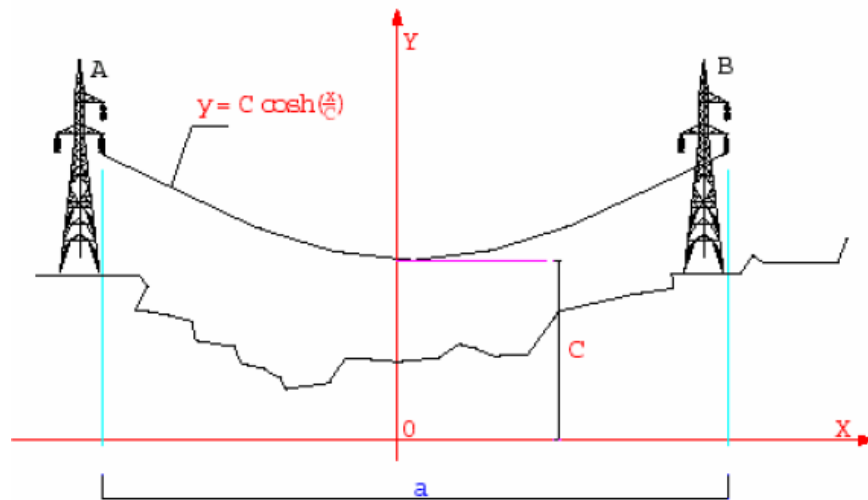
Donde el parámetro C depende de la tensión horizontal en el conductor y el peso unitario del mismo.

La ecuación de la catenaria está dada por la siguiente expresión:

$$y = C \cosh\left(\frac{x}{C}\right) \quad (4.6)$$

Siendo el parámetro según:

$$C = \frac{T_0}{w_c} \quad (4.7)$$



**Figura 3 Ecuación de la Catenaria del Conductor. Fuente: Líneas de Transmisión de Potencia, Prof. Juan Bautista**

**4.4.2.2.1.2. Longitud de conductor.** La longitud del conductor se podrá calcular con las siguientes expresiones:

Fórmula Exacta:

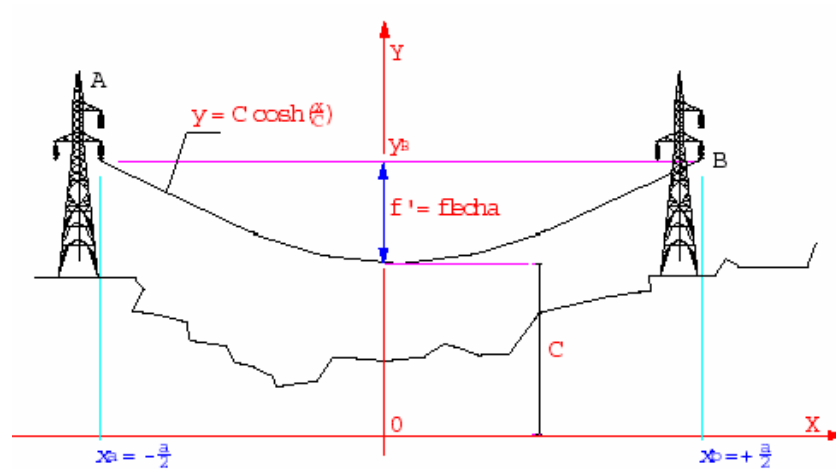
$$L = 2C \sinh\left(\frac{a}{2C}\right) \quad (4.8)$$

Fórmula Aproximada:

$$L = a + \frac{a^3}{24C^2} \quad (4.9)$$

**4.4.2.2.1.3. Flecha del conductor.** Según Bautista (2009) define a la flecha como “la distancia vertical entre el segmento que une los extremos de suspensión y la catenaria”. (pág. 41)

En la figura 4 se aprecia gráficamente la flecha de conductor en vano nivelados.



**Figura 4** Ubicación de la Flecha del Conductor en Vano con Extremos Nivelados. Fuente: Líneas de Transmisión de Potencia, Prof. Juan Bautista

La flecha del conductor está dada por las siguientes expresiones:

Fórmula exacta:

$$f = C \left( \cosh \frac{a}{2C} - 1 \right) \quad (4.10)$$

Fórmula aproximada:

$$f = \frac{a^2}{8C} \quad (4.11)$$

**4.4.2.2.1.4. Tiro en el conductor.** El tiro en el conductor en cualquier punto según la fig. 3 donde  $x$  es la abscisa, está dada por la siguiente expresión:

$$T_x = T_0 \cosh \left( \frac{x}{C} \right) \quad (4.12)$$

**4.4.2.2.1.5. Ecuación de Cambio de Estado para vanos a nivel.** Durante la operación de la línea de transmisión, el conductor cambia su forma debido a los cambios de temperatura que a su vez modifican el valor de la longitud para el vano, asimismo experimentan variaciones de esfuerzos debidos a las diferentes cargas en el conductor.



El conductor en condiciones normales de trabajo, puede estar sometido además de carga propia de su peso a otros tipos de carga debido a las condiciones climáticas en la zona de instalación como son cargas debido al viento, carga debido a costra de hielo (que se puede formar por bajas temperaturas).

Es importante la ecuación de cambio de estado ya que nos permite conocer los cambios en la longitud del conductor, teniendo en cuenta simultáneamente las variaciones de tensión y temperatura, desde una condición de estado inicial a condiciones de estado final.

La ecuación de cambio de estado para vanos a nivel está dada por la siguiente expresión:

$$T_{02}^3 - \left[ T_{01} - \frac{\alpha^2 E w_{r1}^2 S}{24 T_{01}^2} - \alpha E S (t_2 - t_1) \right] T_{02}^2 - \frac{\alpha^2 E w_{r2}^2 S}{24} = 0 \quad (4.13)$$

O también

$$\sigma_{02}^3 - \left[ \sigma_{01} - \frac{\alpha^2 E w_{r1}^2}{24 S^2 \sigma_{01}^2} - \alpha E (t_2 - t_1) \right] \sigma_{02}^2 - \frac{\alpha^2 E w_{r2}^2}{24 S^2} = 0 \quad (4.14)$$

Donde:

$T_{01}$  : Tiro horizontal para estado 1, en N

$T_{02}$  : Tiro horizontal para estado 2, en N

$\sigma_{01}$  : Esfuerzo horizontal para estado 1, en N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_{02}$  : Esfuerzo horizontal para estado 2, en N/mm<sup>2</sup>

$w_{r1}$  : Peso unitario de conductor para estado 1 incluyendo sobrecargas, en N/m

$w_{r2}$  : Peso unitario de conductor para estado 2 incluyendo sobrecargas, en N/m

$t_1$  : Temperatura para el estado 1 en °C

$t_2$  : Temperatura para el estado 2 en °C

$a$  : Vano, en m

$E$  : Módulo de Elasticidad final del conductor, en N/mm<sup>2</sup>

$S$  : Sección del conductor, en mm<sup>2</sup>

$\alpha$  : Coeficiente de dilatación térmica, en 1/°C

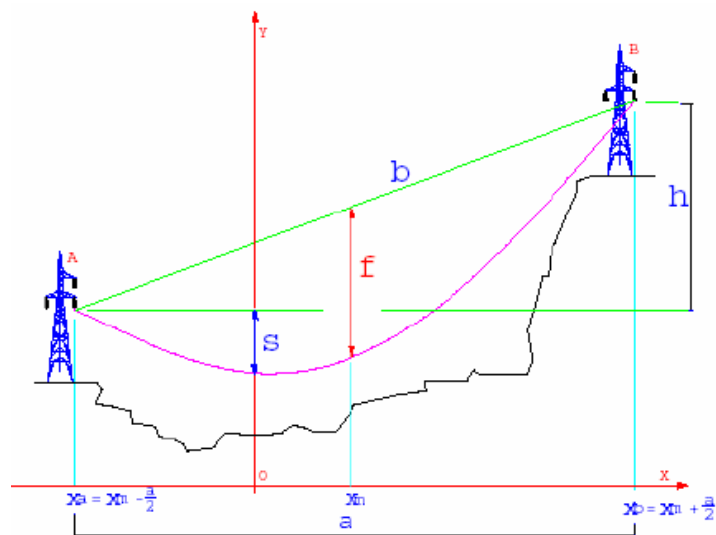
Una vez conocida la tensión en el conductor, se podrá calcular la flecha para los diferentes estados.

**4.4.2.2 Comportamiento geométrico del conductor con desnivel.** Los vanos en las líneas de transmisión generalmente no son a nivel debido a las condiciones geográficas del terreno, sin embargo, la ecuación de la catenaria es la misma, pero los puntos de soporte del conductor se han trasladado verticalmente dentro de la misma curva.

Por tanto, la ecuación del conductor siempre será la misma, de acuerdo a la expresión 4.6 y siendo el parámetro según la ecuación 4.7.

De acuerdo a la figura 5, el punto  $x_a$  y  $x_b$  representa las abscisas respecto al sistema de ejes coordenados cartesianos en donde se encuentran los puntos de soporte del conductor en extremo izquierdo y derecho respectivamente.

Así mismo,  $h$  es el desnivel y  $b$  es igual a la distancia del segmento AB o el vano real inclinado. (Bautista, 2009)



**Figura 5 Diagrama del Conductor Instalado en un Vano Desnivelado.**  
**Fuente: Líneas de Transmisión de Potencia, Prof. Juan Bautista**

**4.4.2.2.1. Longitud del Conductor en terreno desnivelado.** La longitud del conductor en terreno desnivelado está dada por las siguientes expresiones:

Fórmula Exacta:

$$L = \sqrt{\left(2C \sinh \frac{a}{2C}\right)^2 + h^2} \quad (4.15)$$

Fórmula Aproximada:

$$L = \frac{a}{\cos \psi} + \frac{8f^2 \cos^3 \psi}{3a} \quad (4.16)$$

$$\cos \psi = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{h}{a}\right)^2}} \quad (4.17)$$

**4.4.2.2.2. Flecha de conductor en terreno desnivelado.** La flecha del conductor en terreno desnivelado está dada por las siguientes expresiones:

Fórmula exacta:

$$f = C \left[ \cosh \left( \frac{X_a}{C} \right) - \cosh \left( \frac{a}{2} - \frac{X_b}{C} \right) \right] + \frac{h}{2} \quad (4.18)$$

Fórmulas Aproximadas:

$$f = \frac{a^2}{8C} \sqrt{1 + \left(\frac{h}{d}\right)^2} \quad (4.19)$$

**4.4.2.2.3. Saeta del conductor.** La saeta está dada por las siguientes expresiones:

Fórmula exacta:

$$s = C \left( \cosh \left( \frac{X_a}{C} \right) - 1 \right) \quad (4.20)$$

Fórmula aproximada:

$$s = f \left( 1 - \frac{h}{4f} \right)^2 \quad (4.21)$$

$$s = \frac{X_a^2}{2C} \quad (4.22)$$

**4.4.2.2.4. Tiro del conductor en el extremo superior izquierdo.** El tiro del conductor está dada por las siguientes expresiones:

Fórmula exacta:

$$T_A = T_O \cosh \frac{(X_a)}{C} \quad (4.23)$$

Fórmula Aproximada:

$$T_A = \sqrt{T_O^2 + (X_a w_c)^2} \quad (4.24)$$

**4.4.2.2.5. Tiro del conductor en el extremo superior derecho.** El tiro del conductor está dado por las siguientes expresiones: (Bautista, 2009)

Fórmula exacta:

$$T_B = T_O \cosh \frac{(X_b)}{C} \quad (4.25)$$

Fórmula Aproximada:

$$T_B = \sqrt{T_O^2 + (X_b w_c)^2} \quad (4.26)$$

**4.4.2.2.6. Ecuación de cambio de estado para vano a desnivel.** La ecuación de cambio de estado para vanos a desnivel está dada por la siguiente expresión: (Bautista, 2009)

$$\sigma_{02}^3 - \left[ \sigma_{01} - \frac{\alpha^2 E w_{r1}^2 \cos^3 \delta}{24S^2 \sigma_{01}^2} - \alpha E (t_2 - t_1) \cos \delta \right] \sigma_{02}^2 - \frac{\alpha^2 E w_{r2}^2 \cos^3 \delta}{24S^2} = 0 \quad (4.27)$$

$$\cos \delta = \frac{a}{b} \quad (4.28)$$

Donde:

$\sigma_{01}$  : Tiro horizontal para estado 1, en N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_{02}$  : Tiro horizontal para estado 2, en N/mm<sup>2</sup>

$w_{r1}$  : Peso unitario de conductor para estado 1 incluyendo sobrecargas, en N/m

$w_{r2}$  : Peso unitario de conductor para estado 2 incluyendo sobrecargas, en N/m

$t_1$  : Temperatura para el estado 1 en °C

$t_2$  : Temperatura para el estado 2 en °C

$a$  : vano horizontal, en m

$b$  : vano real, en m

$E$  : Módulo de Elasticidad final del conductor, en N/mm<sup>2</sup>

$S$  : Sección del conductor, en mm<sup>2</sup>

$\alpha$  : Coeficiente de expansión térmica, en 1/°C

$\delta$  : Ángulo de desnivel

**4.4.2.2.3 Sobrecargas en el conductor.** El conductor estará sometido a su propio peso, además afectarán otros factores, principalmente la presión del viento y las capas de hielo que se forman en la superficie del conductor en condiciones de temperatura muy bajas, por causa de las condiciones climáticas en la zona del proyecto.

La presión del viento sobre el conductor según la regla 250.C de CNE Suministro 2011 está dada por la siguiente expresión:

$$P_v = K \times V_v^2 \times S_f \quad (4. 29)$$

Donde:

$P_v$  : Presión del viento en N/m<sup>2</sup>

$K$  : Coeficiente de presión, igual a 0.613 para altitud menor a 3000 msnm y 0.455 altitud mayores a 3000 msnm.

$S_f$  : Factor de forma (1.0)

$V_v$  : Velocidad del viento en m/s

Con la siguiente expresión se calculará el peso adicional debido a la presión del viento es:

$$W_v = \frac{P_v \times \emptyset_c}{1000} \quad (4. 30)$$

Donde:

$W_v$  : Fuerza debido al viento en N/m

$P_v$  : Presión del viento en N/m<sup>2</sup>

$\emptyset_c$  : Diámetro del conductor en mm

El peso adicional debido al hielo sobre el conductor considerando una densidad del hielo de acuerdo al CNE Suministro 211 de 913 kg/m<sup>3</sup> es:

$$W_h = 0.0028e(\varnothing_c + e) \quad (4. 31)$$

Donde:

$W_h$  : Fuerza debido al hielo en kg/m

$e$  : espesor de hielo en mm

$\varnothing_c$  : Diámetro del conductor en mm

Por lo tanto, las cargas resultantes que actúan sobre los conductores son:

- a. La carga resultante cuando solo actúa el peso del conductor:

$$W_r = W_c \quad (4. 32)$$

- b. La carga resultante cuando actúan el peso del conductor y la presión del viento:

$$W_r = \sqrt{W_c^2 + W_v^2} \quad (4. 33)$$

La presión del viento en el conductor (por unidad de longitud) es proporcional a la velocidad del viento, su resultante es una carga perpendicular al eje longitudinal del conductor. Para los efectos de los cálculos mecánicos del conductor se considera que actúa perpendicularmente.

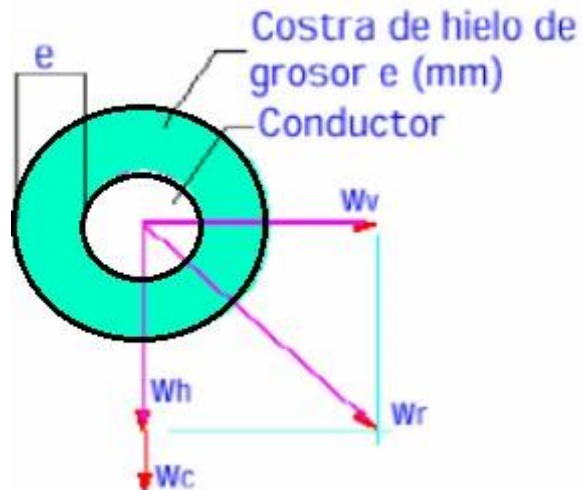
El efecto del viento equivale a inclinar el plano vertical del cable por lo tanto la fecha no es vertical sino inclinada un ángulo  $\delta$ .

$$\tan \delta = \frac{W_v}{W_c}$$

- c. La carga resultante cuando actúan el peso del conductor, la presión del viento y carga de hielo:

$$W_r = \sqrt{(W_c + W_h)^2 + W_v^2} \quad (4. 34)$$

La representación de las sobrecargas en el conductor se muestra en la fig. 6.



**Figura 6 Sobrecargas en conductor. Fuente: Líneas de Transmisión de Potencia, Prof. Juan Bautista**

**4.4.2.3 Fundamento para el Cálculo Mecánico de Estructuras.** Los cálculos mecánicos para las estructuras tienen la finalidad de verificar los esfuerzos mecánicos en postes, retenidas o crucetas de tal manera, que en las condiciones más críticas, no se supere sus cargas de rotura teniendo en cuenta los factores de sobrecarga y resistencia previstos en el CNE Suministro 2011 o los factores de seguridad establecidas en la norma RD 018-2003.

**4.4.2.3.1 Vanos Característicos.** Para el desarrollo de los cálculos mecánicos de estructuras es importante conocer los conceptos de vano viento y vano peso.

**4.4.2.3.1.1. Vano viento.** El vano viento es la longitud del vano horizontal utilizada para calcular la carga transversal que trasfiere el conductor a una estructura debido a la presión del viento sobre ellos, y se establece como la semisuma de los dos vanos adyacentes al apoyo (ver figura 7).

Su expresión queda definida según la siguiente expresión:

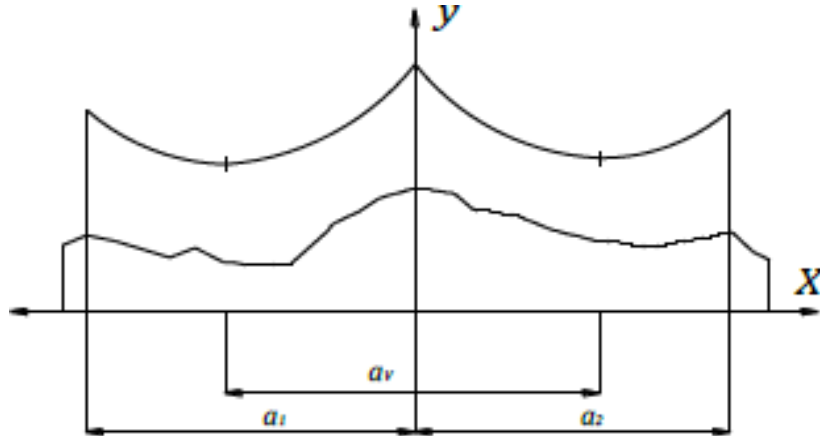
$$a_v = \frac{a_1 + a_2}{2} \quad (4.35)$$

Donde:

$a_v$  : vano viento en m

$a_1$  : vano anterior a la estructura en m

$a_2$  : vano posterior a la estructura en m



**Figura 7 Vano Viento. Fuente: Elaboración propia**

**4.4.2.3.1.2. Vano peso.** El vano peso determinará el esfuerzo vertical que un conductor transmite a la estructura.

Es decir, el vano peso se definirá como la longitud horizontal entre los puntos más bajos de las catenarias de los vanos adyacente a la estructura (ver figura 8).

Por lo tanto, su expresión queda definida por la siguiente expresión:

$$a_g = a_{g1} + a_{g2} \quad (4. 36)$$

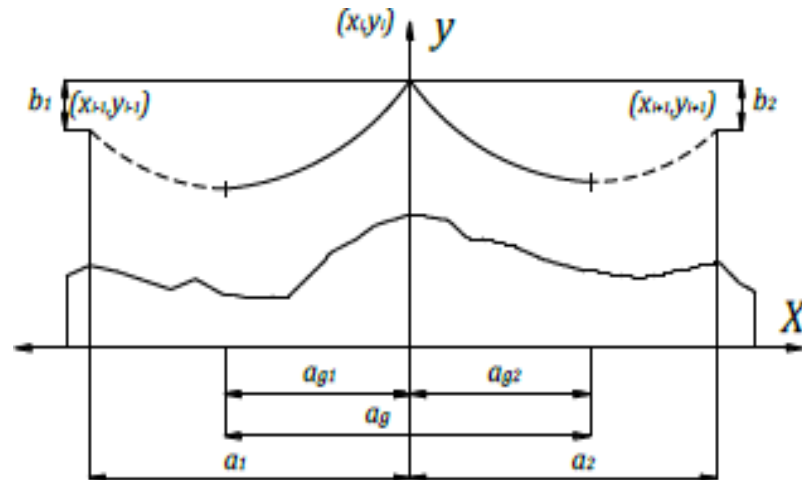
Siendo:

$a_g$  : vano peso en m

$a_{g1}$  : semivano peso anterior a la estructura en m



$a_{g2}$  : Isemivano peso posterior a la estructura en m



**Figura 8 Vano Peso. Fuente: Elaboración propia, 2021**

**4.4.2.3.2 Cargas en estructuras.** En las estructuras se producen tres tipos de cargas: cargas transversales, cargas longitudinales y cargas verticales aplicados en el eje transversal, longitudinal y vertical respectivamente. Para el cálculo de mecánica de estructuras se deben considerar las siguientes cargas:

**4.4.2.3.2.1. Cargas Transversales.** Están constituidas por las cargas debido a la presión del viento sobre los conductores, aisladores, crucetas y postes, así como la fuerza debido a la tracción del conductor por el ángulo de deflexión en los vértices de la línea.

$$F_h = F_{vt} + F_{vp} + F_t \quad (4.37)$$

Donde:

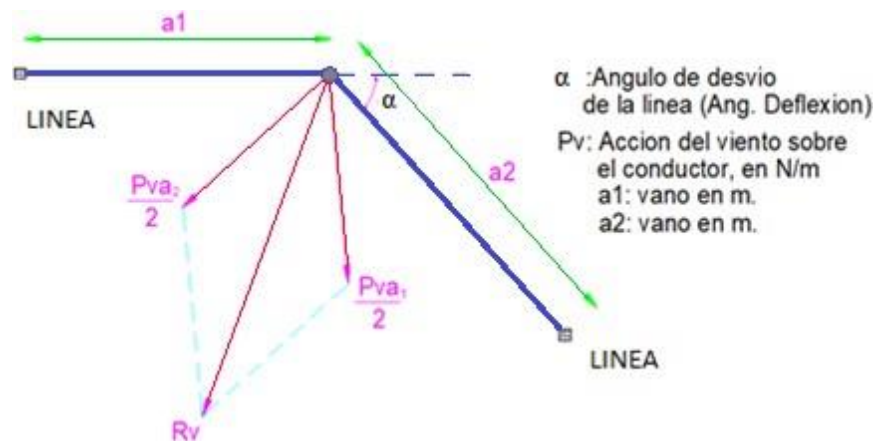
$F_h$  : fuerzas horizontales en la estructura

$F_{vt}$  : carga del conductor debido a la presión del viento en N

$F_{vp}$  : fuerza debida a la presión del viento sobre la estructura en N

$F_t$  : fuerza debida a la tracción del conductor en N

Determinación de la carga del viento sobre los conductores ( $F_{vt}$ ):



**Figura 9 Carga sobre el Conductor debido al Viento. Fuente: Elaboración propia, 2021.**

De la figura 9 se obtiene:

$$R_V = \sqrt{\left(\frac{P_V a_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{P_V a_2}{2}\right)^2 + 2\left(\frac{P_V a_1}{2}\right)\left(\frac{P_V a_2}{2}\right)\cos\alpha} \quad (4.38)$$

$$R_V = \frac{P_V}{2} \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + 2a_1 a_2 \cos\alpha} \quad (4.39)$$

Asumiendo que los vanos son iguales, se tiene:

$$R_V = P_V a \cos\frac{\alpha}{2} \quad (4.40)$$

Por lo tanto:

$$F_{vt} = P_v \emptyset_c a_v \cos\frac{\alpha}{2} \quad (4.41)$$

Donde:

$F_{vt}$  : Fuerza del conductor debido a la presión del viento, en N

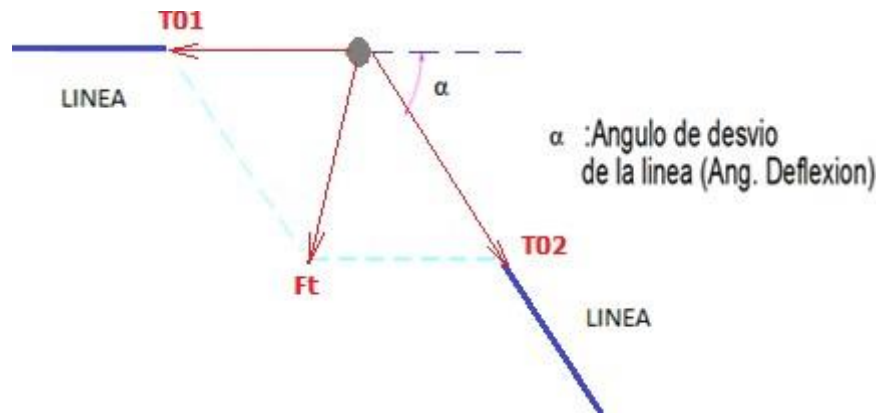
$P_v$  : Presión del viento sobre superficies cilíndricas, en Pa

$a_v$  : vano viento o vano medio, en m

$\emptyset_c$  : Diámetro del conductor, en m

$\alpha$  : Ángulo de deflexión o desvío topográfico, en grados

Determinación de la carga debida a la tracción de los conductores ( $F_t$ ):



**Figura 10 Carga debida a Tracción del Conductor. Fuente: Elaboración propia, 2021.**

De la figura 10 se obtiene:

$$F_t = \sqrt{(T_{02} - T_{01})^2 \cos^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) + (T_{02} + T_{01})^2 \sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \quad (4.42)$$

Asumiendo que las tensiones de los vanos adyacentes a la estructura son iguales  $T_{01}=T_{02}=T_0$  (estructuras de suspensión con pequeños ángulos de flexión), se obtiene:

$$2T_0 \sin \frac{\alpha}{2} = F_t \quad (4.43)$$

Por lo tanto:

$$F_t = 2T_0 \sin \frac{\alpha}{2} \quad (4.44)$$

Donde:

$F_t$  : Carga resultante debido a la tracción del conductor, en N

$T_0$  : Carga debida a la tracción del conductor en vanos adyacentes, en N

$\alpha$  : Ángulo de desvío topográfico, en grados

Determinación de la carga debido a la presión del viento sobre la estructura ( $F_{vp}$ ):

- Fuerza debida a la presión del viento sobre la estructura: (ver fig. 11)

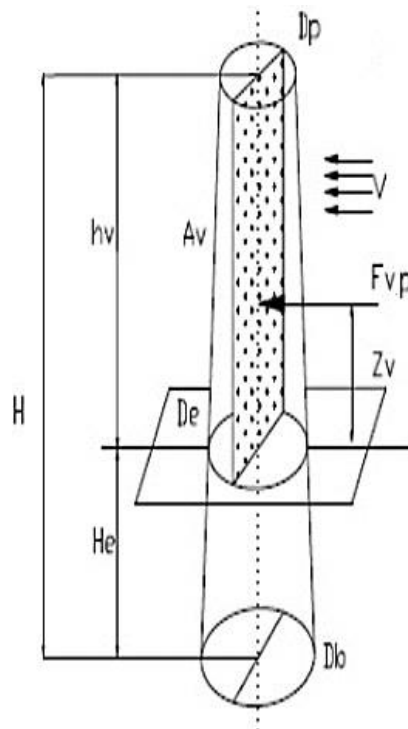
$$F_{vp} = \frac{(d_p + d_e)h_v P_v}{2} \quad (4.45)$$

b. La altura de la fuerza del viento sobre la estructura:

$$Z = \frac{h_v (d_e + 2d_p)}{3 (d_e + d_p)} \quad (4.46)$$

$$d_e = \frac{(d_b - d_p)h_v}{H} + d_p \quad (4.47)$$

- $d_p$  : diámetro del poste en la punta en m  
 $h_v$  : altura del poste expuesta al viento en m  
 $P_v$  : presión del viento en  $\text{kg/m}^2$   
 $d_e$  : diámetro de empotramiento en m  
 $d_b$  : diámetro del poste en la base en m  
 $H$  : Altura del poste en m



**Figura 11 Carga debida a la Presión del Viento sobre Estructura. Fuente: Elaboración propia, 2021.**

**4.4.2.3.2.2. Cargas Verticales.** Están constituidas por las cargas debido al peso de los conductores, aisladores, herrajes, aplicados en los puntos de suspensión o retención de cada conductor de fase, correspondiente a la hipótesis y condición que se esté evaluando. Adicionalmente se debe considerar el peso adicional por operación como de un operario con sus herramientas y la fuerza en su componente vertical de la retenida.

$$F_v = W_{cond} + W_{CA} + W_{herrajes} + W_{AD} \quad (4.48)$$

$$W_{cond} = W_c a_g \quad (4.49)$$

Donde:

$F_v$  : fuerzas verticales en la estructura

$W_{cond}$  : componente vertical de las fuerzas de los conductores sobre la estructura en N

$W_c$  : peso unitario del conductor en N/m

$a_g$  : vano peso en las condiciones requeridas en m

$W_{ca}$  : Peso de aisladores

$W_{herrajes}$  : Peso de los herrajes de suspensión en N

$W_{AD}$  : Peso de un hombre con herramientas en N

**4.4.2.3.2.3. Cargas Longitudinales.** Corresponde a las cargas generadas por el desbalance vectorial ante la presencia de vanos reguladores adyacentes diferentes es decir se originan por efecto del conductor en la dirección de la línea y depende del desequilibrio de tensiones en los vanos adyacentes a la estructura. Las cargas longitudinales se definirán según el tipo de estructura de acuerdo a lo siguiente:

Estructuras de suspensión en general:

$$F_L = abs(T_{1o} - T_{2o}) = 0 \quad (4.50)$$

Estructuras angulares:

$$F_L = 0 \quad (4.51)$$

Estructuras de anclaje o retención:

$$F_L = \frac{2}{3} \times T_o \quad (4.52)$$

Donde:

$F_L$  : Fuerza longitudinal debido al desequilibrio de tensiones en el conductor

$T_{10}$  : Tiro horizontal del vano anterior en N

$T_{20}$  : Tiro horizontal del vano posterior en N

Para el caso de las estructuras de retención y terminales estas se tienen que diseñar para soportar desequilibrios de cargas longitudinales fuertes, aun cuando la diferencia de tensiones pueda ser menor para el diseño se deberá tener en cuenta las condiciones más críticas.

## **CAPITULO V**

### **ANALISIS Y PRESENTACION DE RESULTADOS**

#### **5.1 Introducción**

##### **5.1.1 *Objetivo***

El presente capítulo tiene por finalidad describir los resultados de los cálculos tanto eléctricos como mecánicos realizados el diseño de los elementos del Sistema de Utilización en Media Tensión como solución del problema.

#### **5.2 Cálculos Eléctricos**

##### **5.2.1 *Cálculos eléctricos del conductor***

A continuación, se calculará el valor de los parámetros eléctricos para diferentes secciones de conductor de acuerdo a lo establecido el capítulo IV, para luego hallar los cálculos de caída de tensión desde el punto de diseño o punto de alimentación al punto final de la línea.

**5.2.1.1 *Cálculo de los parámetros de la línea eléctrica.*** La disposición de los conductores será en vertical a lo largo de todo el recorrido de la línea, este recorrido se muestra en el plano de trazo de ruta del Anexo C, así mismo en dicho anexo se presentan los planos de los armados correspondientes a cada tipo de estructura.

Generalmente la resistencia eléctrica del conductor a 20 °C es proporcionada por el fabricante (ver tabla 5), así mismo en base a las fórmulas del capítulo

IV se establecen los valores de resistencia del conductor a la temperatura máxima de operación establecida.

**Tabla 5 Cálculo de Resistencia Eléctrica para Conductor Tipo AAAC**

Sección (mm <sup>2</sup> )	Diámetro Hilo (mm)	Diámetro Cable (mm)	Coefficiente de temperatura de la resistencia (1/°C)	Resistencia Eléctrica en DC a 20 °C (Ohm/km)	Resistencia Eléctrica a en DC 40 °C (Ohm/km)
25	2.13	6.45	0.0036	1.37	1.469
35	2.52	7.62	0.0036	0.966	1.036
50	2.98	8.89	0.0036	0.671	0.719
70	3.57	10.8	0.0036	0.507	0.544

De la Tabla 5 se aprecia que respecto a la resistencia del conductor de 25 mm<sup>2</sup>, el de 35 mm<sup>2</sup> resulta ser 30% menor, el de 50 mm<sup>2</sup> un 50% menor, el de 70 mm<sup>2</sup> un 63% menor.

En la figura 12 se demuestra la disposición de los conductores aéreos, las distancias indicadas se utilizarán para el cálculo de la reactancia inductiva de la línea.



**Figura 12 Disposición de conductores en las estructuras. Fuente: Elaboración propia, 2021.**



De acuerdo a Zerpa (2013) “la selección del modo en que irán dispuestos los conductores dependerá de la facilidad en el mantenimiento y del grado de acercamiento a las viviendas, recordando que la mínima distancia hacia la fachada es de 2.50 mts.” (pag.87).

Las distancias de seguridad entre conductores serán establecidas más adelante en el apartado 5.3.1 del presente capítulo.

En el caso del presente proyecto para evitar interferencias con futuras edificaciones ya que los terrenos cercanos están destinados a la construcción de viviendas, la línea se ubicará aledaño a los límites del predio (paralelo al cerco perimétrico) y se selecciona una disposición vertical de conductores.

Para la disposición seleccionada se calcula la inductancia y reactancia inductiva para diferentes secciones de conductor de Aleación de Aluminio del tipo AAAC, estas serán las indicadas en la Tabla 6.

**Tabla 6 Cálculo de la Inductancia y Reactancia Inductiva**

Sección (mm <sup>2</sup> )	DMG (m)	RMG (mm)	Inductancia (mH/m)	Reactancia Inductiva (Ohm/km)
25	1.512	2.341	0.00129	0.488
35	1.512	2.766	0.00126	0.475
50	1.512	3.227	0.00123	0.464
70	1.512	3.920	0.00119	0.449

**5.2.1.2 Cálculos de caída de tensión.** La caída porcentual de tensión en la línea para una potencia de transmisión de 12 kW, tensión nominal inicial 20 kV y final de 22.9 kV, es la que se muestra en las tablas 7 y 8 para diferentes secciones de conductor de Aleación de Aluminio del tipo AAAC desde el punto inicial 1 (punto de alimentación) hasta el punto final 2 (subestación de distribución) según figura 13.



la caída de tensión porcentual en el punto de alimentación (información que debería dar la concesionaria) más la caída de tensión calculada no debe superar el valor máximo de 5.0% de la tensión nominal.

**5.2.1.3 Resultados de los parámetros de la línea eléctrica.** Se seleccionó un conductor de Aleación de Aluminio (AAAC) de 70 mm<sup>2</sup> para la línea proyectada de acuerdo a los cálculos de caída de tensión descritos en las tablas 7 y 8, asimismo se verificó que el conductor seleccionado cumple holgadamente la capacidad de corriente de transmisión requerida. Cabe indicar que a mayor sección de conductor se tendrá mejor regulación de tensión y menos pérdidas sin embargo costo del conductor será mayor. Así mismo importante verificar los valores requeridos cumplan para los nivel tensión de operación inicial y final. Los resultados de los cálculos de parámetros eléctricos del conductor seleccionado se resumen en la Tabla 9.

**Tabla 9 Resumen de Parámetros Eléctricos de la Línea Eléctrica**

Sección Nominal (mm <sup>2</sup> )	DMG (m)	RMG (m)	Resistencia Eléctrica a 40 °C (Ohm/km)	Reactancia Inductiva (Ohm/km)
70	1.512	3.920	0.544	0.449

### 5.3 Análisis de distancias de seguridad

Las distancias de seguridad a tener en consideración para el diseño de la línea son las estipuladas en el CNE Suministro 2011 y la norma RD 018-2003, las cuales se presentan a continuación:

### **5.3.1 Distancia de seguridad horizontal o vertical entre conductores para un mismo o diferentes circuitos**

Según el CNE-Suministro 2011 en su Tabla 235-1 establece la separación horizontal:

- Para nivel de tensión entre 750 y 11 000 V será de 0.40 m
- Para niveles de tensiones superiores a 11 000 V será de  $0.40+0.01 \text{ m/kV}$  en exceso de 11 kV

Realizando el cálculo para una tensión de 22.9 kV, la separación horizontal será igual a 0.52 m.

Además, según la norma RD 018-2003 en el numeral 3.1 se recomienda considerar una separación horizontal de 0.70 m.

Por otro lado, según el CNE Suministro 2011 en su Tabla 235-5 establece la separación vertical:

- Para nivel de tensión entre 750 V y 11 000 V será de 0.80 m
- Para niveles de tensiones mayores de 11 000 V es  $0.80+0.01 \text{ m/kV}$  en exceso de 11 kV

Realizando el cálculo para una tensión de 22.9 kV, la separación vertical será igual a 0.92 m.

Por último, según la norma RD 018-2003 en el numeral 3.1 se recomienda considerar una separación vertical de 1.00 m.

### **5.3.2 Distancia mínima entre conductores y accesorios bajo tensión y elementos de puesta a tierra**

Según la norma RD 018-2003 en el numeral 3.2 la distancia mínima entre conductores y accesorios bajo tensión y elementos de puesta a tierra será igual a 0.25 m.

### 5.3.3 *Distancia horizontal mínima entre conductores de un mismo circuito a la mitad del vano*

Para asegurar las distancias de seguridad mínimas a medio vano, se debe tener en consideración las distancias horizontales entre fases en las estructuras, por tanto, estos espaciamientos dependerán de los vanos máximos. (Rocha, 2005)

En ese sentido, esta distancia de separación será uno de los factores que restringirá la longitud del vano horizontal en particular donde existe cambio de configuración de armados.

Asimismo, la distancia entre conductores de fase debe ser tal que no haya riesgo alguno de fallas por acercamiento entre fases debido a si se proyecta un vano muy grande, teniendo presente los efectos de oscilaciones de los conductores debidas a fenómenos ambientales.

La norma RD 018-2003 en su numeral 3.3, señala que la separación mínima a mitad del vano se calcula por la siguiente expresión:

$$D = 0.0076UF_c + 0.65\sqrt{f} \quad (5.1)$$

Donde:

$U$  : Tensión nominal entre fases, en kV

$F_c$  : Factor de corrección por altitud

$$F_c = 1 + 1.25(msnm - 1000) * 10^{-4} \quad (5.2)$$

$f$  : Flecha de conductor a la temperatura máxima prevista, en m

### 5.3.4 *Distancia vertical mínima entre conductores de un mismo circuito a la mitad del vano*

Según la Norma RD 018-2003 en su numeral 3.4, señala la distancia vertical entre conductores a mitad de vano, entre los valores principalmente es de 2.00 m para vanos mayores de 600 m y 1.20 m para vanos entre 350 y 600 m.

### **5.3.5 *Distancia vertical de seguridad de conductores sobre el nivel del piso, camino, riel o superficie de agua***

La Tabla 232-1 del CNE Suministro 2011, establecen las distancias verticales de seguridad cuando el conductor cruza o sobresale del camino y cuando el conductor recorre a lo largo no sobresalen del camino, y toma como base nivel de tensión de 23 kV. Asimismo, para tensiones mayores se los valores se incrementarán a razón de 10 mm por cada kV que sobre pase los 23 kV y el incremento de un 3% por cada 300 m que sobre pase los 1000 m.s.n.m.

### **5.3.6 *Distancias de seguridad a edificaciones y otras instalaciones***

La Tabla 234-1 del CNE Suministro 2011 establecen la distancia de seguridad de los alambres, conductores, cables y partes rígidas con tensión no protegidas adyacentes, pero no fijadas a edificaciones, letreros, chimeneas, antenas de radio y televisión, tanques, puentes peatonales y otras instalaciones a excepción de puentes (vehiculares), siendo el parámetro más importante la de la distancia de seguridad horizontal a edificaciones de 2.5 m.

## **5.4 Análisis del nivel de aislamiento**

### **5.4.1 *Criterios para selección del nivel de aislamiento***

Para la determinación del nivel de aislamiento para la línea se tendrá en cuenta lo establecido por las normas IEC 60071 “Coordinación de aislamiento” y la norma IEC 60815 “Selección y dimensionamiento de aisladores de alta tensión en condiciones de contaminación”.

El nivel de aislamiento de la línea debe ser tal que proporcione la debida protección contra esfuerzos atribuido generalmente a sobretensiones tipo maniobra, tipo atmosférico y pérdida de aislamiento por contaminación, por lo que los aisladores deben garantizar una rigidez dieléctrica adecuada entre las

partes energizadas y tierra, además de soportar mecánicamente a los conductores.

En ese sentido, los factores principales a ser considerados para la selección del aislamiento serán por sobretensiones a frecuencia industrial en seco y atmosféricas y por contaminación ambiental.

#### **5.4.2 Determinación del Nivel Básico de Aislamiento (BIL)**

Para determinar el BIL (que es la tensión en KV de ensayo al impulso tipo rayo) que requiere para los componentes de la línea como aisladores y equipos se recomienda considerar los niveles de aislamiento mínimo relacionada a la tensión más elevada para el material o del sistema indicado la Norma IEC 60071-1 y que se muestran a continuación en tabla 10.

**Tabla 10 Niveles de aislamiento normalizados para la gama I (1 kV<U<sub>m</sub><245 kV)**

<b>Tensión más elevada para el material U<sub>m</sub> kV (valor eficaz)</b>	<b>Tensión soportada normalizada de corta duración a frecuencia industrial kV (valor eficaz)</b>	<b>Tensión soportada normalizada a los impulsos tipo rayo kV (valor de cresta)</b>
17.5	38	75 95
24	50	95 125 145
36	70	145 170

Así mismo el BIL de los equipos a seleccionar debe ser mínimamente el valor de la tensión indicada en la norma y descrita en la Tabla 10, sin embargo, si los elementos se instalarán en alturas superiores a los 1000 msnm se deberá aplicar un factor de corrección a lo establecido en la Tabla 10, el cual será el valor del BIL normalizado mínimo que se le deberá asignar a los equipos a instalar, y se calculará con la siguiente expresión. (Uscátegui, 2015)

$$BIL = V_r \times K_a \quad (5.3)$$

$$K_a = e^{m\left(\frac{H}{8150}\right)} \quad (5.4)$$

Donde:

- $BIL$  : BIL normalizado para alturas mayores a 1000 msnm  
 $V_r$  : BIL recomendado según la Tabla 13 según el nivel de tensión más elevado  
 $m$  : Igual a 1 según IEC 60071-2  
 $H$  : Altura sobre el nivel del mar del lugar de instalación

### 5.4.3 Determinación del Nivel Aislamiento

Las líneas de distribución deberán asegurar el cumplimiento de los requerimientos de aislamiento de sus componentes energizados, para que no se produzcan fallas tanto por medio del aire producto de una disminución en las distancias de seguridad o por materiales aislantes que no cumplen mínimamente con lo requerido. (Uscátegui, 2015)

El nivel de aislamiento de los aisladores debe ser tal que asegure una correcta protección frente a los siguientes parámetros:

- Tensión nominal de servicio
- Sobretensiones por descargas atmosféricas
- Sobretensiones por maniobra (se deben tomar en cuenta para tensiones mayores a 230 kV)
- Contaminación ambiental

A continuación, se desarrolla los cálculos detallados para los aislamientos requeridos por la línea proyectada en base de la norma IEC 60071-2 en donde se establecen los requerimientos de aislamiento cuyos resultados permitieran la selección de los aisladores, estos resultados se presentan a continuación:

**5.4.3.1 Aislamiento requerido por Contaminación Ambiental.** Este requerimiento determina la longitud total de la línea de fuga en mm para el aislamiento por contaminación ambiental.



Por tanto para la determinación de la distancia de fuga de los aisladores se ha tomado como referencia la recomendación de la Norma IEC 815, que establece cuatro niveles de contaminación según las características ambientales determinando un nivel ligero (Nivel I) para generalmente áreas con baja densidad de industrias y viviendas, un nivel medio (Nivel II) para áreas con industrias y alta densidad de viviendas, un nivel alto (Nivel III) para áreas con alta densidad de industrias o áreas cercanas al mar y un nivel muy alto (Nivel IV) sujetas a altas contaminación industrial, sujetas a fuertes vientos procedentes del mar o áreas desérticas ; el nivel la longitud de fuga nominal mínima/kV en función del nivel de contaminación se indican en la tabla 11.

**Tabla 11 Grados de Contaminación**

<b>Nivel de Contaminación</b>	<b>Longitud de fuga nominal mínima mm / kV</b>
Ligero Nivel I	16
Medio Nivel II	20
Alto Nivel III	25
Muy Alto Nivel IV	31

La línea de fuga fase - tierra está dado por la siguiente expresión:

$$L_{fuga} = L_{f0} \times U_{max} \times f_{ch} \quad (5.5)$$

Donde:

$L_{fuga}$  : Longitud de fuga entre fase- tierra requerida

$L_{f0}$  : Longitud de fuga unitaria en mm/ kV

$U_{max}$  : Tensión Máxima de Servicio en kV

$f_{ch}$  : Factor de corrección por altura, para alturas <1000 msnm = 1, para alturas > 1000 msnm:

$$f_{ch} = 1 + 1.25(msnm - 1000) \times 10^{-4} \quad (5. 6)$$

El área de proyecto se caracteriza por ser una zona cercana al mar y virtualmente no hay precipitaciones durante el año, lo que no contribuye a la limpieza periódica de los aisladores.

Por lo tanto, se ha seleccionado una distancia de fuga  $L_{fo} = 25 \text{ mm}^2/\text{kV}$  correspondiente a una zona de contaminación alto, generalmente asignada a una zona cercana al mar o expuestas a vientos relativamente fuertes provenientes del mar. Los resultados de aislamiento requerido por contaminación ambiental se muestran en la Tabla 12.

**Tabla 12 Resultados Aislamiento Requerido por Contaminación**

Altitud	$F_{ch}$	$L_{fo}$ (mm/kV $_{\phi-\phi}$ )	$U_{max}$ (kV)	$L_{fuga}$ (mm)
Hasta 1000 msnm	1.00	25	25	625

**5.4.3.2 Aislamiento requerido por sobretensiones a frecuencia industrial en seco.** Esta sobretensión se produce debido a fallas en el sistema y está dada por la siguiente expresión:

$$V_{fi} = \frac{f_s \times U_{max} \times h}{\sqrt{3} \times (1 - N \times \sigma) \times \delta \times f_i} \quad (5. 7)$$

Donde:

$f_s$  : factor de sobretensión a frecuencia industrial (1.5)

$U_{max}$  : Tensión de servicio máxima

$h$  : factor por humedad (1.0)

$N$  : número de desviaciones estándar alrededor de la media (3)

$\sigma$  : desviación estándar (1%)

$\delta$  : densidad relativa del aire

$$\delta = \frac{3.92 \times H}{273 + t} \quad (5.8)$$

$$H = 10^{\left(\log 76 - \frac{msnm}{18336}\right)} \quad (5.9)$$

$f_i$  : factor por lluvia (0.8)

Los resultados de aislamiento requerido por sobretensión a frecuencia industrial en seco se muestran en la Tabla 13.

**Tabla 13 Resultados Aislamiento Necesario por Sobretensión a Frecuencia Industrial en Seco**

Altitud	$U_{max}$ (kV)	Densidad Relativa $\delta^{(1)}$	$V_{fi}$ (kV)
Hasta 1000 msnm	25	1.00	28

Nota:

(1) Densidad relativa del aire para temperatura= 20 °C y msnm = 100

Asimismo, la norma RD 018-2003 recomienda una la tensión de sostenimiento a frecuencia industrial entre fases y fase-tierra de 50 kV para tensiones de 22.9 kV y altitudes menores de 1000 msnm.

**5.4.3.3 Aislamiento requerido por sobretensiones atmosféricas.** El aislamiento por sobretensión atmosférica está dado por la siguiente expresión:

$$V_i = \frac{BIL}{(1 - N \times \sigma) \times \delta} \quad (5.10)$$

Donde:

$BIL$  : Nivel Básico de Aislamiento

$N$  : número de desviaciones estándar alrededor de la media (1.2)

$\sigma$  : desviación estándar (2%)

$\delta$  : densidad relativa del aire

Los resultados de aislamiento requerido por sobretensión atmosférica se muestran en la Tabla 14.

**Tabla 14 Resultados Aislamiento Necesario por Sobretensión Atmosférica**

Altitud	BIL (kV)	Densidad Relativa $\delta^{(1)}$	V <sub>i</sub> (kVp)
Hasta 1000 msnm	125	1.00	128

Nota:

(1) Densidad relativa del aire para temperatura 20 °C y msnm = 100

Por otro lado, la norma RD 018-2003 recomienda una la tensión de sostenimiento tipo rayo entre fases y fase-tierra de 125 kV para tensiones de 22.9 kV y altitudes menores de 1000 msnm.

**5.4.3.4 Selección de aisladores.** Respecto a la selección de aisladores cabe resaltar que el aislamiento al impulso atmosférico y por contaminación se han tomado como valores determinantes. De los resultados obtenidos y detallados en la Tabla 12, 13 y 14 se ha seleccionado aisladores polimérico tipo Pin para estructuras de alineamiento o ángulos pequeños de deflexión, y aisladores del tipo suspensión polimérico para estructuras angulares y de retención, en la Tabla 15 se muestran las características de aisladores poliméricos de un determinado fabricante que cumpliría con los requerimientos calculados.

**Tabla 15 Resultados de Selección de Aisladores**

Característica	Valor calculado	Porcelana		Polimérico	
		Tipo Pin 56-4	Tipo Suspensión 3 de 52-3	Tipo Pin STPC-28	Tipo Suspensión STGS-28
Longitud de fuga (mm)	625	685	876	815	703
Aislamiento por sobretensiones	50	140/95	215	130/96	150/130

a frecuencia industrial Vfi (kV)					
Aislamiento por sobretensiones atmosférica Vi (kV)	128	310/225	341	192/218	187/202

## 5.5 Cálculo Mecánico del Conductor

El cálculo mecánico de conductores se realizará para simular el comportamiento del conductor en distintas condiciones ambientales por lo que será necesario definir unas hipótesis de estado que soportará la línea durante su operación para asegurar que trabajará correctamente. Es decir el cálculo mecánico de conductores implica el cálculo de los esfuerzos mecánicos en los conductores para un determinado vano y bajo condiciones de carga establecidas por las hipótesis relacionadas a condiciones climatológicas de tal forma que las tensiones halladas no deben superar en ningún caso los límites establecidos en el CNE Suministro 2011 o normas internacionales aplicables.

### 5.5.1 Tensiones mecánicas en el diseño de conductores

**5.5.1.1 Tensión de cada día (Every Strees o EDS).** En el diseño de líneas aéreas es importante realizar una adecuada selección de la tensión mecánica aplicada al conductor para el tendido, ya que se ha demostrado de que cuando mayor sea la tensión mecánica en el conductor, mayor es la probabilidad de se presenten vibraciones.

En ese sentido, el valor representativo de la tensión EDS, se suele expresarlo en tanto por ciento de la carga de rotura nominal del conductor (Ultimate Tension Strength o UTS), que generalmente está entre un 15 hasta un 25 % de ésta. (Villeda, 2013)

**5.5.1.2 Determinación del esfuerzo EDS.** El esfuerzo EDS del conductor, estará de acuerdo a los valores establecidos en el CNE Suministro 2011 en su regla 261.H.1.b.

En ese sentido, para el conductor de aleación de aluminio seleccionado, se ha establecido un esfuerzo unitario en condición EDS inicial igual a 18 % de su carga de rotura nominal, con este valor se efectuará el cálculo mecánico de conductores.

**5.5.1.3 Esfuerzos máximos del Conductor.** El máximo esfuerzo al que se encuentre sometido el conductor, en las condiciones más desfavorables, no debe ser superior a 60% de su carga de rotura nominal, en cumplimiento con la regla 261.H.1.a del CNE Suministro 2011.

### **5.5.2 Características del conductor de fase**

Las características mecánicas del conductor en aleación de aluminio seleccionado son las indicadas en la Tabla 16.

**Tabla 16 Características Mecánicas del Conductor AAAC seleccionado**

Sección (mm <sup>2</sup> )	70
Numero de hilos	7
Diámetro cable (mm)	10.8
Diámetro hilo (mm)	3.57
Peso Unitario (N/m)	1.92
Módulo de Elasticidad (kN/mm <sup>2</sup> )	60.76
Coefficiente de expansión térmica (1/°C)	23x10 <sup>-6</sup>
Carga rotura (kN)	20.95

### 5.5.3 *Hipótesis de Carga para el conductor*

Las hipótesis de estado que regirá el cambio de carga del conductor de aleación de aluminio tipo AAAC seleccionado se planteará en base a las condiciones ambientales de la zona de la instalación del conductor.

Para esto el CNE Suministro 2011 en su tabla 2501-A y 2501-B establece tres zonas de carga en el Perú dependiente de su ubicación geográfica o cuatro zonas asociadas a la altura sobre el nivel del mar, para cada zona establece un determinado valor de velocidad de viento, temperatura ambiente y espesores de hielo, sin embargo, estos datos son determinísticos y si además se aplican parámetros unos factores de seguridad, producirían un mayor sobredimensionamiento de la capacidad de las estructuras.

Por lo tanto, lo más recomendable para los diseños es definir las condiciones ambientales en función a los parámetros o datos históricos, como puede ser información del Servicio nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).

En ese sentido, según el SENAMHI y de acuerdo a los datos de su estación denominada “Cañete” ubicada cercana a la zona de proyecto, el área de influencia tiene las características siguientes:

- Temperatura Máxima promedio (°C) : 30
- Temperatura Media Anual (°C) : 22
- Temperatura Mínima promedio (°C) : 14

A continuación, se definen cuatro hipótesis de carga para el cálculo mecánico del conductor, Hipótesis de Templado (EDS), Hipótesis de Máximo Viento, Hipótesis de Máxima Temperatura e Hipótesis de Mínima Temperatura con sus respectivos valores de temperatura, velocidad del viento y espesor de hielo, para su definición se tuvo en consideración la información de SENAMHI y las recomendaciones del CNE Suministro 2011 en su sección 25, las cuales se indican a continuación:

#### a. **Hipótesis I: Templado (EDS)**

- Temperatura: 20 °C. Temperatura media anual

- Velocidad del Viento: 0 km/h (sin viento)
- Tiro Unitario: 18% del tiro de rotura nominal, condición inicial

**b. Hipótesis II: Máximo Viento**

- Temperatura: 15 °C. Temperatura mínima promedio
- Velocidad del Viento: 80 km/h
- Tiro Máximo: 60 % del tiro de rotura nominal.

**c. Hipótesis III: Máxima Temperatura (Flecha Máxima)**

- Temperatura: 50 °C. Temperatura máxima de trabajo del conductor
- Velocidad del Viento: 0 km/h
- Tiro Máximo: 60 % del tiro de rotura nominal

**d. Hipótesis IV: Mínima Temperatura**

- Temperatura: 15 °C. Temperatura mínima promedio
- Velocidad del Viento: 0 km/h
- Tiro Máximo: 60 % del tiro de rotura nominal.

Como punto revolante para la hipótesis I se defino un tiro de tendido del 18% del tiro de rotura del conductor, mayor tiro se requerirían estructuras de mayor capacidad y un tiro menor produciría mayor flecha por lo que sería más factible que el conductor se desplace por efecto del viento.

Para la temperatura en hipótesis III se define la temperatura como la del conductor por efecto de la temperatura ambiente y la máxima transmisión de corriente más incremento del equivalente térmico por efecto Creep (asentamiento del conductor) que se podrá calcular tomando como referencia las normas IEEE 738.

Las características y condiciones ambientales para cada hipótesis planteada se resumen en la Tabla 17.



**Tabla 17 Características y Condiciones Ambientales para Hipótesis de Carga**

Características	Hip. I Templado	Hip. II Máximo Viento	Hip. III Máxima Temperatura	Hip. IV Mínima Temperatura
Temperatura (°C)	20	15	50	15
Velocidad de Viento (km/h)	0	80	0	0
Espesor del hielo (mm)	0	0	0	0
Tiro de Rotura Nominal (kN)	20.95	20.95	20.95	20.95
Tiro Máximo Admisible (% Tiro de Rotura )	18	60	60	60
Máximo Tiro Admisible (kN)	3.77	12.57	12.57	12.57

#### 5.5.4 Esfuerzos en el conductor

Aplicando las expresiones de sobrecarga establecidos en Capítulo IV referente a sobrecargas en el conductor por la presión de viento, por peso adicional por capas de hielo si fuera el caso, se obtiene los siguientes resultados que se muestran en la tabla 18.

**Tabla 18 Esfuerzos en el Conductor para la Hipótesis de Carga**

Características	Hip. I Templado	Hip. II Máximo Esfuerzo	Hip. III Máxima Temperatura	Hip. IV Mínima Temperatura
Peso del conductor (N/m)	1.92	1.92	1.92	1.92
Presión del viento (N/m <sup>2</sup> )	0	302.72	0	0
Fuerza debida al viento (N/m)	0	3.24	0	0
Fuerza debida al hielo (N/m)	0	0	0	0
Fuerza resultante (N/m)	1.92	3.76	1.92	1.92

### 5.5.5 *Tablas de Cálculo Mecánico de conductores*

Con las hipótesis de estado establecidas, las características del conductor como datos principales de entrada y las ecuaciones de cambio de estado estipulado en el capítulo IV se han elaborado las tablas de cálculo mecánico de conductores donde se muestran los resultados del tiro horizontal, tiro máximo en el conductor, el valor de la flecha para un rango de valores de vano y para las cuatro hipótesis de carga considerando como estado inicial la hipótesis de EDS.

Asimismo, del cálculo mecánico de conductores se deberá comprobar que el tiro máximo en el conductor para todas las hipótesis de carga debe ser menor al tiro máximo admisible para cada vano establecido.

Los cálculos se han realizado con una hoja de cálculo y los resultados se muestran en el Anexo A.

Un resumen de los resultados obtenidos se muestra en la tabla 19.

**Tabla 19 Cálculo mecánico de conductores**

Vano (m)	Hipótesis I			Hipótesis II			Hipótesis III			Hipótesis IV		
	H (kN)	T (kN)	F (m)	H (kN)	T (kN)	F (m)	H (kN)	T (kN)	F (m)	H (kN)	T (kN)	F (m)
10	3.81	3.810	0.01	4.308	4.308	0.01	0.943	0.943	0.03	4.298	4.298	0.01
20	3.81	3.810	0.02	4.335	4.335	0.04	1.078	1.078	0.09	4.295	4.296	0.02
30	3.81	3.810	0.06	4.377	4.378	0.10	1.221	1.222	0.17	4.291	4.291	0.05
40	3.81	3.810	0.10	4.433	4.433	0.17	1.359	1.359	0.28	4.284	4.285	0.09
50	3.81	3.810	0.16	4.499	4.449	0.26	1.488	1.488	0.40	4.277	4.277	0.14
60	3.81	3.811	0.22	4.572	4.573	0.37	1.608	1.609	0.53	4.267	4.267	0.20
70	3.81	3.811	0.31	4.651	4.653	0.49	1.719	1.721	0.68	4.256	4.257	0.27
80	3.81	3.811	0.40	4.733	4.735	0.63	1.824	1.825	0.83	4.244	4.245	0.36
90	3.81	3.811	0.50	4.817	4.820	0.79	1.921	1.923	1.00	4.232	4.233	0.45
100	3.81	3.811	0.62	4.901	4.905	0.96	2.013	2.015	1.18	4.218	4.219	0.56

### 5.5.6 Vano máximo permisible por distancia de seguridad al suelo

Para el cálculo del vano máximo permisible se ha tomado en cuenta la longitud del poste seleccionado, la flecha máxima y la distancia mínima al suelo establecida en el CNE Suministro 2011 (tabla 232-1), considerando principalmente en zonas urbanas una distancia de seguridad vertical para carreteras y avenidas de 7.0 m, caminos y calles sujetos al tránsito de camiones de 6.5 m para un nivel de tensión no mayor de 23 kV y no mayor a 1000 msnm, por lo que se puede establecer un vano máximo de 160 m en caso terreno nivelados, los resultados mostrados en la tabla 20.

**Tabla 20 Cálculo de Vano Máximo Permisible**

Altura poste (m)	He (m)	Altura útil (m)	Altura de cond. inf. (m)	Flecha máxima (m)	Vano Máximo (m)
13	1.6	11.4	2.4	2.50	160

## 5.6 Cálculo Mecánico de Estructuras

El cálculo mecánico de estructuras tiene por objetivo determinar las cargas mecánicas resultantes principalmente en los postes debido a las cargas transversales, longitudinales y verticales para un determinado vano, de tal manera que, en las condiciones más críticas la carga resultante, no se supere los esfuerzos máximos o cargas de trabajo considerando los factores de seguridad establecidos en el CNE Suministro 2011 o la norma RD 018-2003. Los datos importantes para el desarrollo de los cálculos son las características del poste, la disposición de los conductores y los resultados de los cálculos mecánicos de conductores.

### **5.6.1 Consideraciones de diseño de estructuras**

Para los cálculos se considerará las siguientes cargas para las estructuras:

a. Cargas normales

- Fuerzas Transversales: Fuerza debida al viento sobre los conductores y postes (se podrá despreciar las fuerzas en los aisladores y crucetas) así como las fuerzas debido a la tracción del conductor por el ángulo de deflexión en los vértices de la línea generalmente en estructuras angulares.

Solamente se determinará para la hipótesis de máximo esfuerzo del cálculo mecánico de conductores.

- Fuerzas Verticales: Fuerzas vertical debida al peso de los conductores, aisladores, crucetas, herrajes, peso de un operario, así como la componente vertical de las retenidas. Se deberá verificar que no se supere la carga crítica de compresión de los postes y para las hipótesis de máximo esfuerzo del cálculo mecánico de conductores.
- Fuerzas Longitudinales: Fuerzas producidas por cada uno de los vanos adyacentes a la estructura y en dirección de la línea, se determinará para la hipótesis de máximo esfuerzo del cálculo mecánico de conductores y generalmente para estructuras de anclaje y terminales.

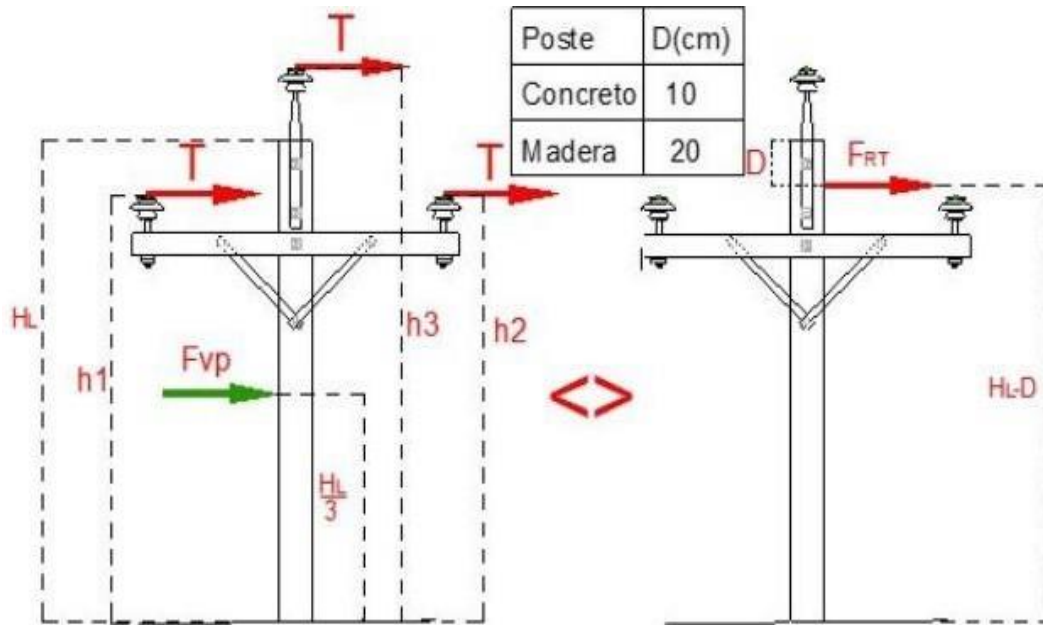
b. Cargas anormales

En condiciones de carga excepcionales, se admite que la estructura está sujeta además de las cargas normales, a una fuerza normal correspondiente a la de rotura de uno de los conductores de la fase más alta y los demás sanos. Se determinará solo para la hipótesis de máximo esfuerzo. En el presente trabajo no se considerará esta condición.

### **5.6.2 Cálculo para límite de rotura en estructuras**

Una vez calculado cada componente de la fuerza transversal, se calcula la fuerza resultante "T" en cada punto de engrape de conductor o cable, también se debe considerar que aparte de la fuerza "T" en cada punto de engrape, existe la fuerza transversal por viento en el soporte, se podrá despreciar la

fuerza de viento sobre los aisladores y crucetas, el resumen de fuerzas se muestra en la fig. 14.



**Figura 14** Cálculo para límite de estructuras. Fuente: *Elaboración propia, 2021.*

Donde:

$h_1$ ,  $h_2$  y  $h_3$ : alturas correspondientes al punto de aplicación de "T" en cada engrape.

HL: Altura libre del poste (sin considerar la altura de empotramiento).

T: Fuerza Transversal por presión de viento resultante en el punto de engrape.

D: Distancia de aplicación (desde la punta del poste) de la fuerza resultante transversal total.

Fvp: Fuerza transversal del viento sobre el soporte.

Los límites de rotura se calculan en base a un factor de seguridad (F.S) que puede ser variable según la normativa de cada país.

Para la evaluación de la carga transversal se realiza el cálculo de la carga resultante equivalente que se aplica a una pequeña distancia de la punta del

poste, mediante el cálculo del momento equivalente de las demás fuerzas, como se muestra en la siguiente expresión:

$$(h_1 + h_2 + h_3)T + Fvp \times \frac{H_L}{3} = F_{RT}(H_L - D) \quad (5. 11)$$

Si la carga resultante  $F_{RT}$  supera la carga de rotura del poste podría ocasionar su falla por lo que para asegurar que esto no ocurra se debe garantizar que cumpla lo siguiente:

$$\frac{C_R}{F_{RT}} \geq F.S \quad (5. 12)$$

De acuerdo a los cálculos, las estructuras podrían necesitar retenidas longitudinales (en la bisectriz) o transversales (en la dirección de la línea) para no superar los factores de seguridad y trabajen adecuadamente.

### **5.6.3 Factores de seguridad**

Los factores de seguridad se han determinado según los requerimientos de seguridad del proyecto, así como las características físicas de los materiales seleccionados.

Según las reglas del CNE Suministro 2011, los factores de seguridad será el cociente entre el factor de sobrecarga y el factor de resistencia y se puede considerar los factores indicadas en la Tabla 253-1 y Tabla 261-1A del mencionado Código.

Asimismo, según la norma RD 018-2003 los factores de seguridad será el cociente entre la carga de rotura nominal y la carga de trabajo y se puede considerar los siguientes factores para condiciones normales.

- Postes de madera: 2.0
- Postes de concreto: 2.0

Para postes de madera o concreto, los factores de seguridad establecidos se pueden considerar para cargas de deflexión (tanto por cargas transversales y longitudinales) y por compresión del poste o pandeo (por cargas verticales).

#### 5.6.4 Selección del tipo de estructuras

Para la línea proyectada se selecciona postes de concreto de longitud y capacidad indicada en la tabla 24, su selección se ha decidido a que presentan ventajas tanto de suministro, como acceso para su instalación, mayor duración y firmeza de las instalaciones.

El diseño de las estructuras se debe realizar tomando en consideración las distancias de seguridad vertical y horizontal entre conductores, así mismo estas distancias pueden incrementarse de acuerdo al cumplimiento de las distancias de separación a mitad de vano recomendadas por las normas.

Además, las estructuras han sido definidas por carga de trabajo y según su función como suspensión o alineamiento (elementos pasantes), angulares (ubicadas en los vértices de la línea), retención o anclaje y terminal o SAM, estas dos últimas son diseñadas para soportar mayores esfuerzos longitudinales.

Se ha previsto la utilización de los tipos de estructuras indicada en la Tabla 21.

**Tabla 21 Material y Configuración de Estructuras**

<b>Tipo Armado</b>	<b>Poste</b>	<b>Función</b>	<b>Aislamiento</b>
AV-03	C.A.C 13 m /400 kg	Suspensión (0°- 1°)	3 Aisladores Tipo PIN
AV-39	C.A.C 13 m /400 kg	Ángulo (0°- 60°)	3 Aisladores Tipo PIN + 3 Aisladores polimérico
AV-21	C.A.C 13 m / 400 kg	Retención o Anclaje (0°- 45°)	3 Aisladores Tipo PIN + 6 Aisladores polimérico
SAM	C.A.C 13 m / 400 kg	Terminal	3 Aisladores polimérico

## 5.7 Prestaciones de las estructuras

Para definir las prestaciones o límites de las estructuras se deberá considerar los siguientes parámetros restrictivos en orden de importancia:

- Vano viento
- Vano horizontal por espaciamiento eléctrico a mitad de vano
- Vano horizontal por carga longitudinal

Seguidamente de realizado los cálculos mecánicos de estructuras, se definieron las prestaciones mecánicas para establecer el vano viento máximo que soportará cada tipo de estructura (alineamiento, angular, retención y terminal) antes de realizar una distribución en el trazo de la ruta.

Los cálculos mecánicos de estructuras de concreto se presentan en el Anexo B.

Asimismo, las prestaciones mecánicas obtenidas para cada los tipo de estructura que se utilizará en la distribución se muestran en la Tabla 22.

## 5.8 Localización de estructuras

Con los datos del levantamiento topográfico se podrá obtener el modelamiento del perfil del terreno, así mismo para la distribución de las estructuras se tendrá en cuenta las prestaciones mecánicas ya definidas.

Como punto relevante es la validación de las distancias mínimas de seguridad verticales hacia el terreno.

La distribución de estructuras y cumplimiento de distancias de seguridad verticales se verificará para la hipótesis de estado de máxima flecha o máxima temperatura.

Los resultados de la distribución de las estructuras se indican en la tabla 23, asimismo la localización de estructura en vista de planta y perfil se presentan en el Anexo C.



**Tabla 22 Prestaciones de las Estructuras**

Tipo Armado	Poste	Conductor	Función	Ángulo Flexión	Vano Viento (m)	Cantidad Retenidas	Observaciones
AV-03	13 m / 400 daN	70 mm <sup>2</sup>	Suspensión	0°-1°	370	-	
AV-39	13 m / 400 daN	70 mm <sup>2</sup>	Ángulo	0°-10°	500	01 (T)	
AV-39	13 m / 400 daN	70 mm <sup>2</sup>		10°-20°	330	01 (T)	
AV-39	13 m / 400 daN	70 mm <sup>2</sup>		20°-30°	160	01 (T)	
AV-39	13 m / 400 daN	70 mm <sup>2</sup>		30°-40°	170	02 (T)	
AV-39	13 m / 400 daN	70 mm <sup>2</sup>		40°-50°	120	02 (T)	
AV-39	13 m / 400 daN	70 mm <sup>2</sup>		50°-60°	50	02 (T)	
AV-21	13 m / 400 daN	70 mm <sup>2</sup>		Retención o Anclaje	0°-5°	280	02 (L)
AV-21	13 m / 400 daN	70 mm <sup>2</sup>	5°-10°		160	02 (L)	
AV-21	13 m / 400 daN	70 mm <sup>2</sup>	10°-15°		70	02 (L)	
SAM	13 m / 400 daN	70 mm <sup>2</sup>	Terminal	0°	400	01 (L)	

**Tabla 23 Resultados de la localización de Estructuras**

PUNTO	VERTICE	ACUMULADA (m)	COTA (msnm)	ANGULO DEFLEXION (°)	TIPO DE ESTRUCTURA	TERRENO	VANO ADELANTE (m)	DESNIVEL  (m)	SISTEMA WGS84		ZONA UTM
									EJE X - ESTE	EJE Y - NORTE	
0		0.00	57	0	PD	PRIVADO	6.00	-	337468	8565797	18L
00	V-0	6.00	57	82°57'9"	PMI	PRIVADO	7.00	0	337462	8565796	18L
1	V-1	13.00	58	25°53'5"	AV-39	PRIVADO	40.00	1	337455	8565797	18L
2	V-2	53.00	59	16°44'14"	AV-39	PRIVADO	114.40	1	337437	8565832	18L
3	V-3	167.40	64	12°32'46"	AV-21	PRIVADO	87.10	5	337345	8565900	18L
4		254.50	65	0	AV-03	PRIVADO	74.53	1	337277	8565948	18L
5		329.03	62	0	AV-03	PRIVADO	75.88	-3	337214	8565992	18L
6		404.91	61	0	AV-03	PRIVADO	74.01	-1	337153	8566035	18L
7	V-4	478.92	63	41°33'54"	AV-39	PRIVADO	63.76	2	337090	8566080	18L
8	V-5	542.68	63	49°32'17"	AV-39	PRIVADO	26.25	0	337028	8566068	18L
9		568.93	61	0	SAM	PRIVADO	0.00	-2	337003	8566078	18L

## **CAPITULO VI**

### **CONCLUSIONES**

- Se ha concluido el diseño de un Sistema de Utilización en Media Tensión, el cual comprende una línea aérea con cable de aleación de aluminio soportada por postes de concreto armado, aisladores poliméricos y subestación aérea monoposte compuesta por un transformador de distribución de 15 kVA 20-22.9/0.23 kV que satisfacer la demanda de energía de la nueva estación base celular. En consecuencia, la presente Informe de Suficiencia Profesional “Diseño del Sistema de Utilización en Media Tensión 20-22.9 kV Trifásico para la estación base celular denominada Las Palmeras” ha logrado todos los objetivos propuestos en el numeral 3.4. del Informe en mención.
- Para el diseño del Proyecto es necesario establecer en primer lugar el punto de diseño (punto de inicio), las características eléctricas del sistema, información otorgado por la concesionaria en el documento de Factibilidad y Fijación de Punto de Diseño de acuerdo a lo establecido en la Norma R.D. N° 018-2002-EM/DGE “Procedimientos para elaboración de proyectos y ejecución de obras de Sistemas de Distribución y Sistema de Utilización en Media Tensión en zona de concesión de distribución”, asimismo se estableció la ruta más adecuada considerando los criterios generales establecidos para la selección de la ruta.
- Para verificar el cumplimiento de máxima caída de tensión establecido por norma es necesario determinar los parámetros de la línea, se debe tener en cuenta que los valores de caída de tensión en el nivel de media tensión se reflejarán al nivel de baja tensión que alimentarán a las cargas electrónicas sensibles.

- Los niveles de aislamiento de la línea fueron desarrollados teniendo presente las condiciones ambientales, para el caso del proyecto se optó por un nivel de contaminación alta debido a la cercanía del proyecto al mar con ambiente altamente salino.
- Los cálculos mecánicos del conductor fueron desarrollados teniendo en cuenta las condiciones climatológicas de la zona del proyecto, éstos permitieron conocer el comportamiento de la línea en las diversas condiciones que se presentarán durante su operación y que alteran las longitudes del conductor y esfuerzos que se transmitirán a las estructuras.
- El cálculo mecánico de estructuras permitirá conocer las cargas resultantes que se ejercerán en los postes producto de las diferentes cargas mecánicas para las hipótesis o estado de carga más críticas. Por lo tanto, se analizó y verificó que estas cargas no superen el límite de su capacidad, de esta manera las prestaciones establecieron los valores máximos de vano viento que soportará cada tipo de estructura para realizar su distribución a lo largo del recorrido de la línea proyectada.
- Las prestaciones de estructuras son variables y dependerán de las características ambientales del área del proyecto y de las características de los materiales, es decir éstas tienen que ser evaluadas para cada proyecto en particular.

## **CAPITULO VII**

### **RECOMENDACIONES**

- De acuerdo a la Norma R.D. Nº 018-2002-EM/DGE “Procedimientos para elaboración de proyectos y ejecución de obras de Sistemas de Distribución y Sistema de Utilización en Media Tensión en zona de concesión de distribución”, los nuevos proyectos lo revisan y aprueba la concesionaria y muchas veces las características de materiales y equipos lo establecen las concesionarias. Se recomienda para la elaboración del diseño de proyectos de Sistemas de Utilización en Media Tensión tener en cuenta los requerimientos que se establecen en sus Normas de Distribución.
- En caso que el terreno del trazo de la ruta de la línea sea accidentado y con grandes desniveles es necesario utilizar un software especializado como herramienta para el diseño de líneas de transmisión, líneas primarias o Sistemas de Utilización en Media Tensión para facilitar el modelamiento del perfil topográfico, la distribución de estructuras y verificaciones de distancias de seguridad al suelo.

## CAPITULO VIII

### BIBLIOGRAFIA

Bautista, J. (2009). Líneas de Trasmisión de Potencia Aspectos Mecánicos Conductores y Soportes (Pre-Edición 2009). Lima, Perú. Catedra.

Bravo, R., Victor (2018). Diseño del Sistema de Utilización en Media Tensión a nivel 22.9 kV y subestación tipo caseta de 1000 kVA para la empresa de congelados Gutiérrez (Tesis de Pregrado), Universidad Católica Santa María. Arequipa, Perú.

Recuperada de <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/7800>

Bravo, B.; Juarez, G.; Quispe L. (2018). Optimización del Sistema Eléctrico Rural Abancay II Etapa (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional del Callao. Lima, Perú.

Recuperada de <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/3510>

Ministerio de Energía y Minas (Dirección General de Electricidad) Código Nacional de Electricidad Suministro (2011). Lima- Perú.

Granados, A. (2012). Estudio y Diseño del Sistema Eléctrico Huacrachuco II Etapa (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.

Recuperada de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/926?mode=full>

Ministerio de Energía y Minas (Dirección General de Electricidad), Norma MEM/DGE 018-2002 (2002) “Procedimiento para Elaboración de Proyectos y Ejecución de Obras en Sistemas de Distribución y Sistemas de Utilización en Media Tensión en zonas de Concesión de Distribución”. Lima, Perú.

Ministerio de Energía y Minas (Dirección General de Electricidad) Norma MEM/DGE 018-2003 (2003) “Bases para el diseño de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural”. Lima, Perú.

Rocha, V. (2005). Estudio Definitivo de la Línea de Transmisión Majes-Camaná en 138 kV (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.

Recuperada de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/190>

Suarez, P. (2010). Diseño de Líneas y Redes Primarias en 22.9 kV para la electrificación del distrito de Santa María del Valle-Huánuco (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.

Recuperada de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/914>

Uscátegui, C (2015). Guía metodológica para seleccionar criterios técnicos de diseño de redes de distribución rural (Trabajo de maestría), Universidad Nacional de Colombia. Manizales, Colombia.

Recuperada de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/56214>

Villeda, J (2013). Aplicación del programa Dilate en el diseño de líneas de transmisión de energía (Trabajo de pregrado), Universidad San Carlos de Guatemala. Ciudad de Guatemala, Guatemala.

Recuperado de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0852\\_EA.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0852_EA.pdf)

Zerpa, K. (2013). Evaluación de la eficiencia energética y diseño óptimo de una línea de distribución en media tensión -10 kV (Tesis de Pregrado), Universidad de Piura. Piura, Perú.

Recuperada de <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/1758>

## **CAPITULO IX**

### **ANEXOS**

Anexo A: Cálculo mecánico del conductor

Anexo B: Cálculo mecánico de estructuras

Anexo C: Plano de distribución de planta y perfil y Láminas





**ANEXO A  
CÁLCULO MECÁNICO DEL CONDUCTOR**

**CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR**

Tipo de Conductor:	AAAC
Seccion del conductor (mm2):	70
Diametro de conductor (mm):	10.7
Peso Unitario del conductor (N/m):	1.9
Modulo de Elasticidad (N/mm2):	60760
Coef. de dilatacion del conductor (1/°C):	23x10-6
Tiro de Rotura (N):	21170
EDS (% TR):	18

Condiciones Ambientales	Hipotesis I EDS	Hipotesis II Max. Viento	Hipotesis III Max. Temperatura	Hipotesis IV Min. Temperatura
Temperatura Ambiente (°C)	20	15	50	15
Velocidad del Viento (km/h)	0	80	0	0
Presion del Viento (N/m2)	0	302.72	0	0
Espesor de Hielo (mm)	0	0	0	0
Fuerza debido al viento (N/m)	0	3.24	0	0
Fuerza Resultante (N/m)	1.9	3.76	1.9	1.9
Tiro Maximo Admisible (%TR)	18	60	60	60

Vano (m)	Desnivel (m)	Hipotesis I			Hipotesis II			Hipotesis III			Hipotesis IV		
		Tiro Horizontal (N)	Tiro Maximo (N)	Flecha (m)	Tiro Horizontal (N)	Tiro Maximo (N)	Flecha (m)	Tiro Horizontal (N)	Tiro Maximo (N)	Flecha (m)	Tiro Horizontal (N)	Tiro Maximo (N)	Flecha (m)
10	0.00	3810.6	3810.612	0.01	4308.807	4308.848	0.01	943.372	943.420	0.03	4298.774	4298.785	0.01
20	0.00	3810.6	3810.647	0.02	4335.413	4335.576	0.04	1078.339	1078.506	0.09	4295.961	4296.003	0.02
30	0.00	3810.6	3810.707	0.06	4377.725	4378.087	0.10	1221.888	1222.220	0.17	4291.332	4291.426	0.05
40	0.00	3810.6	3810.789	0.10	4433.195	4433.831	0.17	1359.349	1359.880	0.28	4284.974	4285.142	0.09
50	0.00	3810.6	3810.896	0.16	4499.019	4499.998	0.26	1488.048	1488.806	0.40	4277.005	4277.269	0.14
60	0.00	3810.6	3811.026	0.22	4572.504	4573.891	0.37	1608.002	1609.013	0.53	4267.569	4267.950	0.20
70	0.00	3810.6	3811.180	0.31	4651.287	4653.144	0.49	1719.834	1721.120	0.68	4256.829	4257.349	0.27
80	0.00	3810.6	3811.358	0.40	4733.414	4735.798	0.63	1824.252	1825.835	0.83	4244.965	4245.645	0.36
90	0.00	3810.6	3811.559	0.50	4817.332	4820.296	0.79	1921.920	1923.822	1.00	4232.164	4233.027	0.45
100	0.00	3810.6	3811.784	0.62	4901.843	4905.439	0.96	2013.429	2015.670	1.18	4218.615	4219.685	0.56
110	0.00	3810.6	3812.033	0.75	4986.039	4990.317	1.14	2099.296	2101.898	1.37	4204.508	4205.806	0.68
120	0.00	3810.6	3812.305	0.90	5069.246	5074.254	1.33	2179.977	2182.958	1.57	4190.020	4191.571	0.82
130	0.00	3810.6	3812.601	1.05	5150.974	5156.758	1.54	2255.873	2259.254	1.78	4175.319	4177.146	0.96
140	0.00	3810.6	3812.921	1.22	5230.868	5237.474	1.76	2327.342	2331.144	2.00	4160.558	4162.684	1.12
150	0.00	3810.6	3813.265	1.40	5308.684	5316.157	1.99	2394.698	2398.939	2.23	4145.870	4148.319	1.29
160	0.00	3810.6	3813.632	1.60	5384.258	5392.641	2.23	2458.233	2462.934	2.47	4131.372	4134.169	1.47
170	0.00	3810.6	3814.023	1.80	5457.486	5466.822	2.49	2518.207	2523.388	2.73	4117.162	4120.330	1.67
180	0.00	3810.6	3814.437	2.02	5528.312	5538.646	2.75	2574.856	2580.537	2.99	4103.318	4106.882	1.88
190	0.00	3810.6	3814.876	2.25	5596.716	5608.090	3.03	2628.399	2634.599	3.26	4089.903	4093.887	2.10
200	0.00	3810.6	3815.338	2.49	5662.703	5675.159	3.32	2679.033	2685.773	3.55	4076.963	4081.391	2.33
210	0.00	3810.6	3815.824	2.75	5726.300	5739.880	3.61	2726.942	2734.243	3.84	4064.530	4069.427	2.58
220	0.00	3810.6	3816.333	3.02	5787.545	5802.292	3.93	2772.298	2780.180	4.15	4052.626	4058.016	2.84
230	0.00	3810.6	3816.866	3.30	5846.491	5862.447	4.25	2815.257	2823.740	4.46	4041.259	4047.168	3.11
240	0.00	3810.6	3817.423	3.59	5903.196	5920.404	4.58	2855.965	2865.071	4.79	4030.434	4036.884	3.39
250	0.00	3810.6	3818.004	3.90	5957.725	5976.226	4.92	2894.559	2904.307	5.13	4020.143	4027.161	3.69
260	0.00	3810.6	3818.608	4.21	6010.145	6029.982	5.28	2931.164	2941.577	5.48	4010.378	4017.986	4.00
270	0.00	3810.6	3819.236	4.54	6060.527	6081.742	5.65	2965.900	2976.998	5.84	4001.123	4009.347	4.33
280	0.00	3810.6	3819.888	4.89	6108.943	6131.578	6.02	2998.875	3010.680	6.21	3992.361	4001.226	4.66
290	0.00	3810.6	3820.563	5.24	6155.463	6179.562	6.41	3030.195	3042.727	6.59	3984.074	3993.603	5.01
300	0.00	3810.6	3821.263	5.61	6200.159	6225.763	6.81	3059.954	3073.236	6.99	3976.239	3986.457	5.38
310	0.00	3810.6	3821.986	5.99	6243.101	6270.254	7.23	3088.243	3102.295	7.39	3968.835	3979.767	5.75
320	0.00	3810.6	3822.733	6.38	6284.359	6313.103	7.65	3115.146	3129.991	7.81	3961.841	3973.510	6.14
330	0.00	3810.6	3823.503	6.79	6323.999	6354.377	8.08	3140.742	3156.402	8.23	3955.234	3967.665	6.54
340	0.00	3810.6	3824.298	7.20	6362.089	6394.144	8.53	3165.106	3181.602	8.67	3948.994	3962.211	6.95
350	0.00	3810.6	3825.116	7.63	6398.690	6432.465	8.99	3188.307	3205.661	9.13	3943.098	3957.126	7.38
360	0.00	3810.6	3825.957	8.08	6433.865	6469.405	9.46	3210.410	3228.644	9.59	3937.528	3952.390	7.82
370	0.00	3810.6	3826.823	8.53	6467.675	6505.021	9.94	3231.476	3250.612	10.06	3932.263	3947.984	8.27
380	0.00	3810.6	3827.713	9.00	6500.175	6539.372	10.43	3251.563	3271.623	10.55	3927.286	3943.889	8.73
390	0.00	3810.6	3828.626	9.48	6531.422	6572.514	10.93	3270.724	3291.731	11.04	3922.578	3940.089	9.21
400	0.00	3810.6	3829.563	9.97	6561.470	6604.499	11.45	3289.010	3310.986	11.55	3918.124	3936.566	9.70
410	0.00	3810.6	3830.524	10.48	6590.368	6635.380	11.97	3306.468	3329.436	12.07	3913.907	3933.304	10.20
420	0.00	3810.6	3831.508	10.99	6618.167	6665.205	12.51	3323.144	3347.126	12.61	3909.914	3930.290	10.72
430	0.00	3810.6	3832.517	11.52	6644.913	6694.022	13.06	3339.078	3364.097	13.15	3906.130	3927.510	11.24
440	0.00	3810.6	3833.549	12.07	6670.651	6721.875	13.62	3354.311	3380.389	13.71	3902.542	3924.950	11.78
450	0.00	3810.6	3834.605	12.62	6695.426	6748.808	14.20	3368.879	3396.040	14.28	3899.139	3922.598	12.33
460	0.00	3810.6	3835.685	13.19	6719.277	6774.863	14.78	3382.818	3411.083	14.86	3895.909	3920.444	12.90
470	0.00	3810.6	3836.789	13.77	6742.244	6800.079	15.38	3396.160	3425.553	15.45	3892.841	3918.476	13.48
480	0.00	3810.6	3837.916	14.36	6764.366	6824.494	15.99	3408.936	3439.480	16.05	3889.926	3916.685	14.07
490	0.00	3810.6	3839.068	14.96	6785.678	6848.144	16.61	3421.175	3452.892	16.67	3887.155	3915.061	14.67
500	0.00	3810.6	3840.243	15.58	6806.215	6871.063	17.24	3432.904	3465.819	17.30	3884.518	3913.596	15.29

ANEXO B CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE UTILIZACION EN 20-22.9 kV -AAAC 70 mm2  
 Poste de Concreto 13/400 EDS 18% E=24252 Mpa

Características del poste		
Tipo de poste		13/400/180/375
Tipo Armado		AV-03
Funcion		Suspension 0°-11
Longitud	H	m 13
Longitud empotramiento	m	1.6
Altura Util	hv	m 11.4
Diametro en la pu	dp	m 0.18
Diametro en la ba	db	m 0.375
Diametro empod	de	m 0.351
Seccion de empotramiento	cm2	968
Factor de seguridad		2
Carga rotura	N	8000
Carga de trabajo	N	4000
Peso	kg	1800
Dist. Aplic. F resultante	m	0.15
Modulo elasticidad	E	N/cm2 2425200

Características del conductor			
Conductor			AAAC
Seccion		mm2	70
Diametro	Ø	mm	10.8
Peso unitario	Wc	N/m	1.92
Altura conductor	h1	m	11.4
Altura conductor	h2	m	10.2
Altura conductor	h3	m	9
Tiro de rotura	Tr	N	20950
Condicion EDSICIAL		%	18

Características de Retenida			
Denominacion			A*G Siemens Ma rin 5/8" diam
Tipo			Inclinada
Angulo		*	37
Altura de aplicaci	Hr	m	11.05
Diametro nominal		mm	10
Seccion nominal		mm2	50
Carga de rotura	Frr	N	30920
Coefficiente de seguridad			2

Condiciones Ambientales			
Velocidad del vie	Vv	km/h	80
Presion del vient	Pv	N/m2	302.72
Fuerza debida al viento		N/m	3.27
Fuerza resultante		N/m	3.79
Fuerza de viento	Fvp	N	916.23
Altura de aplicaci	Z	m	5.09

Calculo de la carga critica			
Carga critica del p	Qcr	N	177911.01
Momento de Iner	I	cm4	38208.83

Características de Cruetas o Mensulas			
Material			Concreto A"V"
Denominacion			M/1.00/250
Peso		N	620
Resistencia a la compresion		N/cm2	2800
Brzo	Br	m	1
Carga de Trabajo Horizontal		N	2500
Carga de Trabajo Longitunal		N	1500
Carga de Trabajo Vertical		N	1500
Coefficiente de seguridad			2

Característica generales			
Peso de aislador		N	25
Peso de operario		N	1000

Angulo de desvio \* 1  
 Vano peso/ Vano viento Kr 1.5

Vano Viento (m)	Tiro Horizontal (N)	Fuerza del viento sobre conductor (Fvt) (N)	Fuerza de tiro sobre conductor (Fc) (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)	MCW (N-m)	MRN (N-m)	Fuerza equivalente punta (N)	Factor de seguridad req.	Factor de seguridad cal.	Req. de retenida	N° Retenida	Tiro Horiz. Ret. (N)	Tiro Vert. Ret. (N)	Tiro Cable Ret. (N)	Factor de seg. Ret. req.	Factor de seg. Ret. cal.	Cumple ret.	Carga vertical Total (N)	Factor de seg. Por pandeo
10	4308.81	32.69	75.20	46.62	1000.38	2301.18	1161.40	4509.58	400.85	2.00	19.96	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21105.61	8.43
20	4335.41	65.38	75.67	46.62	2000.76	2315.39	1247.80	5610.56	498.72	2.00	16.04	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21276.23	8.36
30	4377.72	98.08	76.40	46.62	3001.13	2337.99	1334.20	6719.94	597.33	2.00	13.39	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21446.84	8.30
40	4433.20	130.77	77.37	46.62	4001.51	2367.54	1420.60	7836.34	696.56	2.00	11.48	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21627.46	8.23
50	4499.02	163.46	78.52	46.62	5001.89	2402.76	1507.00	8953.27	796.29	2.00	10.05	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21888.07	8.17
60	4572.50	196.15	79.80	46.62	6002.27	2442.01	1593.40	10084.30	896.38	2.00	8.92	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21958.69	8.10
70	4651.29	228.84	81.18	46.62	7002.65	2484.08	1679.80	11213.15	996.72	2.00	8.03	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22129.30	8.04
80	4733.41	261.54	82.61	46.62	8003.02	2527.95	1766.20	12343.79	1097.23	2.00	7.29	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22299.91	7.98
90	4817.33	294.23	84.08	46.62	9003.40	2572.76	1852.60	13475.38	1197.81	2.00	6.68	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22470.53	7.92
100	4901.84	326.92	85.55	46.62	10003.78	2617.90	1939.00	14607.30	1298.43	2.00	6.16	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22641.14	7.86
110	4986.04	359.61	87.02	46.62	11004.16	2662.86	2025.40	15739.04	1399.03	2.00	5.72	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22811.76	7.80
120	5069.25	392.31	88.47	46.62	12004.53	2707.30	2111.80	16870.26	1499.58	2.00	5.33	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22982.37	7.74
130	5150.97	425.00	89.90	46.62	13004.91	2750.95	2198.20	18000.68	1600.06	2.00	5.00	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23152.99	7.68
140	5230.87	457.69	91.29	46.62	14005.29	2793.62	2284.60	19130.13	1700.46	2.00	4.70	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23323.60	7.63
150	5308.68	490.38	92.65	46.62	15005.67	2835.18	2371.00	20258.46	1800.75	2.00	4.44	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23494.22	7.57
160	5384.26	523.07	93.97	46.62	16006.05	2875.54	2457.40	21385.60	1900.94	2.00	4.21	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23664.83	7.52
170	5457.49	555.77	95.25	46.62	17006.42	2914.65	2543.80	22511.49	2001.02	2.00	4.00	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23835.44	7.46
180	5528.31	588.46	96.49	46.62	18006.80	2952.47	2630.20	23636.09	2100.99	2.00	3.81	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24006.06	7.41
190	5596.72	621.15	97.68	46.62	19007.18	2989.00	2716.60	24759.40	2200.84	2.00	3.63	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24176.67	7.36
200	5662.70	653.84	98.83	46.62	20007.56	3024.25	2803.00	25881.42	2300.57	2.00	3.48	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24347.29	7.31
210	5726.30	686.53	99.94	46.62	21007.94	3058.21	2889.40	27002.17	2400.19	2.00	3.33	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24517.90	7.26
220	5787.55	719.23	101.01	46.62	22008.31	3090.92	2975.80	28121.65	2499.70	2.00	3.20	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24688.52	7.21
230	5846.49	751.92	102.04	46.62	23008.69	3122.40	3062.20	29239.91	2599.10	2.00	3.08	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24859.13	7.16
240	5903.20	784.61	103.03	46.62	24009.07	3152.68	3148.60	30356.97	2698.40	2.00	2.96	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25029.74	7.11
250	5957.72	817.30	103.98	46.62	25009.45	3181.84	3235.00	31472.87	2797.59	2.00	2.86	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25200.36	7.06
260	6010.15	849.99	104.97	46.62	26009.83	3209.80	3321.40	32587.65	2896.68	2.00	2.76	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25370.97	7.01
270	6060.53	882.69	105.77	46.62	27010.20	3236.71	3407.80	33701.33	2995.67	2.00	2.67	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25541.59	6.97
280	6108.94	915.38	106.62	46.62	28010.58	3262.57	3494.20	34813.97	3094.57	2.00	2.59	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25712.20	6.92
290	6155.46	948.07	107.43	46.62	29010.96	3287.41	3580.60	35925.59	3193.39	2.00	2.51	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25882.82	6.87
300	6200.16	980.76	108.21	46.62	30011.34	3311.28	3667.00	37036.24	3292.11	2.00	2.43	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	26053.43	6.83
310	6243.10	1013.45	108.96	46.62	31011.72	3334.22	3753.40	38145.95	3390.75	2.00	2.36	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	26224.04	6.78
320	6284.36	1046.15	109.68	46.62	32012.09	3356.25	3839.80	39254.76	3489.31	2.00	2.29	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	26394.66	6.74
330	6324.00	1078.84	110.37	46.62	33012.47	3377.42	3926.20	40362.71	3587.80	2.00	2.23	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	26565.27	6.70
340	6362.09	1111.53	111.04	46.62	34012.85	3397.76	4012.60	41469.83	3686.21	2.00	2.17	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	26735.89	6.65
350	6398.69	1144.22	111.68	46.62	35013.23	3417.31	4099.00	42576.16	3784.55	2.00	2.11	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	26906.50	6.61
360	6433.87	1176.92	112.29	46.62	36013.60	3436.10	4185.40	43681.72	3882.82	2.00	2.06	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	27077.12	6.57
370	6467.67	1209.61	112.88	46.62	37013.98	3454.15	4271.80	44786.55	3981.03	2.00	2.01	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	27247.73	6.53
380	6500.18	1242.30	113.45	46.62	38014.36	3471.51	4358.20	45890.69	4079.17	2.00	1.96	Si	1	4153.00	5511.22	6900.80	2.00	4.48	Si	3429.57	5.40
390	6531.42	1274.99	113.99	46.62	39014.74	3488.20	4444.60	46994.15	4177.26	2.00	1.92	Si	1	4252.86	5643.74	7066.73	2.00	4.38	Si	3323.70	5.35
400	6561.47	1307.68	114.52	46.62	40015.12	3504.24	4531.00	48096.98	4275.29	2.00	1.87	Si	1	4352.67	5776.19	7232.57	2.00	4.28	Si	3335.76	5.31
410	6590.37	1340.38	115.02	46.62	41015.49	3519.68	4617.40	49199.19	4373.26	2.00	1.83	Si	1	4452.42	5908.55	7398.31	2.00	4.18	Si	3388.74	5.26
420	6618.17	1373.07	115.51	46.62	42015.87	3534.52	4703.80	50300.82	4471.18	2.00	1.79	Si	1	4552.11	6040.85	7563.97	2.00	4.09	Si	3441.66	5.21
430	6644.91	1405.76	115.97	46.62	43016.25	3548.81	4790.20	51401.88	4569.06	2.00	1.75	Si	1	4651.75	6173.09	7729.54	2.00	4.00	Si		

ANEXO B CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE UTILIZACION EN 20-22.9 KV -AAAC 70 mm2  
Poste de Concreto 13/400 EDS 18% E=24525 Mpa

Características del poste			
Tipo de poste			13/400/180/375
Funcion Armado			AV-03
Union			Suspension 0°-1°
Longitud	H	m	13
Longitud empotramiento	m		1.6
Altura Util	hv	m	11.4
Diametro en la pu	dp	m	0.18
Diametro en la ba	db	m	0.375
Diametro empod	de	m	0.351
Seccion de empotramiento	cm2		968
Factor de seguridad			2
Carga rotura	N		8000
Carga de trabajo	N		4000
Peso	kg		1800
Dist. Aplic. F resultante	m		0.15
Modulo elasticidad	E	N/cm2	2452500

Características del conductor			
Conductor			AAAC
Seccion		mm2	70
Diametro	Ø	mm	10.8
Peso unitario	Wc	N/m	1.92
Altura conductor	h1	m	11.4
Altura conductor	h2	m	10.2
Altura conductor	h3	m	9
Tiro de rotura	Tr	N	20950
Condicion EDS Inicial	%		18

Características de Retenida			
Denominacion		A°G° Siemens Ma	rtin 5/8" diam
Tipo			Inclinada
Angulo		°	37
Altura de aplicaci	Hr	m	11.05
Diametro nominal		mm	10
Seccion nominal		mm2	50
Carga de rotura	Frr	N	30920
Coefficiente de seguridad			2

Condiciones Ambientales			
Velocidad del viento	Vv	km/h	80
Presion del viento	Pv	N/m2	302.72
Fuerza debida al viento		N/m	3.27
Fuerza resultante		N/m	3.79
Fuerza de viento	Fvp	N	916.23
Altura de aplicaci	Z	m	5.09

Calculo de la carga critica			
Carga critica del q	Qcr	N	177911.01
Momento de Ine	I	cm4	38208.83

Característica generales			
Peso de aislador		N	25
Peso de operario		N	1000

Angulo de desvio \* 1  
Vano peso/ Vano viento Kr 1.5

Vano Viento (m)	Tiro Horizontal (N)	Fuerza del viento sobre conductor (Fv) (N)	Fuerza de tiro sobre conductor (Fc) (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)	MCW (N-m)	MRN (N-m)	Fuerza equivalente punta (N)	Factor de seguridad req.	Factor de seguridad cal.	Req. de retenida	N° Retenida	Tiro Horiz. Ret. (N)	Tiro Vert. Ret. (N)	Tiro Cable Ret. (N)	Factor de seg. Ret. req.	Factor de seg. Ret. cal.	Cumple ret.	Carga vertical Total (N)	Factor de seg. Por vando
10	4308.81	32.69	75.20	46.62	1000.38	2301.18	1161.40	4509.58	400.85	2.00	19.96	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21105.61	8.43
20	4335.41	65.38	75.67	46.62	2000.76	2315.39	1247.80	5610.56	498.72	2.00	16.04	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21276.23	8.36
30	4377.72	98.08	76.40	46.62	3001.13	2337.99	1334.20	6719.94	597.33	2.00	13.39	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21446.84	8.30
40	4433.20	130.77	77.37	46.62	4001.51	2367.61	1420.60	7836.34	696.56	2.00	11.48	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21617.46	8.23
50	4499.02	163.46	78.52	46.62	5001.89	2402.76	1507.00	8958.27	796.29	2.00	10.05	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21788.07	8.17
60	4572.50	196.15	79.80	46.62	6002.27	2442.01	1593.40	10084.30	896.38	2.00	8.92	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21958.69	8.10
70	4651.29	228.84	81.18	46.62	7002.65	2484.08	1679.80	11213.15	996.72	2.00	8.03	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22129.30	8.04
80	4733.41	261.54	82.61	46.62	8003.02	2527.95	1766.20	12343.79	1097.23	2.00	7.29	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22299.91	7.98
90	4817.33	294.23	84.08	46.62	9003.40	2572.76	1852.60	13475.38	1197.81	2.00	6.68	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22470.53	7.92
100	4901.84	326.92	85.55	46.62	10003.78	2617.90	1939.00	14607.30	1298.43	2.00	6.16	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22641.14	7.86
110	4986.04	359.61	87.02	46.62	11004.16	2662.86	2025.40	15739.04	1399.03	2.00	5.72	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22811.76	7.80
120	5069.25	392.31	88.47	46.62	12004.53	2707.30	2111.80	16870.26	1499.58	2.00	5.33	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22982.37	7.74
130	5150.97	425.00	89.90	46.62	13004.91	2750.95	2198.20	18000.68	1600.06	2.00	5.00	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23152.99	7.68
140	5230.87	457.69	91.29	46.62	14005.29	2793.62	2284.60	19130.13	1700.46	2.00	4.70	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23323.60	7.63
150	5308.68	490.38	92.65	46.62	15005.67	2835.18	2371.00	20258.46	1800.75	2.00	4.44	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23494.22	7.57
160	5384.26	523.07	93.97	46.62	16006.05	2875.54	2457.40	21385.60	1900.94	2.00	4.21	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23664.83	7.52
170	5457.49	555.77	95.25	46.62	17006.42	2914.65	2543.80	22511.49	2001.02	2.00	4.00	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23835.44	7.46
180	5528.31	588.46	96.49	46.62	18006.80	2952.47	2630.20	23636.09	2100.99	2.00	3.81	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24006.06	7.41
190	5596.72	621.15	97.68	46.62	19007.18	2989.00	2716.60	24759.40	2200.84	2.00	3.63	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24176.67	7.36
200	5662.70	653.84	98.83	46.62	20007.56	3024.25	2803.00	25881.42	2300.57	2.00	3.48	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24347.29	7.31
210	5726.30	686.53	99.94	46.62	21007.94	3058.21	2889.40	27002.17	2400.19	2.00	3.33	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24517.90	7.26
220	5787.55	719.23	101.01	46.62	22008.31	3090.92	2975.80	28121.65	2499.70	2.00	3.20	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24688.52	7.21
230	5846.49	751.92	102.04	46.62	23008.69	3122.40	3062.20	29239.91	2599.10	2.00	3.08	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24859.13	7.16
240	5903.20	784.61	103.03	46.62	24009.07	3152.68	3148.60	30356.97	2698.40	2.00	2.96	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25029.74	7.11
250	5957.72	817.30	103.98	46.62	25009.45	3181.81	3235.00	31472.87	2797.59	2.00	2.86	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25200.36	7.06
260	6010.15	849.99	104.90	46.62	26009.83	3209.80	3321.40	32587.65	2896.68	2.00	2.76	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25370.97	7.01
270	6060.53	882.69	105.77	46.62	27010.20	3236.71	3407.80	33701.33	2995.67	2.00	2.67	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25541.59	6.97
280	6108.94	915.38	106.62	46.62	28010.58	3262.57	3494.20	34813.97	3094.57	2.00	2.59	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25712.20	6.92
290	6155.46	948.07	107.43	46.62	29010.96	3287.41	3580.60	35925.59	3193.39	2.00	2.51	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25882.82	6.87
300	6200.16	980.76	108.21	46.62	30011.34	3311.28	3667.00	37036.24	3292.11	2.00	2.43	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	26053.43	6.83
310	6243.10	1013.45	108.96	46.62	31011.72	3334.22	3753.40	38145.95	3390.75	2.00	2.36	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	26224.04	6.78
320	6284.36	1046.15	109.68	46.62	32012.09	3356.25	3839.80	39254.76	3489.31	2.00	2.29	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	26394.66	6.74
330	6324.00	1078.84	110.37	46.62	33012.47	3377.42	3926.20	40362.71	3587.80	2.00	2.23	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	26565.27	6.70
340	6362.09	1111.53	111.04	46.62	34012.85	3397.76	4012.60	41469.83	3686.21	2.00	2.17	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	26735.89	6.65
350	6398.69	1144.22	111.68	46.62	35013.23	3417.31	4099.00	42576.16	3784.55	2.00	2.11	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	26906.50	6.61
360	6433.87	1176.92	112.29	46.62	36013.60	3436.10	4185.40	43681.72	3882.82	2.00	2.06	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	27077.12	6.57
370	6467.67	1209.61	112.88	46.62	37013.98	3454.15	4271.80	44786.55	3981.03	2.00	2.01	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	27247.73	6.53
380	6500.18	1242.30	113.45	46.62	38014.36	3471.51	4358.20	45890.69	4079.17	2.00	1.96	Si	1	4153.00	5511.22	6900.80	2.00	4.48	Si	32929.57	5.40
390	6531.42	1274.99	113.99	46.62	39014.74	3488.20	4444.60	46994.15	4177.26	2.00	1.92	Si	1	4252.86	5643.74	7066.73	2.00	4.38	Si	3232.70	5.35
400	6561.47	1307.68	114.52	46.62	40015.12	3504.24	4531.00	48096.98	4275.29	2.00	1.87	Si	1	4352.67	5776.19	7232.57	2.00	4.28	Si	3355.76	5.31
410	6590.37	1340.38	115.02	46.62	41015.49	3519.68	4617.40	49199.19	4373.26	2.00	1.83	Si	1	4452.42	5908.55	7398.31	2.00	4.18	Si	3388.74	5.26
420	6618.17	1373.07	115.51	46.62	42015.87	3534.52	4703.80	50300.82	4471.18	2.00	1.79	Si	1	4552.11	6040.85	7563.97	2.00	4.09	Si	3411.66	5.21
430	6644.91	1405.76	115.97	46.62	43016.25	3548.81	4790.20	51401.88	4569.06	2.00	1.75	Si	1	4651.75	6173.09	7729.54	2.00	4.00	Si	3444.50	5.17
440	6670.65	1438.45	116.42	46.62	44016.63	3562.55	4876.60	52502.40	4666.88	2.00	1.71	Si	1	4751.35	6305.25	7895.03	2.00	3.92	Si	3477.28	5.12
450	6695.43	1471.14	116.86	46.62	45017.01	3575.79															

ANEXO B CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE UTILIZACION EN 20-22.9 KV -AAAC 70 mm2  
Poste de Concreto 13/400 EDS 18% E=2425 Mpa

Características del poste			
Tipo de poste			13/400/180/375
Tipo Armado			AV-39
Funcion			Angulo 0°-60°
Longitud	H	m	13
Longitud empotramiento	m		1.6
Altura Util	hv	m	11.4
Diametro en la pu	dp	m	0.18
Diametro en la ba	db	m	0.375
Diametro empod	de	m	0.351
Seccion de empotramiento	cm2		968
Factor de seguridad			2
Carga rotura	N		8000
Carga de trabajo	N		4000
Peso	kg		1800
Dist. Aplic. F resultante	m		0.15
Modulo elasticidad	E	N/cm2	2425000

Características del conductor			
Conductor			AAAC
Seccion		mm2	70
Diametro	Ø	mm	10.8
Peso unitario	wc	N/m	1.92
Altura conductor	h1	m	11.4
Altura conductor	h2	m	10.2
Altura conductor	h3	m	9
Tiro de rotura	Tr	N	20950
Condicion EDS Inicial		%	18

Características de Retenida			
Denominacion		A"O" Siemens Ma	rtin 5/8" diam
Tipo			Inclinada
Angulo		*	37
Altura de aplicaci	Hr	m	11.05
Diametro nominal		mm	10
Seccion nominal		mm2	50
Carga de rotura	Frr	N	30920
Coefficiente de seguridad			2

Condiciones Ambientales			
Velocidad del viento	Vv	km/h	80
Presion del viento	Pv	N/m2	302.72
Fuerza debida al viento		N/m	3.27
Fuerza resultante		N/m	3.79
Fuerza de viento	Fvp	N	916.23
Altura de aplicaci	Z	m	5.09

Calculo de la carga critica			
Carga critica del	Qcr	N	177911.01
Momento de Ine	I	cm4	38208.83

Característica generales			
Peso de aislador		N	25
Peso de operario		N	1000

Angulo de desvio \* 5  
Vano peso/ Vano viento Kr 1.5

Vano Viento (m)	Tiro Horizontal (N)	Fuerza del viento sobre conductor (Fv) (N)	Fuerza de tiro sobre conductor (Fc) (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)	MCW (N-m)	MRN (N-m)	Fuerza equivalente punta (N)	Factor de seguridad req.	Factor de seguridad cal.	Req. de retenida	N° Retenida	Tiro Horiz. Ret. (N)	Tiro Vert. Ret. (N)	Tiro Cable Ret. (N)	Factor de seg. Ret. req.	Factor de seg. Ret. cal.	Cumple ret.	Carga vertical Total (N)	Factor de seg. Por pando
10	4308.81	32.66	375.90	46.62	999.46	11502.39	1118.20	13666.67	1214.82	2.00	6.59	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21105.61	8.43
20	4335.41	65.32	378.22	46.62	1998.93	11573.41	1161.40	14780.36	1313.81	2.00	6.09	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21276.23	8.36
30	4377.72	97.99	381.91	46.62	2998.39	11686.37	1204.60	15935.98	1416.53	2.00	5.65	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21446.84	8.30
40	4433.20	130.65	386.75	46.62	3997.86	11834.44	1247.80	17126.72	1522.37	2.00	5.25	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21617.46	8.23
50	4499.02	163.31	392.49	46.62	4997.32	12010.16	1291.00	18345.10	1630.68	2.00	4.91	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21788.07	8.17
60	4572.50	195.97	398.90	46.62	5996.78	12206.33	1334.20	19583.93	1740.79	2.00	4.60	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21958.69	8.10
70	4651.29	228.64	405.77	46.62	6996.25	12416.64	1377.40	20836.91	1852.17	2.00	4.32	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22129.30	8.04
80	4733.41	261.30	412.94	46.62	7995.71	12635.88	1420.60	22098.81	1964.34	2.00	4.07	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22299.91	7.98
90	4817.33	293.96	420.26	46.62	8995.17	12859.90	1463.80	23365.49	2076.93	2.00	3.85	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22470.53	7.92
100	4901.84	326.62	427.63	46.62	9994.64	13085.50	1507.00	24633.76	2189.67	2.00	3.65	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22641.14	7.86
110	4986.04	359.28	434.98	46.62	10994.10	13310.26	1550.20	25901.18	2302.33	2.00	3.47	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22811.76	7.80
120	5069.25	391.95	442.23	46.62	11993.57	13532.39	1593.40	27165.97	2414.75	2.00	3.31	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22982.37	7.74
130	5150.97	424.61	449.36	46.62	12993.03	13750.56	1636.60	28426.81	2526.83	2.00	3.17	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23152.99	7.68
140	5230.87	457.27	456.33	46.62	13992.49	13963.84	1679.80	29682.75	2638.47	2.00	3.03	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23323.60	7.63
150	5308.68	489.93	463.12	46.62	14991.96	14171.57	1723.00	30933.14	2749.61	2.00	2.91	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23494.22	7.57
160	5384.26	522.60	469.72	46.62	15991.42	14373.31	1766.20	32177.55	2860.23	2.00	2.80	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23664.83	7.52
170	5457.49	555.26	476.10	46.62	16990.89	14568.79	1809.40	33415.70	2970.28	2.00	2.69	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23835.44	7.46
180	5528.31	587.92	482.28	46.62	17990.35	14757.86	1852.60	34647.43	3079.77	2.00	2.60	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24006.06	7.41
190	5596.72	620.58	488.25	46.62	18989.81	14940.47	1895.80	35872.70	3188.68	2.00	2.51	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24176.67	7.36
200	5662.70	653.24	494.01	46.62	19989.28	15116.62	1939.00	37091.52	3297.02	2.00	2.43	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24347.29	7.31
210	5726.30	685.91	499.56	46.62	20988.74	15286.39	1982.20	38303.95	3404.80	2.00	2.35	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24517.90	7.26
220	5787.55	718.57	504.90	46.62	21988.20	15449.89	2025.40	39510.11	3512.01	2.00	2.28	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24688.52	7.21
230	5846.49	751.23	510.04	46.62	22987.67	15607.25	2068.60	40710.13	3618.68	2.00	2.21	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24859.13	7.16
240	5903.20	783.89	514.99	46.62	23987.13	15758.62	2111.80	41904.17	3724.82	2.00	2.15	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25029.74	7.11
250	5957.72	816.56	519.74	46.62	24986.60	15904.18	2155.00	43092.40	3830.44	2.00	2.09	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25200.36	7.06
260	6010.15	849.22	524.32	46.62	25986.06	16044.12	2198.20	44275.00	3935.56	2.00	2.03	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25370.97	7.01
270	6060.53	881.88	528.71	46.62	26985.52	16178.62	2241.40	45452.16	4040.19	2.00	1.98	Si	1	4113.32	5458.56	6834.85	2.00	4.52	Si	31000.14	5.74
280	6108.94	914.54	532.94	46.62	27984.99	16307.86	2284.60	46624.07	4144.36	2.00	1.93	Si	1	4219.37	5599.30	7011.08	2.00	4.41	Si	31111.50	5.68
290	6155.46	947.20	537.00	46.62	28984.45	16432.05	2327.80	47790.92	4248.08	2.00	1.88	Si	1	4324.97	5739.43	7186.54	2.00	4.30	Si	31222.24	5.63
300	6200.16	979.87	540.89	46.62	29983.91	16551.36	2371.00	48952.90	4351.37	2.00	1.84	Si	1	4430.13	5878.98	7361.28	2.00	4.20	Si	31332.41	5.57
310	6243.10	1012.53	544.64	46.62	30983.38	16666.00	2414.20	50110.20	4454.24	2.00	1.80	Si	1	4534.86	6017.96	7535.30	2.00	4.10	Si	32242.01	5.52
320	6284.36	1045.19	548.24	46.62	31982.84	16776.14	2457.40	51263.00	4556.71	2.00	1.76	Si	1	4639.19	6156.41	7708.66	2.00	4.01	Si	32551.07	5.47
330	6324.00	1077.85	551.70	46.62	32982.31	16881.96	2500.60	52411.48	4658.80	2.00	1.72	Si	1	4743.12	6294.33	7881.36	2.00	3.92	Si	32859.61	5.41
340	6362.09	1110.52	555.02	46.62	33981.77	16983.64	2543.80	53555.83	4760.52	2.00	1.68	Si	1	4846.68	6431.76	8053.44	2.00	3.84	Si	33167.65	5.36
350	6398.69	1143.18	558.23	46.62	34981.23	17081.34	2587.00	54696.20	4861.88	2.00	1.65	Si	1	4949.88	6568.72	8244.52	2.00	3.76	Si	33475.22	5.31
360	6433.87	1175.84	561.28	46.62	35980.70	17175.25	2630.20	55832.76	4962.91	2.00	1.61	Si	1	5052.74	6705.21	8395.83	2.00	3.68	Si	33782.33	5.27
370	6467.67	1208.50	564.23	46.62	36980.16	17265.50	2673.40	56965.68	5063.62	2.00	1.58	Si	1	5155.27	6841.27	8566.20	2.00	3.61	Si	34089.00	5.22
380	6500.18	1241.16	567.07	46.62	37979.63	17352.26	2716.60	58095.10	5164.01	2.00	1.55	Si	1	5257.48	6976.91	8736.03	2.00	3.54	Si	34395.25	5.17
390	6531.42	1273.83	569.79	46.62	38979.09	17435.67	2759.80	59221.18	5264.11	2.00	1.52	Si	1	5359.38	7112.14	8905.37	2.00	3.47	Si	34701.10	5.13
400	6561.47	1306.49	572.41	46.62	39978.55	17515.89	2803.00	60344.06	5363.92	2.00	1.49	Si	1	5461.00	7246.99	9074.22	2.00	3.41	Si	35006.57	5.08
410	6590.37	1339.15	574.94	46.62	40978.02	17593.03	2846.20	61463.87	5463.45	2.00	1.46	Si	1	5562.34	7381.48	9242.61	2.00	3.35	Si	35311.66	5.04
420	6618.17	1371.81	577.36	46.62	41977.48	17667.24	2889.40	62580.74	5562.73	2.00	1.44	Si	1	5663.42	7515.61	9410.56	2.00	3.29	Si	35616.41	5.00
430	6644.91	1404.48	579.69	46.62	42976.94	17738.64	2932.60	63694.80	5661.76	2.00	1.41	Si	1	5764.24	7649.40	9578.09	2.00	3.23	Si	35920.82	4.95
440	6670.65	1437.14	581.94	46.62	43976.41	17807.35	2975.80	64806.1													

ANEXO B CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE UTILIZACION EN 20-22.9 KV -AAAC 70 mm2  
Poste de Concreto 13/400 EDS 18% E=24525 Mpa

Características del poste			
Tipo de poste			13/400/180/375
Tipo Armado			AV-39
Funcion			Angulo 0°-60°
Longitud	H	m	13
Longitud empotramiento	m		1.6
Altura Util	hv	m	11.4
Diametro en la pu	dp	m	0.18
Diametro en la ba	db	m	0.375
Diametro empod	de	m	0.351
Seccion de empotramiento	cm2		968
Factor de seguridad			2
Carga rotura	N		8000
Carga de trabajo	N		4000
Peso	kg		1800
Dist. Aplic. F resultante	m		0.15
Modulo elasticidad	E	N/cm2	2452500

Características del conductor			
Conductor			AAAC
Seccion		mm2	70
Diametro	Ø	mm	10.8
Peso unitario	Wc	N/m	1.92
Altura conductor	h1	m	11.4
Altura conductor	h2	m	10.2
Altura conductor	h3	m	9
Tiro de rotura	Tr	N	20950
Condicion EDS Inicial	%		18

Características de Retenida			
Denominacion		A'G° Siemens Ma	rtin 5/8" diam
Tipo			Inclinada
Angulo		*	37
Altura de aplicaci	Hr	m	11.05
Diametro nominal		mm	10
Seccion nominal		mm2	50
Carga de rotura	Frr	N	30920
Coefficiente de seguridad			2

Condiciones Ambientales			
Velocidad del viento	Vv	km/h	80
Presion del viento	Pv	N/m2	302.72
Fuerza debida al viento		N/m	3.27
Fuerza resultante		N/m	3.79
Fuerza de viento	Fvp	N	916.23
Altura de aplicaci	Z	m	5.09

Calculo de la carga critica			
Carga critica del	Qcr	N	177911.01
Momento de Ine	I	cm4	38208.83

Características de Cruetas o Mensulas			
Material			Concreto A'V'
Denominacion			M/1.00/250
Peso	N		620
Resistencia a la compresion	N/cm2		2800
Brazo	Br	m	1
Carga de Trabajo Horizontal	N		2500
Carga de Trabajo Longitunal	N		1500
Carga de Trabajo Vertical	N		1500
Coefficiente de seguridad			2

Característica generales			
Peso de aislador	N		25
Peso de operario	N		1000

Angulo de desvio \* 10  
Vano peso/ Vano viento Kr 1.5

Vano Viento (m)	Tiro Horizontal (N)	Fuerza del viento sobre conductor (Fv) (N)	Fuerza de tiro sobre conductor (Fc) (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)	MCW (N-m)	MRN (N-m)	Fuerza equivalente punta (N)	Factor de seguridad req.	Factor de seguridad cal.	Req. de retenida	N° Retenida	Tiro Horiz. Ret. (N)	Tiro Vert. Ret. (N)	Tiro Cable Ret. (N)	Factor de seg. Ret. req.	Factor de seg. Ret. cal.	Cumple ret.	Carga vertical Total (N)	Factor de seg. Por pando
10	4308.81	32.57	751.07	46.62	996.61	22982.88	1118.20	25144.31	2235.05	2.00	3.58	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21105.61	8.43
20	4335.41	65.14	755.71	46.62	1993.22	23124.80	1161.40	26326.04	2340.09	2.00	3.42	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21276.23	8.36
30	4377.72	97.71	763.09	46.62	2989.83	23350.48	1204.60	27591.53	2452.58	2.00	3.26	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21446.84	8.30
40	4433.20	130.28	772.76	46.62	3986.44	23646.36	1247.80	28927.22	2571.31	2.00	3.11	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21617.46	8.23
50	4499.02	162.84	784.23	46.62	4983.05	23997.46	1291.00	30318.12	2694.94	2.00	2.97	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21788.07	8.17
60	4572.50	195.41	797.04	46.62	5979.65	24389.42	1334.20	31749.89	2822.21	2.00	2.83	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21958.69	8.10
70	4651.29	227.98	810.77	46.62	6976.26	24809.65	1377.40	33209.93	2951.99	2.00	2.71	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22129.30	8.04
80	4733.41	260.55	825.09	46.62	7972.87	25247.71	1420.60	34687.80	3083.36	2.00	2.59	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22299.91	7.98
90	4817.33	293.12	839.72	46.62	8969.48	25695.32	1463.80	36175.22	3215.58	2.00	2.49	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22470.53	7.92
100	4901.84	325.69	854.45	46.62	9966.09	26146.09	1507.00	37665.80	3348.07	2.00	2.39	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22641.14	7.86
110	4986.04	358.26	869.12	46.62	10962.70	26595.19	1550.20	39154.71	3480.42	2.00	2.30	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22811.76	7.80
120	5069.25	390.83	883.63	46.62	11959.31	27039.01	1593.40	40638.34	3612.30	2.00	2.21	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22982.37	7.74
130	5150.97	423.40	897.87	46.62	12955.92	27474.94	1636.60	42114.08	3743.47	2.00	2.14	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23152.99	7.68
140	5230.87	455.96	911.80	46.62	13952.53	27901.09	1679.80	43580.04	3873.78	2.00	2.07	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23323.60	7.63
150	5308.68	488.53	925.36	46.62	14949.14	28316.16	1723.00	45034.91	4003.10	2.00	2.00	Si	1	4075.56	5408.45	6772.11	2.00	4.57	Si	28902.66	6.16
160	5384.26	521.10	938.54	46.62	15945.75	28719.26	1766.20	46477.83	4131.36	2.00	1.94	Si	1	4206.14	5581.73	6989.09	2.00	4.42	Si	29246.56	6.08
170	5457.49	553.67	951.30	46.62	16942.35	29109.85	1809.40	47908.23	4258.51	2.00	1.88	Si	1	4335.59	5753.52	7204.18	2.00	4.29	Si	29588.96	6.01
180	5528.31	586.24	963.65	46.62	17938.96	29487.64	1852.60	49325.82	4384.52	2.00	1.82	Si	1	4463.88	5923.76	7417.35	2.00	4.17	Si	29929.82	5.94
190	5596.72	618.81	975.57	46.62	18935.57	29852.50	1895.80	50730.49	4509.38	2.00	1.77	Si	1	4590.99	6092.46	7628.58	2.00	4.05	Si	30269.13	5.88
200	5662.70	651.38	987.07	46.62	19932.18	30204.47	1939.00	52122.27	4633.09	2.00	1.73	Si	1	4716.95	6259.60	7837.87	2.00	3.94	Si	30606.89	5.81
210	5726.30	683.95	998.16	46.62	20928.79	30543.69	1982.20	53561.30	4755.67	2.00	1.68	Si	1	4841.75	6425.21	8045.24	2.00	3.84	Si	30943.12	5.75
220	5787.55	716.52	1008.84	46.62	21925.40	30870.37	2025.40	54967.79	4877.14	2.00	1.64	Si	1	4965.41	6589.32	8250.73	2.00	3.75	Si	31277.84	5.69
230	5846.49	749.09	1019.11	46.62	22922.01	31184.78	2068.60	56222.01	4997.51	2.00	1.60	Si	1	5087.96	6751.96	8454.37	2.00	3.66	Si	31611.09	5.63
240	5903.20	781.65	1028.99	46.62	23918.62	31487.24	2111.80	57564.28	5116.82	2.00	1.56	Si	1	5209.44	6913.16	8656.21	2.00	3.57	Si	31942.90	5.57
250	5957.72	814.22	1038.50	46.62	24915.23	31778.10	2155.00	58894.94	5235.11	2.00	1.53	Si	1	5329.86	7072.96	8856.31	2.00	3.49	Si	32273.32	5.51
260	6010.15	846.79	1047.64	46.62	25911.84	32057.70	2198.20	60214.36	5352.39	2.00	1.49	Si	1	5449.26	7231.42	9054.71	2.00	3.41	Si	32602.39	5.46
270	6060.53	879.36	1056.42	46.62	26908.45	32326.44	2241.40	61522.90	5468.70	2.00	1.46	Si	1	5567.68	7388.57	9251.49	2.00	3.34	Si	32930.15	5.40
280	6108.94	911.93	1064.86	46.62	27905.06	32584.68	2284.60	62820.96	5584.08	2.00	1.43	Si	1	5685.15	7544.45	9446.68	2.00	3.27	Si	33256.66	5.35
290	6155.46	944.50	1072.97	46.62	28901.66	32832.82	2327.80	64108.90	5698.57	2.00	1.40	Si	1	5801.71	7699.13	9640.35	2.00	3.21	Si	33581.95	5.30
300	6200.16	977.07	1080.76	46.62	29898.27	33071.22	2371.00	65387.11	5812.19	2.00	1.38	Si	1	5917.39	7852.64	9832.57	2.00	3.14	Si	33906.07	5.25
310	6243.10	1009.64	1088.24	46.62	30894.88	33300.27	2414.20	66655.98	5924.98	2.00	1.35	Si	1	6032.21	8005.02	10023.37	2.00	3.08	Si	34229.06	5.20
320	6284.36	1042.21	1095.44	46.62	31891.49	33520.34	2457.40	67915.85	6036.96	2.00	1.33	Si	1	6146.23	8156.32	10212.82	2.00	3.03	Si	34550.98	5.15
330	6324.00	1074.77	1102.35	46.62	32888.10	33731.78	2500.60	69167.10	6148.19	2.00	1.30	Si	1	6259.47	8306.59	10400.98	2.00	2.97	Si	34871.87	5.10
340	6362.09	1107.34	1108.99	46.62	33884.71	33934.94	2543.80	70410.07	6258.67	2.00	1.28	Si	1	6371.95	8455.87	10587.89	2.00	2.92	Si	35191.75	5.06
350	6398.69	1139.91	1115.37	46.62	34881.32	34130.17	2587.00	71645.11	6368.45	2.00	1.26	Si	1	6483.72	8604.19	10773.61	2.00	2.87	Si	35509.69	5.01
360	6433.87	1172.48	1121.50	46.62	35877.93	34317.80	2630.20	72872.54	6477.56	2.00	1.24	Si	1	6594.80	8751.60	10958.18	2.00	2.82	Si	35828.74	4.97
370	6467.67	1205.05	1127.39	46.62	36874.54	34498.13	2673.40	74092.69	6586.02	2.00	1.21	Si	1	6705.22	8898.13	11141.66	2.00	2.78	Si	36145.86	4.92
380	6500.18	1237.62	1133.06	46.62	37871.15	34671.49	2716.60	75305.85	6693.85	2.00	1.20	Si	1	6815.01	9043.82	11324.09	2.00	2.73	Si	36462.17	4.88
390	6531.42	1270.19	1138.50	46.62	38867.76	34838.16	2759.80	76512.33	6801.10	2.00	1.18	Si	1	6924.19	9188.71	11505.52	2.00	2.69	Si	36777.67	4.84
400	6561.47	1302.76	1143.74	46.62	39864.36	34998.43	2803.00	77712.41	6907.77	2.00	1.16	Si	1	7032.80	9332.84	11685.98	2.00	2.65	Si	37092.41	4.80
410	6590.37	1335.33	1148.78	46.62	40860.97	35152.57	2846.20	78906.36	7013.90	2.00	1.14	Si	1	7140.85	9476.22	11865.52	2.0				

ANEXO B CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE UTILIZACION EN 20-22.9 KV -AAAC 70 mm2  
Poste de Concreto 13/400 EDS 18% E=24525 Mpa

Características del poste			
Tipo de poste			13/400/180/375
Tipo Armado			AV-39
Funcion			Angulo 0°-60°
Longitud	H	m	13
Longitud empotramiento	m		1.6
Altura Util	hv	m	11.4
Diametro en la pu	dp	m	0.18
Diametro en la ba	db	m	0.375
Diametro empod	de	m	0.351
Seccion de empotramiento	cm2		968
Factor de seguridad			2
Carga rotura	N		8000
Carga de trabajo	N		4000
Peso	kg		1800
Dist. Aplic. F resultante	m		0.15
Modulo elasticidad	E	N/cm2	2452500

Características del conductor			
Conductor			AAAC
Seccion		mm2	70
Diametro	Ø	mm	10.8
Peso unitario	Wc	N/m	1.92
Altura conductor	h1	m	11.4
Altura conductor	h2	m	10.2
Altura conductor	h3	m	9
Tiro de rotura	Tr	N	20950
Condicion EDS Inicial	%		18

Características de Retenida			
Denominacion		A'G° Siemens Ma	rtin 5/8" diam
Tipo			Inclinada
Angulo		*	37
Altura de aplicaci	Hr	m	11.05
Diametro nominal		mm	10
Seccion nominal		mm2	50
Carga de rotura	Frr	N	30920
Coefficiente de seguridad			2

Condiciones Ambientales			
Velocidad del viento	Vv	km/h	80
Presion del viento	Pv	N/m2	302.72
Fuerza debida al viento		N/m	3.27
Fuerza resultante		N/m	3.79
Fuerza de viento	Fvp	N	916.23
Altura de aplicaci	Z	m	5.09

Calculo de la carga critica			
Carga critica del q	Qcr	N	177911.01
Momento de Ine	I	cm4	38208.83

Características de Cruetas o Mensulas			
Material			Concreto A'V'
Denominacion			M/1.00/250
Peso		N	620
Resistencia a la compresion		N/cm2	2800
Brazo	Br	m	1
Carga de Trabajo Horizontal		N	2500
Carga de Trabajo Longitunal		N	1500
Carga de Trabajo Vertical		N	1500
Coefficiente de seguridad			2

Caracteristica generales			
Peso de aislador		N	25
Peso de operario		N	1000

Angulo de desvío \* 15  
Vano peso/ Vano viento Kr 1.5

Vano Viento (m)	Tiro Horizontal (N)	Fuerza del viento sobre conductor (Fv) (N)	Fuerza de tiro sobre conductor (Fc) (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTG (N-m)	MCW (N-m)	MRN (N-m)	Fuerza equivalente punta (N)	Factor de seguridad req.	Factor de seguridad cal.	Req. de retenida	N° Retenida	Tiro Horiz. Ret. (N)	Tiro Vert. Ret. (N)	Tiro Cable Ret. (N)	Factor de seg. Ret. req.	Factor de seg. Ret. cal.	Cumple ret.	Carga vertical Total (N)	Factor de seg. Por pando
10	4308.81	32.41	1124.82	46.62	991.86	34419.62	1118.20	36576.30	3251.23	2.00	2.46	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21105.61	8.43
20	4335.41	64.83	1131.77	46.62	1983.71	34632.16	1161.40	37823.90	3362.12	2.00	2.38	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21276.23	8.36
30	4377.72	97.24	1142.82	46.62	2975.57	34970.16	1204.60	39196.95	3484.17	2.00	2.30	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21446.84	8.30
40	4433.20	129.65	1157.30	46.62	3967.43	35413.26	1247.80	40675.11	3615.57	2.00	2.21	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21617.46	8.23
50	4499.02	162.07	1174.48	46.62	4959.29	35939.08	1291.00	42235.98	3754.31	2.00	2.13	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21788.07	8.17
60	4572.50	194.48	1193.66	46.62	5951.14	36526.09	1334.20	43858.05	3898.49	2.00	2.05	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21958.69	8.10
70	4651.29	226.90	1214.23	46.62	6943.00	37155.42	1377.40	45522.44	4046.44	2.00	1.98	Si	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22129.30	8.04
80	4733.41	259.31	1235.67	46.62	7934.86	37811.47	1420.60	47213.55	4196.76	2.00	1.91	Si	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22299.91	7.98
90	4817.33	291.72	1257.58	46.62	8926.72	38481.83	1463.80	48918.96	4348.35	2.00	1.84	Si	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22470.53	7.92
100	4901.84	324.14	1279.64	46.62	9918.57	39156.92	1507.00	50629.11	4500.37	2.00	1.78	Si	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22641.14	7.86
110	4986.04	356.55	1301.62	46.62	10910.43	39829.49	1550.20	52336.74	4652.15	2.00	1.72	Si	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22811.76	7.80
120	5069.25	388.96	1323.34	46.62	11902.29	40494.17	1593.40	54036.48	4803.24	2.00	1.67	Si	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22982.37	7.74
130	5150.97	421.38	1344.67	46.62	12894.14	41147.02	1636.60	55724.39	4953.28	2.00	1.62	Si	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23152.99	7.68
140	5230.87	453.79	1365.53	46.62	13886.00	41785.24	1679.80	57397.66	5102.01	2.00	1.57	Si	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23323.60	7.63
150	5308.68	486.20	1385.84	46.62	14877.86	42406.85	1723.00	59054.32	5249.27	2.00	1.52	Si	1	5344.28	7092.10	8880.27	2.00	3.48	Si	30586.32	5.82
160	5384.26	518.62	1405.57	46.62	15869.72	43010.54	1766.20	60693.08	5394.94	2.00	1.48	Si	1	5492.59	7288.91	9126.70	2.00	3.39	Si	30953.74	5.75
170	5457.49	551.03	1424.69	46.62	16861.57	43595.50	1809.40	62313.10	5538.94	2.00	1.44	Si	1	5639.19	7483.46	9370.31	2.00	3.30	Si	31318.91	5.68
180	5528.31	583.45	1443.18	46.62	17853.43	44161.28	1852.60	63913.93	5681.24	2.00	1.41	Si	1	5784.07	7675.41	9611.04	2.00	3.22	Si	31681.77	5.62
190	5596.72	615.86	1461.04	46.62	18845.29	44707.70	1895.80	65495.41	5821.81	2.00	1.37	Si	1	5927.19	7865.64	9848.85	2.00	3.14	Si	32042.31	5.55
200	5662.70	648.27	1478.26	46.62	19837.15	45234.82	1939.00	67057.59	5960.67	2.00	1.34	Si	1	6068.56	8053.25	10083.76	2.00	3.07	Si	32400.54	5.49
210	5726.30	680.69	1494.86	46.62	20829.00	45742.84	1982.20	68660.67	6097.84	2.00	1.31	Si	1	6208.21	8238.57	10315.80	2.00	3.00	Si	32756.47	5.43
220	5787.55	713.10	1510.85	46.62	21820.86	46232.09	2025.40	70214.96	6233.33	2.00	1.28	Si	1	6346.15	8421.63	10545.02	2.00	2.93	Si	33110.14	5.37
230	5846.49	745.51	1526.24	46.62	22812.72	46702.96	2068.60	71630.89	6367.19	2.00	1.26	Si	1	6482.43	8602.48	10771.47	2.00	2.87	Si	33461.61	5.32
240	5903.20	777.93	1541.04	46.62	23804.58	47155.93	2111.80	73118.92	6499.46	2.00	1.23	Si	1	6617.10	8781.18	10995.23	2.00	2.81	Si	33810.93	5.26
250	5957.72	810.34	1555.28	46.62	24796.43	47591.51	2155.00	74589.57	6630.18	2.00	1.21	Si	1	6750.19	8957.80	11216.38	2.00	2.76	Si	34158.16	5.21
260	6010.15	842.75	1568.96	46.62	25788.29	48010.26	2198.20	76043.37	6759.41	2.00	1.18	Si	1	6881.75	9132.39	11435.00	2.00	2.70	Si	34503.37	5.16
270	6060.53	875.17	1582.12	46.62	26780.15	48412.72	2241.40	77480.89	6887.19	2.00	1.16	Si	1	7011.85	9305.03	11651.16	2.00	2.65	Si	34846.62	5.11
280	6108.94	907.58	1594.75	46.62	27772.00	48799.47	2284.60	78902.70	7013.57	2.00	1.14	Si	1	7140.52	9475.78	11864.97	2.00	2.61	Si	35187.99	5.06
290	6155.46	940.00	1606.90	46.62	28763.86	49171.09	2327.80	80309.37	7138.61	2.00	1.12	Si	1	7267.82	9644.72	12076.49	2.00	2.56	Si	35527.53	5.01
300	6200.16	972.41	1618.57	46.62	29755.72	49528.13	2371.00	81701.47	7262.35	2.00	1.10	Si	1	7393.80	9811.90	12285.83	2.00	2.52	Si	35865.33	4.96
310	6243.10	1004.82	1629.78	46.62	30747.58	49871.16	2414.20	83079.55	7384.85	2.00	1.08	Si	1	7518.51	9977.40	12493.06	2.00	2.47	Si	36201.45	4.91
320	6284.36	1037.24	1640.55	46.62	31739.43	50200.73	2457.40	84444.19	7506.15	2.00	1.07	Si	1	7642.01	10141.29	12698.27	2.00	2.43	Si	36535.95	4.87
330	6324.00	1069.65	1650.90	46.62	32731.29	50517.39	2500.60	85795.90	7626.30	2.00	1.05	Si	1	7764.33	10303.62	12901.53	2.00	2.40	Si	36868.89	4.83
340	6362.09	1102.06	1660.84	46.62	33723.15	50821.65	2543.80	87135.22	7745.35	2.00	1.03	Si	1	7885.54	10464.47	13102.93	2.00	2.36	Si	37200.35	4.78
350	6398.69	1134.48	1670.39	46.62	34715.01	51114.03	2587.00	88462.66	7863.35	2.00	1.02	Si	1	8005.67	10623.88	13302.54	2.00	2.32	Si	37530.39	4.74
360	6433.87	1166.89	1679.58	46.62	35706.86	51395.02	2630.20	89778.70	7980.33	2.00	1.00	Si	1	8124.77	10781.93	13500.44	2.00	2.29	Si	37859.05	4.70
370	6467.67	1199.30	1688.40	46.62	36698.72	51665.10	2673.40	91083.84	8096.34	2.00	0.99	Si	1	8242.88	10938.67	13696.70	2.00	2.26	Si	38186.40	4.66
380	6500.18	1231.72	1696.89	46.62	37690.58	51924.72	2716.60	92378.51	8211.42	2.00	0.97	Si	1	8360.05	11094.16	13891.39	2.00	2.23	Si	38512.50	4.62
390	6531.42	1264.13	1705.04	46.62	38682.43	52174.33	2759.80	93663.18	8325.62	2.00	0.96	Si	1	8476.31	11248.44	14084.57	2.00	2.20	Si	38837.40	4.58
400	6561.47	1296.55	1712.89	46.62	39674.29	52414.35	2803.00	94938.26	8438.96	2.00	0.95	Si	1	8591.70	11401.57	14276.31	2.00	2.17	Si	39161.14	4.54
410	6590.37	1328.96	1720.43	46.62	40666.15	52645.20	2846.20	96204.17	8551.48	2.00	0.94	Si</									

ANEXO B CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE UTILIZACION EN 20-22.9 KV -AAAC 70 mm2  
Poste de Concreto 13/400 EDS 18% E=24525 Mpa

Características del poste			
Tipo de poste			13/400/180/375
Tipo Armado			AV-39
Funcion			Angulo 0°-60°
Longitud	H	m	13
Longitud empotramiento	m		1.6
Altura Util	hv	m	11.4
Diametro en la pu	dp	m	0.18
Diametro en la ba	db	m	0.375
Diametro empod	de	m	0.351
Seccion de empotramiento	cm2		968
Factor de seguridad			2
Carga rotura	N		8000
Carga de trabajo	N		4000
Peso	kg		1800
Dist. Aplic. F resultante	m		0.15
Modulo elasticidad	E	N/cm2	2452500

Características del conductor			
Conductor			AAAC
Seccion		mm2	70
Diametro	Ø	mm	10.8
Peso unitario	Wc	N/m	1.92
Altura conductor	h1	m	11.4
Altura conductor	h2	m	10.2
Altura conductor	h3	m	9
Tiro de rotura	Tr	N	20950
Condicion EDS Inicial		%	18

Características de Retenida			
Denominacion		A'G° Siemens Ma	rtin 5/8" diam
Tipo			Inclinada
Angulo		*	37
Altura de aplicaci	Hr	m	11.05
Diametro nominal		mm	10
Seccion nominal		mm2	50
Carga de rotura	Frr	N	30920
Coefficiente de seguridad			2

Condiciones Ambientales			
Velocidad del viento	Vv	km/h	80
Presion del viento	Pv	N/m2	302.72
Fuerza debida al viento		N/m	3.27
Fuerza resultante		N/m	3.79
Fuerza de viento	Fvp	N	916.23
Altura de aplicaci	Z	m	5.09

Calculo de la carga critica			
Carga critica del p	Qcr	N	189359.88
Momento de Ine	I	cm4	38208.83

Características de Cruetas o Mensulas			
Material			Concreto A'V'
Denominacion			M/1.00/250
Peso		N	620
Resistencia a la compresion		N/cm2	2800
Brazo	Br	m	1
Carga de Trabajo Horizontal		N	2500
Carga de Trabajo Longitunal		N	1500
Carga de Trabajo Vertical		N	1500
Coefficiente de seguridad			2

Característica generales			
Peso de aislador		N	25
Peso de operario		N	1000

Angulo de desvío \* 20  
Vano peso/ Vano viento Kr 1.5

Vano Viento (m)	Tiro Horizontal (N)	Fuerza del viento sobre conductor (Fv) (N)	Fuerza de tiro sobre conductor (Fc) (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)	MCW (N-m)	MRN (N-m)	Fuerza equivalente punta (N)	Factor de seguridad req.	Factor de seguridad cal.	Req. de retenida	N° Retenida	Tiro Horiz. Ret. (N)	Tiro Vert. Ret. (N)	Tiro Cable Ret. (N)	Factor de seg. Ret. req.	Factor de seg. Ret. cal.	Cumple ret.	Carga vertical Total (N)	Factor de seg. Por vando
10	4308.81	32.20	1496.43	46.62	985.22	45790.85	1118.20	47940.89	4261.41	2.00	1.88	Si	1	4338.54	5757.44	7209.09	2.00	4.29	Si	26863.05	7.05
20	4335.41	64.39	1505.67	46.62	1970.43	46073.60	1161.40	49252.06	4377.96	2.00	1.83	Si	1	4457.20	5914.90	7406.26	2.00	4.17	Si	27191.13	6.96
30	4377.72	96.59	1520.37	46.62	2955.65	46523.26	1204.60	50730.13	4509.34	2.00	1.77	Si	1	4590.96	6092.41	7628.53	2.00	4.05	Si	27539.26	6.88
40	4433.20	128.79	1536.63	46.62	3940.87	47112.76	1247.80	52348.05	4653.16	2.00	1.72	Si	1	4737.38	6286.72	7871.82	2.00	3.93	Si	27904.17	6.79
50	4499.02	160.98	1562.49	46.62	4926.09	47812.28	1291.00	54075.99	4806.75	2.00	1.66	Si	1	4893.75	6494.23	8131.66	2.00	3.80	Si	28282.30	6.70
60	4572.50	193.18	1588.01	46.62	5911.30	48593.22	1334.20	55885.35	4967.59	2.00	1.61	Si	1	5057.50	6711.53	8403.74	2.00	3.68	Si	28670.21	6.60
70	4651.29	225.38	1615.37	46.62	6896.52	49430.47	1377.40	57751.02	5133.42	2.00	1.56	Si	1	5226.34	6935.58	8684.29	2.00	3.56	Si	29064.88	6.52
80	4733.41	257.57	1643.90	46.62	7881.74	50303.26	1420.60	59652.22	5302.42	2.00	1.51	Si	1	5398.39	7163.91	8970.18	2.00	3.45	Si	29463.82	6.43
90	4817.33	289.77	1673.04	46.62	8866.96	51195.08	1463.80	61572.46	5473.11	2.00	1.46	Si	1	5572.17	7394.52	9258.94	2.00	3.34	Si	29865.05	6.34
100	4901.84	321.97	1702.39	46.62	9852.17	52093.20	1507.00	63498.99	5644.35	2.00	1.42	Si	1	5746.52	7625.88	9548.64	2.00	3.24	Si	30267.03	6.26
110	4986.04	354.16	1731.63	46.62	10837.39	52987.97	1550.20	65422.18	5815.31	2.00	1.38	Si	1	5920.56	7856.85	9837.84	2.00	3.14	Si	30668.61	6.17
120	5069.25	386.36	1760.53	46.62	11822.61	53872.34	1593.40	67334.87	5985.32	2.00	1.34	Si	1	6094.65	8086.55	10125.46	2.00	3.05	Si	31068.92	6.09
130	5150.97	418.56	1789.91	46.62	12807.83	54740.78	1636.60	69231.82	6153.94	2.00	1.30	Si	1	6265.32	8314.37	10410.71	2.00	2.97	Si	31467.35	6.02
140	5230.87	450.75	1816.66	46.62	13793.04	55589.84	1679.80	71109.30	6320.83	2.00	1.27	Si	1	6435.23	8539.84	10693.04	2.00	2.89	Si	31863.44	5.94
150	5308.68	482.95	1843.69	46.62	14778.26	56416.81	1723.00	72964.69	6485.75	2.00	1.23	Si	1	6603.14	8762.66	10972.04	2.00	2.82	Si	32256.88	5.87
160	5384.26	515.15	1869.93	46.62	15763.48	57219.95	1766.20	74796.25	6648.56	2.00	1.20	Si	1	6768.89	8982.62	11247.46	2.00	2.75	Si	32647.45	5.80
170	5457.49	547.34	1895.36	46.62	16748.70	57998.16	1809.40	76602.88	6809.14	2.00	1.17	Si	1	6932.39	9199.59	11519.13	2.00	2.68	Si	33035.03	5.73
180	5528.31	579.54	1919.96	46.62	17733.91	58750.86	1852.60	78383.99	6967.47	2.00	1.15	Si	1	7093.57	9413.49	11786.97	2.00	2.62	Si	33419.55	5.67
190	5596.72	611.74	1943.72	46.62	18719.13	59477.80	1895.80	80139.35	7123.50	2.00	1.12	Si	1	7252.43	9624.30	12050.93	2.00	2.57	Si	33800.97	5.60
200	5662.70	643.93	1966.64	46.62	19704.35	60179.07	1939.00	81869.04	7277.25	2.00	1.10	Si	1	7408.96	9832.03	12311.03	2.00	2.51	Si	34179.31	5.54
210	5726.30	676.13	1988.72	46.62	20689.57	60854.92	1982.20	83573.31	7428.74	2.00	1.08	Si	1	7563.20	10036.70	12567.31	2.00	2.46	Si	34554.60	5.48
220	5787.55	708.33	2009.99	46.62	21674.78	61595.80	2025.40	85252.60	7578.01	2.00	1.06	Si	1	7715.17	10238.37	12819.83	2.00	2.41	Si	34926.89	5.42
230	5846.49	740.52	2030.46	46.62	22660.00	62332.23	2068.60	86907.45	7725.11	2.00	1.04	Si	1	7864.93	10437.11	13068.68	2.00	2.37	Si	35296.24	5.36
240	5903.20	772.72	2050.16	46.62	23645.22	63134.85	2111.80	88538.49	7870.09	2.00	1.02	Si	1	8012.53	10632.99	13313.95	2.00	2.32	Si	35662.73	5.31
250	5957.72	804.92	2069.10	46.62	24630.44	63914.34	2155.00	90146.39	8013.01	2.00	1.00	Si	1	8158.04	10826.09	13555.73	2.00	2.28	Si	36026.45	5.26
260	6010.15	837.11	2087.30	46.62	25615.65	64711.42	2198.20	91731.90	8153.95	2.00	0.98	Si	1	8301.53	11016.50	13794.15	2.00	2.24	Si	36387.47	5.20
270	6060.53	869.31	2104.80	46.62	26600.87	64406.85	2241.40	93295.74	8292.95	2.00	0.96	Si	1	8443.05	11204.31	14029.32	2.00	2.20	Si	36745.90	5.15
280	6108.94	901.51	2121.61	46.62	27586.09	64921.37	2284.60	94838.68	8430.10	2.00	0.95	Si	1	8582.69	11389.61	14261.34	2.00	2.17	Si	37101.81	5.10
290	6155.46	933.70	2137.77	46.62	28571.31	65415.76	2327.80	96361.48	8565.46	2.00	0.93	Si	1	8720.50	11572.49	14490.33	2.00	2.13	Si	37455.30	5.06
300	6200.16	965.90	2153.29	46.62	29556.52	65890.75	2371.00	97864.89	8699.10	2.00	0.92	Si	1	8856.55	11753.04	14716.40	2.00	2.10	Si	37806.47	5.01
310	6243.10	998.10	2168.21	46.62	30541.74	66347.11	2414.20	99349.67	8831.08	2.00	0.91	Si	1	8990.92	11931.35	14939.67	2.00	2.07	Si	38155.40	4.96
320	6284.36	1030.29	2182.53	46.62	31526.96	66785.57	2457.40	100816.55	8961.47	2.00	0.89	Si	1	9123.67	12107.52	15160.26	2.00	2.04	Si	38502.18	4.92
330	6324.00	1062.49	2196.30	46.62	32512.18	67206.84	2500.60	102266.23	9090.33	2.00	0.88	Si	1	9254.86	12281.62	15378.25	2.00	2.01	Si	38846.89	4.87
340	6362.09	1094.69	2209.53	46.62	33497.39	67611.62	2543.80	103699.43	9217.73	2.00	0.87	Si	1	9384.56	12453.74	15593.77	2.00	1.98	No	39189.63	4.83
350	6398.69	1126.88	2222.24	46.62	34482.61	68000.60	2587.00	105116.82	9343.72	2.00	0.86	Si	1	9512.83	12623.36	15806.91	2.00	1.96	No	39530.46	4.79
360	6433.87	1159.08	2234.46	46.62	35467.83	68374.41	2630.20	106519.06	9468.36	2.00	0.84	Si	1	9639.73	12792.36	16017.77	2.00	1.93	No	39869.48	4.75
370	6467.67	1191.28	2246.30	46.62	36453.05	68733.71	2673.40	107906.78	9591.71	2.00	0.83	Si	1	9765.32	12959.02	16226.45	2.00	1.91	No	40206.75	4.71
380	6500.18	1223.47	2257.49	46.62	37438.26	69079.11	2716.60	109280.59	9713.83	2.00	0.82	Si	1	9889.65	13124.00	16433.03	2.00	1.88	No	40542.35	4.67
390	6531.42	1255.67	2268.34	46.62	38423.48	69411.18	2759.80	110641.08	9834.76	2.00	0.81	Si	1	10012.77	13287.96	16637.62	2.00	1.86	No	40876.35	4.63
400	6561.47	1287.87	2278.77	46.62	39408.70	69730.50	2803.00	111988.82	9954.56	2.00	0.80	Si	1	10134.73	13449.25	1684					



ANEXO B CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE UTILIZACION EN 20-22.9 KV -AAAC 70 mm2  
Poste de Concreto 13/400 EDS 18% E=24525 Mpa

Características del poste			
Tipo de poste			13/400/180/375
Tipo Armado			AV-39
Funcion			Angulo 0°-60°
Longitud	H	m	13
Longitud empotramiento	m		1.6
Altura Util	hv	m	11.4
Diametro en la pu	dp	m	0.18
Diametro en la ba	db	m	0.375
Diametro empod	de	m	0.351
Seccion de empotramiento	cm2		968
Factor de seguridad			2
Carga rotura	N		8000
Carga de trabajo	N		4000
Peso	kg		1800
Dist. Aplic. F resultante	m		0.15
Modulo elasticidad	E	N/cm2	2452500

Características del conductor			
Conductor			AAAC
Seccion		mm2	70
Diametro	Ø	mm	10.8
Peso unitario	Wc	N/m	1.92
Altura conductor	h1	m	11.4
Altura conductor	h2	m	10.2
Altura conductor	h3	m	9
Tiro de rotura	Tr	N	20950
Condicion EDS Inicial		%	18

Características de Retenida			
Denominacion		A'G° Siemens Ma	rtin 5/8" diam
Tipo			Inclinada
Angulo		*	37
Altura de aplicaci	Hr	m	11.05
Diametro nominal		mm	10
Seccion nominal		mm2	50
Carga de rotura	Frr	N	30920
Coefficiente de seguridad			2

Condiciones Ambientales			
Velocidad del viento	Vv	km/h	80
Presion del viento	Pv	N/m2	302.72
Fuerza debida al viento		N/m	3.27
Fuerza resultante		N/m	3.79
Fuerza de viento	Fvp	N	916.23
Altura de aplicaci	Z	m	5.09

Calculo de la carga critica			
Carga critica del p	Qcr	N	189359.88
Momento de Ine	I	cm4	38208.83

Características de Cruetas o Mensulas			
Material			Concreto A'V'
Denominacion			M/1.00/250
Peso		N	620
Resistencia a la compresion		N/cm2	2800
Brazo	Br	m	1
Carga de Trabajo Horizontal		N	2500
Carga de Trabajo Longitunal		N	1500
Carga de Trabajo Vertical		N	1500
Coefficiente de seguridad			2

Característica generales			
Peso de aislador		N	25
Peso de operario		N	1000

Angulo de desvío \* 25  
Vano peso/ Vano viento Kr 1.5

Vano Viento (m)	Tiro Horizontal (N)	Fuerza del viento sobre conductor (Fv) (N)	Fuerza de tiro sobre conductor (Fc) (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)	MCW (N-m)	MRN (N-m)	Fuerza equivalente punta (N)	Factor de seguridad req.	Factor de seguridad cal.	Req. de retenida	N° Retenida	Tiro Horiz. Ret. (N)	Tiro Vert. Ret. (N)	Tiro Cable Ret. (N)	Factor de seg. Ret. req.	Factor de seg. Ret. cal.	Cumple ret.	Carga vertical Total (N)	Factor de seg. Por pando
10	4308.81	31.92	1865.19	46.62	976.70	57074.91	1118.20	59216.43	5263.68	2.00	1.52	Si	1	5358.95	7111.57	8904.65	2.00	3.47	Si	28217.18	6.71
20	4335.41	63.84	1876.71	46.62	1953.40	57427.34	1161.40	60588.76	5385.67	2.00	1.49	Si	1	5483.15	7276.38	9111.02	2.00	3.39	Si	28552.61	6.63
30	4377.72	95.76	1895.03	46.62	2930.11	57987.80	1204.60	62169.13	5526.14	2.00	1.45	Si	1	5626.17	7466.17	9348.66	2.00	3.31	Si	28913.02	6.55
40	4433.20	127.67	1919.04	46.62	3906.81	58722.57	1247.80	63923.79	5682.12	2.00	1.41	Si	1	5784.96	7676.90	9612.52	2.00	3.22	Si	29294.36	6.46
50	4499.02	159.59	1947.53	46.62	4883.51	59594.47	1291.00	65815.60	5850.28	2.00	1.37	Si	1	5956.16	7904.10	9897.00	2.00	3.12	Si	29692.17	6.38
60	4572.50	191.51	1979.34	46.62	5860.21	60567.86	1334.20	67808.89	6027.46	2.00	1.33	Si	1	6136.55	8143.48	10196.74	2.00	3.03	Si	30102.16	6.29
70	4651.29	223.43	2014.45	46.62	6836.92	61611.43	1377.40	69872.37	6210.88	2.00	1.29	Si	1	6323.29	8391.29	10507.03	2.00	2.94	Si	30520.59	6.20
80	4733.41	255.35	2049.00	46.62	7813.62	62699.30	1420.60	71980.13	6398.23	2.00	1.25	Si	1	6514.04	8644.42	10823.99	2.00	2.86	Si	30944.34	6.12
90	4817.33	287.27	2085.32	46.62	8790.32	63810.89	1463.80	74111.63	6587.70	2.00	1.21	Si	1	6706.93	8900.40	11144.51	2.00	2.77	Si	31370.93	6.04
100	4901.84	319.18	2121.91	46.62	9767.02	64930.32	1507.00	76250.96	6777.86	2.00	1.18	Si	1	6900.54	9157.33	11466.21	2.00	2.70	Si	31798.47	5.95
110	4986.04	351.10	2158.35	46.62	10743.72	66045.59	1550.20	78386.13	6967.66	2.00	1.15	Si	1	7093.77	9413.75	11787.29	2.00	2.62	Si	32225.51	5.88
120	5069.25	383.02	2194.37	46.62	11720.43	67147.77	1593.40	80508.21	7156.29	2.00	1.12	Si	1	7285.81	9668.60	12106.40	2.00	2.55	Si	32650.97	5.80
130	5150.97	414.94	2229.75	46.62	12697.13	68230.33	1636.60	82610.68	7343.17	2.00	1.09	Si	1	7476.08	9921.09	12422.55	2.00	2.49	Si	33074.08	5.73
140	5230.87	446.86	2264.33	46.62	13673.83	69288.62	1679.80	84688.87	7527.90	2.00	1.06	Si	1	7664.15	10170.67	12735.06	2.00	2.43	Si	33494.27	5.65
150	5308.68	478.78	2298.02	46.62	14650.53	70319.38	1723.00	86739.54	7710.18	2.00	1.04	Si	1	7849.73	10416.95	13043.43	2.00	2.37	Si	33911.16	5.58
160	5384.26	510.69	2330.73	46.62	15627.23	71320.44	1766.20	88760.49	7889.82	2.00	1.01	Si	1	8032.62	10659.65	13347.33	2.00	2.32	Si	34324.48	5.52
170	5457.49	542.61	2362.43	46.62	16603.94	72290.42	1809.40	90750.38	8066.70	2.00	0.99	Si	1	8212.70	10898.63	13646.56	2.00	2.27	Si	34734.07	5.45
180	5528.31	574.53	2393.09	46.62	17580.64	73228.60	1852.60	92708.46	8240.75	2.00	0.97	Si	1	8389.91	11133.78	13941.00	2.00	2.22	Si	35139.84	5.39
190	5596.72	606.45	2422.70	46.62	18557.34	74134.68	1895.80	94634.44	8411.95	2.00	0.95	Si	1	8564.20	11365.08	14230.62	2.00	2.17	Si	35541.75	5.33
200	5662.70	638.37	2451.27	46.62	19534.04	75008.76	1939.00	96528.42	8580.30	2.00	0.93	Si	1	8735.60	11592.54	14515.43	2.00	2.13	Si	35939.82	5.27
210	5726.30	670.29	2478.80	46.62	20510.75	75851.16	1982.20	98390.73	8745.84	2.00	0.91	Si	1	8904.14	11816.19	14795.47	2.00	2.09	Si	36334.09	5.21
220	5787.55	702.20	2505.31	46.62	21487.45	76662.43	2025.40	100221.89	8908.61	2.00	0.90	Si	1	9069.85	12036.10	15070.83	2.00	2.05	Si	36724.62	5.16
230	5846.49	734.12	2530.82	46.62	22464.15	77443.23	2068.60	102022.60	9068.68	2.00	0.88	Si	1	9232.81	12252.36	15341.61	2.00	2.02	Si	37111.49	5.10
240	5903.20	766.04	2555.37	46.62	23440.85	78194.35	2111.80	103793.62	9226.10	2.00	0.87	Si	1	9393.09	12465.05	15607.93	2.00	1.98	No	37494.79	5.05
250	5957.72	797.96	2578.98	46.62	24417.55	78916.64	2155.00	105535.82	9380.96	2.00	0.85	Si	1	9550.75	12674.28	15869.91	2.00	1.95	No	37874.64	5.00
260	6010.15	829.88	2601.67	46.62	25394.26	79611.01	2198.20	107250.08	9533.34	2.00	0.84	Si	1	9705.89	12880.15	16127.70	2.00	1.92	No	38251.12	4.95
270	6060.53	861.80	2623.48	46.62	26370.96	80278.38	2241.40	108937.35	9683.32	2.00	0.83	Si	1	9858.58	13082.78	16381.42	2.00	1.89	No	38624.37	4.90
280	6108.94	893.71	2644.43	46.62	27347.66	80919.69	2284.60	110598.57	9830.98	2.00	0.81	Si	1	10008.92	13282.29	16631.22	2.00	1.86	No	38994.49	4.86
290	6155.46	925.63	2664.57	46.62	28324.36	81535.90	2327.80	112234.68	9976.42	2.00	0.80	Si	1	10156.98	13478.77	16877.25	2.00	1.83	No	39361.59	4.81
300	6200.16	957.55	2683.92	46.62	29301.06	82127.95	2371.00	113846.64	10119.70	2.00	0.79	Si	1	10302.86	13672.36	17119.65	2.00	1.81	No	39725.79	4.77
310	6243.10	989.47	2702.51	46.62	30277.77	82696.77	2414.20	115435.35	10260.92	2.00	0.78	Si	1	10446.64	13863.16	17358.55	2.00	1.78	No	40087.20	4.72
320	6284.36	1021.39	2720.37	46.62	31254.47	83243.27	2457.40	117001.76	10400.16	2.00	0.77	Si	1	10588.39	14051.27	17594.10	2.00	1.76	No	40445.93	4.68
330	6324.00	1053.31	2737.53	46.62	32231.17	83768.36	2500.60	118546.75	10537.49	2.00	0.76	Si	1	10728.21	14236.82	17826.43	2.00	1.73	No	40802.09	4.64
340	6362.09	1085.22	2754.02	46.62	33207.87	84272.89	2543.80	120071.18	10672.99	2.00	0.75	Si	1	10866.17	14419.89	18055.66	2.00	1.71	No	41155.78	4.60
350	6398.69	1117.14	2769.86	46.62	34184.58	84757.71	2587.00	121575.91	10806.75	2.00	0.74	Si	1	11002.34	14600.60	18281.94	2.00	1.69	No	41507.11	4.56
360	6433.87	1149.06	2785.09	46.62	35161.28	85223.65	2630.20	123061.75	10938.82	2.00	0.73	Si	1	11136.81	14779.95	18505.37	2.00	1.67	No	41856.16	4.52
370	6467.67	1180.98	2799.72	46.62	36137.98	85671.49	2673.40	124529.49	11069.29	2.00	0.72	Si	1	11269.64	14959.31	18726.08	2.00	1.65	No	42203.04	4.49
380	6500.18	1212.90	2813.79	46.62	37114.68	86102.00	2716.60	125979.90	11198.21	2.00	0.71	Si	1	11400.90	15139.50	18944.19	2.00	1.63	No	42547.94	4.45
390	6531.42	1244.82	2827.32	46.62	38091.38	86515.90	2759.80	127413.70	11325.65	2.00	0.71	Si	1	11530.65	15320.69	19159.79	2.00	1.61	No	42890.65	4.41
400	6561.47	1276.73	2840.32	46.62	39068.09	86919.91	2803.00	128831.62	11451.70	2.00	0.70	Si	1								

ANEXO B CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE UTILIZACION EN 20-22.9 KV -AAAC 70 mm2  
Poste de Concreto 13/400 EDS 18% E=24525 Mpa

Características del poste			
Tipo de poste			13/400/180/375
Tipo Armado			AV-39
Funcion			Angulo 0°-60°
Longitud	H	m	13
Longitud empotramiento	m		1.6
Altura Util	hv	m	11.4
Diametro en la pu	dp	m	0.18
Diametro en la ba	db	m	0.375
Diametro empod	de	m	0.351
Seccion de empotramiento	cm2		968
Factor de seguridad			2
Carga rotura	N		8000
Carga de trabajo	N		4000
Peso	kg		1800
Dist. Aplic. F resultante	m		0.15
Modulo elasticidad	E	N/cm2	2452500

Características del conductor			
Conductor			AAAC
Seccion		mm2	70
Diametro	Ø	mm	10.8
Peso unitario	Wc	N/m	1.92
Altura conductor	h1	m	11.4
Altura conductor	h2	m	10.2
Altura conductor	h3	m	9
Tiro de rotura	Tr	N	20950
Condicion EDS Inicial	%		18

Características de Retenida			
Denominacion		A"O" Siemens Ma	rtin 5/8" diam
Tipo			Inclinada
Angulo		*	37
Altura de aplicaci	Hr	m	11.05
Diametro nominal		mm	10
Seccion nominal		mm2	50
Carga de rotura	Frr	N	30920
Coefficiente de seguridad			2

Condiciones Ambientales			
Velocidad del viento	Vv	km/h	80
Presion del viento	Pv	N/m2	302.72
Fuerza debida al viento		N/m	3.27
Fuerza resultante		N/m	3.79
Fuerza de viento	Fvp	N	916.23
Altura de aplicaci	Z	m	5.09

Calculo de la carga critica			
Carga critica del p	Qcr	N	189359.88
Momento de Ine	I	cm4	38208.83

Características de Cruetas o Mensulas			
Material			Concreto A"V"
Denominacion			M/1.00/250
Peso		N	620
Resistencia a la compresion		N/cm2	2800
Brazo	Br	m	1
Carga de Trabajo Horizontal		N	2500
Carga de Trabajo Longitunal		N	1500
Carga de Trabajo Vertical		N	1500
Coefficiente de seguridad			2

Característica generales			
Peso de aislador		N	25
Peso de operario		N	1000

Angulo de desvío \* 30  
Vano peso/ Vano viento Kr 1.5

Vano Viento (m)	Tiro Horizontal (N)	Fuerza del viento sobre conductor (Fv) (N)	Fuerza de tiro sobre conductor (Fc) (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)	MCW (N-m)	MRN (N-m)	Fuerza equivalente punta (N)	Factor de seguridad req.	Factor de seguridad cal.	Req. de retenida	N° Retenida	Tiro Horiz. Ret. (N)	Tiro Vert. Ret. (N)	Tiro Cable Ret. (N)	Factor de seg. Ret. req.	Factor de seg. Ret. cal.	Cumple ret.	Carga vertical Total (N)	Factor de seg. Por pando
10	4308.81	31.58	2230.40	46.62	966.33	68250.32	1118.20	70381.47	6256.13	2.00	1.28	Si	1	6369.36	8452.43	10583.59	2.00	2.92	Si	29558.05	6.41
20	4335.41	63.16	2244.18	46.62	1932.66	68671.76	1161.40	71812.43	6383.33	2.00	1.25	Si	1	6498.86	8624.28	10798.77	2.00	2.86	Si	29900.51	6.33
30	4377.72	94.74	2266.08	46.62	2898.98	69341.96	1204.60	73492.16	6532.64	2.00	1.22	Si	1	6650.87	8826.01	11051.36	2.00	2.80	Si	30272.85	6.26
40	4433.20	126.32	2294.79	46.62	3865.31	70220.60	1247.80	75380.33	6700.47	2.00	1.19	Si	1	6821.75	9052.77	11335.29	2.00	2.73	Si	30670.22	6.17
50	4499.02	157.90	2328.86	46.62	4831.64	71263.22	1291.00	77432.48	6882.89	2.00	1.16	Si	1	7007.46	9299.22	11643.88	2.00	2.66	Si	31087.29	6.09
60	4572.50	189.48	2366.90	46.62	5797.97	72427.20	1334.20	79605.99	7076.09	2.00	1.13	Si	1	7204.16	9560.25	11970.72	2.00	2.58	Si	31518.93	6.01
70	4651.29	221.06	2407.68	46.62	6764.29	73675.11	1377.40	81863.42	7276.75	2.00	1.10	Si	1	7408.45	9831.35	12310.19	2.00	2.51	Si	31960.65	5.92
80	4733.41	252.63	2450.20	46.62	7730.62	74975.98	1420.60	84173.82	7482.12	2.00	1.07	Si	1	7617.54	10108.82	12657.61	2.00	2.44	Si	32408.73	5.84
90	4817.33	284.21	2493.63	46.62	8696.95	76305.22	1463.80	86512.59	7690.01	2.00	1.04	Si	1	7829.19	10389.69	13009.30	2.00	2.38	Si	32860.22	5.76
100	4901.84	315.79	2537.38	46.62	9663.28	77643.84	1507.00	88860.74	7898.73	2.00	1.01	Si	1	8041.70	10671.69	13362.40	2.00	2.31	Si	33312.83	5.68
110	4986.04	347.37	2580.96	46.62	10629.60	78977.49	1550.20	91203.91	8107.01	2.00	0.99	Si	1	8253.75	10953.09	13714.76	2.00	2.25	Si	33764.85	5.61
120	5069.25	378.95	2624.04	46.62	11595.93	80295.47	1593.40	93531.42	8313.90	2.00	0.96	Si	1	8464.38	11232.61	14064.76	2.00	2.20	Si	34214.98	5.53
130	5150.97	410.53	2666.34	46.62	12562.26	81590.01	1636.60	95835.49	8518.71	2.00	0.94	Si	1	8672.89	11509.32	14411.23	2.00	2.15	Si	34662.31	5.46
140	5230.87	442.11	2707.70	46.62	13528.59	82855.51	1679.80	98110.52	8720.94	2.00	0.92	Si	1	8878.78	11782.54	14753.34	2.00	2.10	Si	35106.14	5.39
150	5308.68	473.69	2747.98	46.62	14494.91	84088.10	1723.00	100352.63	8920.23	2.00	0.90	Si	1	9081.69	12051.80	15090.49	2.00	2.05	Si	35546.02	5.33
160	5384.26	505.27	2787.10	46.62	15461.24	85285.16	1766.20	102559.22	9116.38	2.00	0.88	Si	1	9281.38	12316.80	15422.31	2.00	2.00	Si	35981.63	5.26
170	5457.49	536.85	2825.00	46.62	16427.57	86445.07	1809.40	104728.66	9309.21	2.00	0.86	Si	1	9477.71	12573.34	15748.54	2.00	1.96	No	36412.79	5.20
180	5528.31	568.43	2861.66	46.62	17393.90	87566.94	1852.60	106860.06	9498.67	2.00	0.84	Si	1	9670.59	12833.31	16069.05	2.00	1.92	No	36839.37	5.14
190	5596.72	600.01	2897.07	46.62	18360.23	88650.45	1895.80	108953.09	9684.72	2.00	0.83	Si	1	9860.01	13084.67	16383.79	2.00	1.89	No	37261.35	5.08
200	5662.70	631.59	2931.23	46.62	19326.55	89695.67	1939.00	111007.84	9867.36	2.00	0.81	Si	1	10045.96	13331.44	16692.77	2.00	1.85	No	37678.72	5.03
210	5726.30	663.17	2964.15	46.62	20292.88	90703.02	1982.20	113024.72	10046.64	2.00	0.80	Si	1	10228.48	13573.65	16996.05	2.00	1.82	No	38091.55	4.97
220	5787.55	694.75	2995.85	46.62	21259.21	91673.13	2025.40	115004.35	10222.61	2.00	0.78	Si	1	10407.63	13811.40	17293.74	2.00	1.79	No	38499.91	4.92
230	5846.49	726.32	3026.37	46.62	22225.54	92606.81	2068.60	116947.57	10395.34	2.00	0.77	Si	1	10583.49	14044.77	17585.95	2.00	1.76	No	38903.90	4.87
240	5903.20	757.90	3055.72	46.62	23191.86	93505.00	2111.80	118855.29	10564.91	2.00	0.76	Si	1	10756.13	14273.87	17872.82	2.00	1.73	No	39303.62	4.82
250	5957.72	789.48	3083.95	46.62	24158.19	94368.72	2155.00	120728.53	10731.43	2.00	0.75	Si	1	10925.66	14498.84	18154.51	2.00	1.70	No	39699.20	4.77
260	6010.15	821.06	3111.08	46.62	25124.52	95199.05	2198.20	122568.39	10894.97	2.00	0.73	Si	1	11092.16	14719.80	18431.18	2.00	1.68	No	40090.77	4.72
270	6060.53	852.64	3137.16	46.62	26090.85	95997.09	2241.40	124375.95	11055.64	2.00	0.72	Si	1	11255.74	14936.87	18702.99	2.00	1.65	No	40478.46	4.68
280	6108.94	884.22	3162.22	46.62	27057.17	96763.97	2284.60	126152.37	11213.54	2.00	0.71	Si	1	11416.50	15150.21	18970.12	2.00	1.63	No	40862.41	4.63
290	6155.46	915.80	3186.30	46.62	28023.50	97500.84	2327.80	127898.76	11368.78	2.00	0.70	Si	1	11574.55	15359.94	19232.73	2.00	1.61	No	41242.76	4.59
300	6200.16	947.38	3209.44	46.62	28989.83	98208.82	2371.00	129616.26	11521.45	2.00	0.69	Si	1	11729.98	15566.21	19491.00	2.00	1.59	No	41619.64	4.55
310	6243.10	978.96	3231.67	46.62	29956.16	98889.01	2414.20	131305.98	11671.64	2.00	0.69	Si	1	11882.89	15769.13	19745.09	2.00	1.57	No	41993.18	4.51
320	6284.36	1010.54	3253.02	46.62	30922.48	99542.52	2457.40	132969.03	11819.47	2.00	0.68	Si	1	12033.40	15968.86	19995.17	2.00	1.55	No	42363.51	4.47
330	6324.00	1042.12	3273.54	46.62	31888.81	100170.42	2500.60	134606.45	11965.02	2.00	0.67	Si	1	12181.58	16165.50	20241.40	2.00	1.53	No	42730.77	4.43
340	6362.09	1073.70	3293.26	46.62	32855.14	100773.74	2543.80	136219.30	12108.38	2.00	0.66	Si	1	12327.54	16359.20	20483.93	2.00	1.51	No	43095.08	4.39
350	6398.69	1105.28	3312.21	46.62	33821.47	101353.49	2587.00	137808.58	12249.65	2.00	0.65	Si	1	12471.36	16550.06	20722.92	2.00	1.49	No	43456.56	4.36
360	6433.87	1136.86	3330.41	46.62	34787.80	101910.66	2630.20	139375.28	12388.91	2.00	0.65	Si	1	12613.15	16738.21	20958.54	2.00	1.48	No	43815.33	4.32
370	6467.67	1168.44	3347.91	46.62	35754.12	102466.19	2673.40	140920.33	12526.25	2.00	0.64	Si	1	12752.97	16923.76	21190.85	2.00	1.46	No	44171.50	4.29
380	6500.18	1200.01	3364.74	46.62	36720.45	102990.99	2716.60	142444.66	12661.75	2.00	0.63	Si	1	12890.92	17106.63	21420.07	2.00	1.44	No	44525.17	4.25
390	6531.42	1231.59	3380.91	46.62	37686.78	103455.94	2759.80	143949.13	12795.48	2.00	0.63	Si	1	13027.07	17285.51	21646.30	2.00	1.43	No	44876.47	4.22
400	6561.47	1263.17	3396.47	46.62	38653.11	103931.88	2803.00	145434.60	12												

ANEXO B CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE UTILIZACION EN 20-22.9 KV -AAAC 70 mm2  
Poste de Concreto 13/400 EDS 18% E=24525 Mpa

Características del poste			
Tipo de poste			13/400/180/375
Tipo Armado			AV-39
Funcion			Angulo 0°-60°
Longitud	H	m	13
Longitud empotramiento	m		1.6
Altura Util	hv	m	11.4
Diametro en la pu	dp	m	0.18
Diametro en la ba	db	m	0.375
Diametro empod	de	m	0.351
Seccion de empotramiento	cm2		968
Factor de seguridad			2
Carga rotura	N		8000
Carga de trabajo	N		4000
Peso	kg		1800
Dist. Aplic. F resultante	m		0.15
Modulo elasticidad	E	N/cm2	2452500

Características del conductor			
Conductor			AAAC
Seccion		mm2	70
Diametro	Ø	mm	10.8
Peso unitario	wc	N/m	1.92
Altura conductor	h1	m	11.4
Altura conductor	h2	m	10.2
Altura conductor	h3	m	9
Tiro de rotura	Tr	N	20950
Condicion EDS Inicial	%		18

Características de Retenida			
Denominacion		A"O" Siemens Ma	rtin 5/8" diam
Tipo			Inclinada
Angulo		*	37
Altura de aplicaci	Hr	m	11.05
Diametro nominal		mm	10
Seccion nominal		mm2	50
Carga de rotura	Frr	N	30920
Coefficiente de seguridad			2

Condiciones Ambientales			
Velocidad del viento	Vv	km/h	80
Presion del viento	Pv	N/m2	302.72
Fuerza debida al viento		N/m	3.27
Fuerza resultante		N/m	3.79
Fuerza de viento	Fvp	N	916.23
Altura de aplicaci	Z	m	5.09

Calculo de la carga critica			
Carga critica del	Qcr	N	189359.88
Momento de Ine	I	cm4	38208.83

Caracteristica generales			
Peso de aislador		N	25
Peso de operario		N	1000

Angulo de desvío \* 35  
Vano peso/ Vano viento Kr 1.5

Vano Viento (m)	Tiro Horizontal (N)	Fuerza del viento sobre conductor (Fv) (N)	Fuerza de tiro sobre conductor (Fc) (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)	MCW (N-m)	MRN (N-m)	Fuerza equivalente punta (N)	Factor de seguridad req.	Factor de seguridad cal.	Req. de retenida	N° Retenida	Tiro Horiz. Ret. (N)	Tiro Vert. Ret. (N)	Tiro Cable Ret. (N)	Factor de seg. Ret. req.	Factor de seg. Ret. cal.	Cumple ret.	Carga vertical Total (N)	Factor de seg. Por pando
10	4308.81	31.18	2591.37	46.62	954.11	79295.81	1118.20	81414.75	7236.87	2.00	1.11	Si	1	5209.86	6913.71	8656.91	2.00	3.572	Si	28019.33	6.76
20	4335.41	62.36	2607.37	46.62	1908.23	79785.46	1161.40	82901.71	7369.04	2.00	1.09	Si	1	5305.01	7039.99	8815.02	2.00	3.508	Si	28316.21	6.69
30	4377.72	93.54	2862.81	46.62	2862.34	80564.13	1204.60	84677.69	7526.91	2.00	1.06	Si	1	5418.66	7190.80	9003.86	2.00	3.434	Si	28637.64	6.61
40	4433.20	124.72	2666.18	46.62	3816.45	81584.96	1247.80	86695.83	7706.30	2.00	1.04	Si	1	5547.80	7362.18	9218.45	2.00	3.354	Si	28979.64	6.53
50	4499.02	155.90	2705.76	46.62	4770.57	82796.32	1291.00	88904.51	7902.62	2.00	1.01	Si	1	5689.14	7549.74	9453.30	2.00	3.271	Si	29337.81	6.45
60	4572.50	187.08	2749.96	46.62	5724.68	84148.68	1334.20	91254.18	8111.48	2.00	0.99	Si	1	5839.50	7749.27	9703.14	2.00	3.187	Si	29707.96	6.37
70	4651.29	218.26	2797.34	46.62	6678.80	85598.54	1377.40	93701.35	8329.01	2.00	0.96	Si	1	5996.10	7957.09	9963.35	2.00	3.103	Si	30086.39	6.29
80	4733.41	249.44	2846.73	46.62	7632.91	87109.94	1420.60	96210.07	8552.01	2.00	0.94	Si	1	6156.63	8170.13	10230.11	2.00	3.022	Si	30470.04	6.21
90	4817.33	280.62	2897.20	46.62	8587.02	88654.31	1463.80	98751.75	8777.93	2.00	0.91	Si	1	6319.28	8385.97	10500.37	2.00	2.945	Si	30856.50	6.14
100	4901.84	311.80	2948.03	46.62	9541.14	90209.57	1507.00	101304.32	9004.83	2.00	0.89	Si	1	6482.62	8602.73	10771.79	2.00	2.870	Si	31243.87	6.06
110	4986.04	342.98	2998.66	46.62	10495.25	91759.04	1550.20	103851.11	9231.21	2.00	0.87	Si	1	6645.60	8819.00	11042.59	2.00	2.800	Si	31630.76	5.99
120	5069.25	374.16	3048.70	46.62	11449.36	93290.33	1593.40	106379.71	9455.97	2.00	0.85	Si	1	6807.40	9037.73	11311.46	2.00	2.734	Si	32016.10	5.91
130	5150.97	405.34	3097.86	46.62	12403.48	94794.37	1636.60	108881.07	9678.32	2.00	0.83	Si	1	6967.47	9246.14	11577.43	2.00	2.671	Si	32399.13	5.84
140	5230.87	436.52	3145.90	46.62	13357.59	96264.68	1679.80	111348.69	9897.66	2.00	0.81	Si	1	7125.38	9455.69	11839.81	2.00	2.612	Si	32779.30	5.78
150	5308.68	467.70	3192.70	46.62	14311.71	97696.75	1723.00	113778.07	10113.61	2.00	0.79	Si	1	7280.84	9662.00	12098.13	2.00	2.556	Si	33156.21	5.71
160	5384.26	498.88	3238.15	46.62	15265.82	99087.54	1766.20	116166.18	10325.88	2.00	0.77	Si	1	7433.66	9864.79	12352.06	2.00	2.503	Si	33529.62	5.65
170	5457.49	530.06	3282.20	46.62	16219.93	100435.17	1809.40	118511.12	10534.32	2.00	0.76	Si	1	7583.71	10063.93	12601.40	2.00	2.454	Si	33899.37	5.59
180	5528.31	561.24	3324.79	46.62	17174.05	101738.60	1852.60	120811.87	10738.83	2.00	0.74	Si	1	7730.94	10259.30	12846.04	2.00	2.407	Si	34265.36	5.53
190	5596.72	592.42	3365.93	46.62	18128.16	102997.46	1895.80	123068.04	10939.38	2.00	0.73	Si	1	7875.32	10450.90	13085.94	2.00	2.363	Si	34627.57	5.47
200	5662.70	623.60	3405.62	46.62	19082.27	104211.83	1939.00	125279.73	11135.98	2.00	0.72	Si	1	8016.85	10638.71	13321.11	2.00	2.321	Si	34986.00	5.41
210	5726.30	654.78	3443.86	46.62	20036.39	105382.21	1982.20	127447.42	11328.66	2.00	0.71	Si	1	8155.56	10822.79	13551.60	2.00	2.282	Si	35340.69	5.36
220	5787.55	685.96	3480.70	46.62	20990.50	106509.32	2025.40	129571.84	11517.50	2.00	0.69	Si	1	8291.50	11003.20	13777.50	2.00	2.244	Si	35691.71	5.31
230	5846.49	717.14	3516.15	46.62	21944.62	107594.11	2068.60	131653.95	11702.57	2.00	0.68	Si	1	8424.74	11180.01	13998.89	2.00	2.209	Si	36039.14	5.25
240	5903.20	748.32	3550.25	46.62	22898.73	108637.67	2111.80	133694.81	11883.98	2.00	0.67	Si	1	8555.34	11353.32	14215.90	2.00	2.175	Si	36383.06	5.20
250	5957.72	779.50	3583.04	46.62	23852.84	109641.17	2155.00	135695.63	12061.83	2.00	0.66	Si	1	8683.38	11523.23	14428.65	2.00	2.143	Si	36723.59	5.16
260	6010.15	810.68	3614.57	46.62	24806.96	110605.87	2198.20	137657.65	12236.24	2.00	0.65	Si	1	8808.93	11699.84	14637.27	2.00	2.112	Si	37060.82	5.11
270	6060.53	841.87	3644.87	46.62	25761.07	111533.06	2241.40	139582.12	12407.30	2.00	0.64	Si	1	8932.08	11893.27	14841.90	2.00	2.083	Si	37394.86	5.06
280	6108.94	873.05	3673.99	46.62	26715.18	112424.06	2284.60	141470.46	12575.15	2.00	0.64	Si	1	9052.92	12013.63	15042.69	2.00	2.055	Si	37725.83	5.02
290	6155.46	904.23	3701.97	46.62	27669.30	113280.18	2327.80	143323.90	12739.90	2.00	0.63	Si	1	9171.52	12171.02	15239.77	2.00	2.029	Si	38053.83	4.98
300	6200.16	935.41	3728.85	46.62	28623.41	114102.73	2371.00	145143.76	12901.67	2.00	0.62	Si	1	9287.98	12325.56	15433.27	2.00	2.003	Si	38378.99	4.93
310	6243.10	966.59	3754.67	46.62	29577.52	114893.01	2414.20	146931.35	13060.56	2.00	0.61	Si	1	9402.37	12477.36	15623.35	2.00	1.979	No	38701.41	4.89
320	6284.36	997.77	3779.49	46.62	30531.64	115652.28	2457.40	148687.94	13216.71	2.00	0.61	Si	1	9514.77	12626.53	15810.13	2.00	1.956	No	39021.19	4.85
330	6324.00	1028.95	3803.33	46.62	31485.75	116381.80	2500.60	150441.77	13370.20	2.00	0.60	Si	1	9625.28	12773.17	15993.75	2.00	1.933	No	39338.45	4.81
340	6362.09	1060.13	3826.23	46.62	32439.87	117082.76	2543.80	152113.04	13521.16	2.00	0.59	Si	1	9733.95	12917.39	16174.32	2.00	1.912	No	39653.28	4.78
350	6398.69	1091.31	3848.25	46.62	33393.99	117756.34	2587.00	153783.94	13669.68	2.00	0.59	Si	1	9840.87	13059.28	16351.99	2.00	1.891	No	39965.78	4.74
360	6433.87	1122.49	3869.40	46.62	34348.09	118403.68	2630.20	155428.59	13815.87	2.00	0.58	Si	1	9946.12	13198.95	16526.87	2.00	1.871	No	40276.06	4.70
370	6467.67	1153.67	3889.73	46.62	35302.21	119025.88	2673.40	157048.10	13959.83	2.00	0.57	Si	1	10049.75	13336.47	16699.07	2.00	1.852	No	40584.20	4.67
380	6500.18	1184.85	3909.38	46.62	36256.32	119623.99	2716.60	158643.53	14101.65	2.00	0.57	Si	1	10151.85	13471.96	16868.72	2.00	1.833	No	40890.30	4.63
390	6531.42	1216.03	3928.07	46.62	37210.43	120191.94	2759.80	160215.89	14241.41	2.00	0.56	Si	1	10252.47	13605.40	17035.91	2.00	1.815	No	41194.46	4.60
400	6561.47	1247.21	3946.14	46.62	38164.55	120752.00	2803.00	161766.17	14379.22	2.00	0.56	Si	1	10351.67	13737.13	17200.75	2.00	1.798	No	41496.70	4.56
410	6590.37	1278.39	3963.52	46.62	39118.66	121283.83	2846.20	163295.31	14515.14	2.00	0.55	Si	1	10449.52	13866.98	17363.35	2.00	1.781	No	41797.17	4.53
420</																					

ANEXO B CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE UTILIZACION EN 20-22.9 KV -AAAC 70 mm2  
Poste de Concreto 13/400 EDS 18% E=24525 Mpa

Características del poste			
Tipo de poste			13/400/180/375
Tipo Armado			AV-39
Funcion			Angulo 0°-60°
Longitud	H	m	13
Longitud empotramiento		m	1.6
Altura Util	hv	m	11.4
Diametro en la pu	dp	m	0.18
Diametro en la ba	db	m	0.375
Diametro empod	de	m	0.351
Seccion de empotramiento		cm2	968
Factor de seguridad			2
Carga rotura	N		8000
Carga de trabajo	N		4000
Peso	kg		1800
Dist. Aplic. F resultante	m		0.15
Modulo elasticidad	E	N/cm2	2452500

Características del conductor			
Conductor			AAAC
Seccion		mm2	70
Diametro	Ø	mm	10.8
Peso unitario	Wc	N/m	1.92
Altura conductor	h1	m	11.4
Altura conductor	h2	m	10.2
Altura conductor	h3	m	9
Tiro de rotura	Tr	N	20950
Condicion EDS Inicial		%	18

Características de Retenida			
Denominacion		A'G° Siemens Ma	rtin 5/8" diam
Tipo			Inclinada
Angulo		*	37
Altura de aplicaci	Hr	m	11.05
Diametro nominal		mm	10
Seccion nominal		mm2	50
Carga de rotura	Frr	N	30920
Coefficiente de seguridad			2

Condiciones Ambientales			
Velocidad del viento	Vv	km/h	80
Presion del viento	Pv	N/m2	302.72
Fuerza debida al viento		N/m	3.27
Fuerza resultante		N/m	3.79
Fuerza de viento	Fvp	N	916.23
Altura de aplicaci	Z	m	5.09

Calculo de la carga critica			
Carga critica del	Qcr	N	189359.88
Momento de Ine	I	cm4	38208.83

Características de Cruetas o Mensulas			
Material			Concreto A'V'
Denominacion			M/1.00/250
Peso		N	620
Resistencia a la compresion		N/cm2	2800
Brazo	Br	m	1
Carga de Trabajo Horizontal		N	2500
Carga de Trabajo Longitunal		N	1500
Carga de Trabajo Vertical		N	1500
Coefficiente de seguridad			2

Característica generales			
Peso de aislador		N	25
Peso de operario		N	1000

Angulo de desvío \* 40  
Vano peso/ Vano viento Kr 1.5

Vano Viento (m)	Tiro Horizontal (N)	Fuerza del viento sobre conductor (Fv) (N)	Fuerza de tiro sobre conductor (Fc) (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTc (N-m)	MCW (N-m)	MRN (N-m)	Fuerza equivalente punta (N)	Factor de seguridad req.	Factor de seguridad cal.	Req. de retenida	N° Retenida	Tiro Horiz. Ret. (N)	Tiro Vert. Ret. (N)	Tiro Cable Ret. (N)	Factor de seg. Ret. req.	Factor de seg. Ret. cal.	Cumple ret.	Carga vertical Total (N)	Factor de seg. Por pando
10	4308.81	30.72	2947.40	46.62	940.08	90190.37	1118.20	92295.27	8204.02	2.00	0.98	Si	1	5906.12	7837.68	9813.84	2.00	3.15	Si	28943.30	6.54
20	4335.41	61.44	2965.60	46.62	1880.17	90747.28	1161.40	93835.47	8340.93	2.00	0.96	Si	1	6004.68	7968.48	9977.61	2.00	3.10	Si	29244.71	6.48
30	4377.72	92.17	2994.54	46.62	2820.25	91632.93	1204.60	95704.40	8507.06	2.00	0.94	Si	1	6124.27	8127.19	10176.34	2.00	3.04	Si	29574.03	6.40
40	4433.20	122.89	3032.48	46.62	3760.33	92794.02	1247.80	97847.77	8697.67	2.00	0.92	Si	1	6261.50	8309.29	10404.35	2.00	2.97	Si	29926.74	6.33
50	4499.02	153.61	3077.51	46.62	4700.42	94171.81	1291.00	100209.85	8907.54	2.00	0.90	Si	1	6412.58	8509.79	10655.41	2.00	2.90	Si	30297.86	6.25
60	4572.50	184.33	3127.78	46.62	5640.50	95709.97	1334.20	102731.29	9131.67	2.00	0.88	Si	1	6573.94	8723.91	10923.52	2.00	2.83	Si	30682.59	6.17
70	4651.29	215.05	3181.67	46.62	6580.58	97359.03	1377.40	105363.63	9365.66	2.00	0.85	Si	1	6742.38	8947.45	11203.42	2.00	2.76	Si	31076.75	6.09
80	4733.41	245.77	3237.85	46.62	7520.67	99078.08	1420.60	108065.97	9605.86	2.00	0.83	Si	1	6915.31	9176.93	11490.76	2.00	2.69	Si	31476.84	6.02
90	4817.33	276.50	3295.25	46.62	8460.75	100844.63	1463.80	110805.80	9849.40	2.00	0.81	Si	1	7090.64	9409.59	11782.09	2.00	2.62	Si	31880.12	5.94
100	4901.84	307.22	3353.06	46.62	9400.84	102603.57	1507.00	113558.03	10094.05	2.00	0.79	Si	1	7266.76	9643.31	12074.73	2.00	2.56	Si	32284.45	5.87
110	4986.04	337.94	3410.65	46.62	10340.92	104365.93	1550.20	116303.67	10338.10	2.00	0.77	Si	1	7442.45	9876.47	12366.68	2.00	2.50	Si	32688.23	5.79
120	5069.25	368.66	3467.57	46.62	11281.00	106107.60	1593.40	119028.62	10580.32	2.00	0.76	Si	1	7616.83	10107.87	12658.43	2.00	2.44	Si	33090.24	5.72
130	5150.97	399.38	3523.47	46.62	12221.09	107818.29	1636.60	121722.59	10819.79	2.00	0.74	Si	1	7789.22	10336.64	12942.88	2.00	2.39	Si	33489.63	5.65
140	5230.87	430.10	3578.12	46.62	13161.17	109490.61	1679.80	124378.20	11055.84	2.00	0.72	Si	1	7959.16	10562.16	13225.25	2.00	2.34	Si	33885.76	5.59
150	5308.68	460.83	3631.35	46.62	14101.25	111119.43	1723.00	126990.30	11288.03	2.00	0.71	Si	1	8126.31	10783.97	13503.00	2.00	2.29	Si	34278.19	5.52
160	5384.26	491.55	3683.05	46.62	15041.34	112701.30	1766.20	129555.46	11516.04	2.00	0.69	Si	1	8290.46	11001.81	13775.76	2.00	2.24	Si	34666.64	5.46
170	5457.49	522.27	3733.14	46.62	15981.42	114234.08	1809.40	132071.52	11739.69	2.00	0.68	Si	1	8451.46	11215.47	14043.29	2.00	2.20	Si	35050.91	5.40
180	5528.31	552.99	3781.59	46.62	16921.50	115716.60	1852.60	134537.32	11958.87	2.00	0.67	Si	1	8609.25	11424.87	14305.48	2.00	2.16	Si	35430.92	5.34
190	5596.72	583.71	3828.38	46.62	17861.59	117148.40	1895.80	136952.41	12173.55	2.00	0.66	Si	1	8763.80	11629.95	14562.28	2.00	2.12	Si	35806.63	5.29
200	5662.70	614.43	3873.52	46.62	18801.67	118529.63	1939.00	139316.92	12383.73	2.00	0.65	Si	1	8915.11	11830.75	14813.70	2.00	2.09	Si	36178.03	5.23
210	5726.30	645.16	3917.02	46.62	19741.75	119860.80	1982.20	141631.38	12589.46	2.00	0.64	Si	1	9063.21	12027.29	15059.80	2.00	2.05	Si	36545.19	5.18
220	5787.55	675.88	3958.91	46.62	20681.84	121142.77	2025.40	143896.63	12790.81	2.00	0.63	Si	1	9208.17	12219.65	15300.67	2.00	2.02	Si	36908.17	5.13
230	5846.49	706.60	3999.24	46.62	21621.92	122376.60	2068.60	146113.74	12987.89	2.00	0.62	Si	1	9350.05	12407.93	15536.41	2.00	1.99	No	37267.06	5.08
240	5903.20	737.32	4038.02	46.62	22562.00	123563.53	2111.80	148283.95	13180.80	2.00	0.61	Si	1	9488.92	12592.22	15767.17	2.00	1.96	No	37621.97	5.03
250	5957.72	768.04	4075.32	46.62	23502.09	124704.91	2155.00	150408.61	13369.65	2.00	0.60	Si	1	9624.88	12772.65	15993.09	2.00	1.93	No	37973.01	4.99
260	6010.15	798.76	4111.18	46.62	24442.17	125802.15	2198.20	152489.14	13554.59	2.00	0.59	Si	1	9758.02	12949.33	16214.32	2.00	1.91	No	38320.30	4.94
270	6060.53	829.49	4145.64	46.62	25382.26	126856.73	2241.40	154527.01	13735.73	2.00	0.58	Si	1	9888.42	13122.38	16431.00	2.00	1.88	No	38663.97	4.90
280	6108.94	860.21	4178.76	46.62	26322.34	127870.14	2284.60	156523.70	13913.22	2.00	0.57	Si	1	10016.20	13291.94	16643.31	2.00	1.86	No	39004.14	4.85
290	6155.46	890.93	4210.58	46.62	27262.42	128843.89	2327.80	158480.73	14087.18	2.00	0.57	Si	1	10141.43	13458.13	16851.41	2.00	1.83	No	39340.95	4.81
300	6200.16	921.65	4241.16	46.62	28202.51	129779.45	2371.00	160399.57	14257.74	2.00	0.56	Si	1	10264.22	13621.08	17055.44	2.00	1.81	No	39674.51	4.77
310	6243.10	952.37	4270.53	46.62	29142.59	130678.30	2414.20	162281.71	14425.04	2.00	0.55	Si	1	10384.66	13780.91	17255.57	2.00	1.79	No	40004.95	4.73
320	6284.36	983.09	4298.75	46.62	30082.67	131541.89	2457.40	164128.59	14589.21	2.00	0.55	Si	1	10502.84	13937.75	17451.95	2.00	1.77	No	40332.40	4.69
330	6324.00	1013.82	4325.87	46.62	31022.76	132371.63	2500.60	165941.61	14750.37	2.00	0.54	Si	1	10616.86	14091.71	17644.73	2.00	1.75	No	40656.98	4.66
340	6362.09	1044.54	4351.92	46.62	31962.84	133168.90	2543.80	167722.16	14908.64	2.00	0.54	Si	1	10732.80	14242.91	17834.06	2.00	1.73	No	40978.80	4.62
350	6398.69	1075.26	4376.96	46.62	32902.92	133935.03	2587.00	169471.57	15064.14	2.00	0.53	Si	1	10844.75	14391.47	18020.07	2.00	1.72	No	41297.97	4.59
360	6433.87	1105.98	4401.02	46.62	33843.01	134671.31	2630.20	171191.13	15216.99	2.00	0.53	Si	1	10954.79	14537.50	18202.92	2.00	1.70	No	41614.64	4.55
370	6467.67	1136.70	4424.15	46.62	34783.09	135378.99	2673.40	172882.10	15367.30	2.00	0.52	Si	1	11065.00	14681.09	18382.72	2.00	1.68	No	41938.82	4.52
380	6500.18	1167.42	4446.38	46.62	35723.17	136059.28	2716.60	174545.67	15515.17	2.00	0.52	Si	1	11169.45	14822.36	18559.61	2.00	1.67	No	42240.71	4.48
390	6531.42	1198.15	4467.76	46.62	36663.26	136713.33	2759.80	176183.01	15660.71	2.00	0.51	Si	1	11274.23	14961.00	18733.71	2.00	1.65	No	42550.36	4.45
400	6561.47	1228.87	4488.31	46.62	37603.34	137342.															

ANEXO B CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE UTILIZACION EN 20-22.9 KV -AAAC 70 mm2  
Poste de Concreto 13/400 EDS 18% E=24525 Mpa

Características del poste			
Tipo de poste			13/400/180/375
Tipo Armado			AV-39
Funcion			Angulo 0°-60°
Longitud	H	m	13
Longitud empotramiento	m		1.6
Altura Util	hv	m	11.4
Diametro en la pu	dp	m	0.18
Diametro en la ba	db	m	0.375
Diametro empod	de	m	0.351
Seccion de empotramiento	cm2		968
Factor de seguridad			2
Carga rotura	N		8000
Carga de trabajo	N		4000
Peso	kg		1800
Dist. Aplic. F resultante	m		0.15
Modulo elasticidad	E	N/cm2	2452500

Características del conductor			
Conductor			AAAC
Seccion		mm2	70
Diametro	Ø	mm	10.8
Peso unitario	Wc	N/m	1.92
Altura conductor	h1	m	11.4
Altura conductor	h2	m	10.2
Altura conductor	h3	m	9
Tiro de rotura	Tr	N	20950
Condicion EDS Inicial	%		18

Características de Retenida			
Denominacion		A'G° Siemens Ma	rtin 5/8" diam
Tipo			Inclinada
Angulo		*	37
Altura de aplicaci	Hr	m	11.05
Diametro nominal		mm	10
Seccion nominal		mm2	50
Carga de rotura	Frr	N	30920
Coefficiente de seguridad			2

Condiciones Ambientales			
Velocidad del viento	Vv	km/h	80
Presion del viento	Pv	N/m2	302.72
Fuerza debida al viento		N/m	3.27
Fuerza resultante		N/m	3.79
Fuerza de viento	Fvp	N	916.23
Altura de aplicaci	Z	m	5.09

Calculo de la carga critica			
Carga critica del	Qcr	N	189359.88
Momento de Ine	I	cm4	38208.83

Características de Cruetas o Mensulas			
Material			Concreto A'V'
Denominacion			M/1.00/250
Peso		N	620
Resistencia a la compresion		N/cm2	2800
Brazo	Br	m	1
Carga de Trabajo Horizontal		N	2500
Carga de Trabajo Longitunal		N	1500
Carga de Trabajo Vertical		N	1500
Coefficiente de seguridad			2

Caracteristica generales			
Peso de aislador		N	25
Peso de operario		N	1000

Angulo de desvio \* 45  
Vano peso/ Vano viento Kr 1.5

Vano Viento (m)	Tiro Horizontal (N)	Fuerza del viento sobre conductor (Fv) (N)	Fuerza de tiro sobre conductor (Fc) (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)	MCW (N-m)	MRN (N-m)	Fuerza equivalente punta (N)	Factor de seguridad req.	Factor de seguridad cal.	Req. de retenida	N° Retenida	Tiro Horiz. Ret. (N)	Tiro Vert. Ret. (N)	Tiro Cable Ret. (N)	Factor de seg. Ret. req.	Factor de seg. Ret. cal.	Cumple ret.	Carga vertical Total (N)	Factor de seg. Por pando
10	4308.81	30.20	3297.82	46.62	924.26	100913.23	1118.20	103002.32	9155.76	2.00	0.87	Si	1	6591.28	8746.92	10952.33	2.00	2.82	Si	29852.54	6.34
20	4335.41	60.41	3318.18	46.62	1848.53	101536.36	1161.40	104592.91	9297.15	2.00	0.86	Si	1	6693.06	8882.00	11121.46	2.00	2.78	Si	30158.22	6.28
30	4377.72	90.61	3350.57	46.62	2772.79	102527.31	1204.60	106551.32	9471.23	2.00	0.84	Si	1	6818.39	9048.30	11329.70	2.00	2.73	Si	30495.15	6.21
40	4433.20	120.82	3399.02	46.62	3697.06	103826.44	1247.80	108817.91	9672.70	2.00	0.83	Si	1	6963.43	9240.78	11570.71	2.00	2.67	Si	30858.24	6.14
50	4499.02	151.02	3443.40	46.62	4621.32	105368.04	1291.00	111326.98	9895.73	2.00	0.81	Si	1	7123.99	9453.85	11837.50	2.00	2.61	Si	31241.92	6.06
60	4572.50	181.23	3499.64	46.62	5545.58	107089.07	1334.20	114015.47	10134.71	2.00	0.79	Si	1	7296.03	9682.16	12123.37	2.00	2.55	Si	31640.84	5.98
70	4651.29	211.43	3559.94	46.62	6469.85	108934.19	1377.40	116828.06	10384.72	2.00	0.77	Si	1	7476.01	9921.00	12422.44	2.00	2.49	Si	32050.30	5.91
80	4733.41	241.64	3622.80	46.62	7394.11	110857.63	1420.60	119718.96	10641.69	2.00	0.75	Si	1	7661.00	10166.49	12729.83	2.00	2.43	Si	32466.41	5.83
90	4817.33	271.84	3687.03	46.62	8318.37	112823.01	1463.80	122651.81	10902.38	2.00	0.73	Si	1	7848.68	10415.55	13041.68	2.00	2.37	Si	32886.08	5.76
100	4901.84	302.05	3751.71	46.62	9242.64	114802.27	1507.00	125598.52	11164.31	2.00	0.72	Si	1	8037.25	10665.79	13355.01	2.00	2.32	Si	33306.99	5.69
110	4986.04	332.25	3816.15	46.62	10166.90	116774.15	1550.20	128537.88	11425.59	2.00	0.70	Si	1	8225.34	10915.39	13667.55	2.00	2.26	Si	33727.15	5.61
120	5069.25	362.46	3879.83	46.62	11091.17	118722.90	1593.40	131454.08	11684.81	2.00	0.68	Si	1	8411.95	11183.04	13977.64	2.00	2.21	Si	34145.41	5.55
130	5150.97	392.66	3942.38	46.62	12015.43	120636.97	1636.60	134335.61	11940.94	2.00	0.67	Si	1	8596.35	11407.74	14284.03	2.00	2.16	Si	34560.72	5.48
140	5230.87	422.87	4003.53	46.62	12939.69	122508.11	1679.80	137174.22	12193.26	2.00	0.66	Si	1	8777.99	11648.79	14585.87	2.00	2.12	Si	34972.39	5.41
150	5308.68	453.07	4063.09	46.62	13863.96	124330.58	1723.00	139964.16	12441.26	2.00	0.64	Si	1	8956.53	11885.71	14882.52	2.00	2.08	Si	35379.93	5.35
160	5384.26	483.28	4120.93	46.62	14788.22	126100.53	1766.20	142701.57	12684.58	2.00	0.63	Si	1	9131.70	12118.17	15173.59	2.00	2.04	Si	35783.00	5.29
170	5457.49	513.48	4176.98	46.62	15712.49	127815.55	1809.40	145484.05	12923.03	2.00	0.62	Si	1	9303.35	12345.97	15458.82	2.00	2.00	Si	36181.41	5.23
180	5528.31	543.68	4231.19	46.62	16636.75	129474.32	1852.60	148100.28	13156.47	2.00	0.61	Si	1	9471.41	12568.99	15738.07	2.00	1.96	No	36575.04	5.18
190	5596.72	573.89	4283.54	46.62	17561.01	131076.35	1895.80	150579.79	13384.87	2.00	0.60	Si	1	9635.84	12787.19	16011.29	2.00	1.93	No	36963.86	5.12
200	5662.70	604.09	4334.05	46.62	18485.28	132621.79	1939.00	153092.69	13608.24	2.00	0.59	Si	1	9796.64	13000.58	16278.49	2.00	1.90	No	37347.87	5.07
210	5726.30	634.30	4382.72	46.62	19409.54	134111.23	1982.20	155495.59	13826.63	2.00	0.58	Si	1	9953.86	13209.22	16539.74	2.00	1.87	No	37727.12	5.02
220	5787.55	664.50	4429.60	46.62	20333.81	135545.62	2025.40	157951.44	14040.13	2.00	0.57	Si	1	10107.56	13413.18	16795.13	2.00	1.84	No	38101.70	4.97
230	5846.49	694.71	4474.71	46.62	21258.07	136926.14	2068.60	160299.43	14248.84	2.00	0.56	Si	1	10257.81	13615.57	17044.79	2.00	1.81	No	38471.70	4.92
240	5903.20	724.91	4518.11	46.62	22182.33	138254.18	2111.80	162594.94	14452.88	2.00	0.55	Si	1	10404.70	13807.51	17288.87	2.00	1.79	No	38837.25	4.88
250	5957.72	755.12	4559.85	46.62	23106.60	139531.26	2155.00	164839.47	14652.40	2.00	0.55	Si	1	10548.34	13998.11	17527.54	2.00	1.76	No	39198.47	4.83
260	6010.15	785.32	4599.97	46.62	24030.86	140758.96	2198.20	167034.64	14847.52	2.00	0.54	Si	1	10688.81	14184.53	17760.95	2.00	1.74	No	39555.50	4.79
270	6060.53	815.53	4638.53	46.62	24955.12	141938.92	2241.40	169182.06	15038.41	2.00	0.53	Si	1	10826.22	14366.89	17989.29	2.00	1.72	No	39908.47	4.74
280	6108.94	845.73	4675.58	46.62	25879.39	143072.82	2284.60	171283.42	15225.19	2.00	0.53	Si	1	10960.69	14545.33	18212.73	2.00	1.70	No	40257.53	4.70
290	6155.46	875.94	4711.19	46.62	26803.65	144162.33	2327.80	173340.40	15408.04	2.00	0.52	Si	1	11092.32	14720.01	18431.45	2.00	1.68	No	40602.83	4.66
300	6200.16	906.14	4745.40	46.62	27727.92	145209.12	2371.00	175354.66	15587.08	2.00	0.51	Si	1	11221.22	14891.06	18645.63	2.00	1.66	No	40944.49	4.62
310	6243.10	936.35	4778.26	46.62	28652.18	146214.84	2414.20	177327.84	15762.47	2.00	0.51	Si	1	11347.49	15058.62	18855.44	2.00	1.64	No	41282.67	4.59
320	6284.36	966.55	4809.84	46.62	29576.44	147181.11	2457.40	179261.57	15934.36	2.00	0.50	Si	1	11471.23	15222.83	19061.05	2.00	1.62	No	41617.49	4.55
330	6324.00	996.76	4840.18	46.62	30500.71	148109.50	2500.60	181157.42	16102.88	2.00	0.50	Si	1	11592.55	15383.83	19262.64	2.00	1.61	No	41949.10	4.51
340	6362.09	1026.96	4869.33	46.62	31424.97	149001.55	2543.80	183016.94	16268.17	2.00	0.49	Si	1	11711.54	15541.74	19460.37	2.00	1.59	No	42277.63	4.48
350	6398.69	1057.16	4897.35	46.62	32349.24	149858.76	2587.00	184841.62	16430.37	2.00	0.49	Si	1	11828.30	15696.69	19654.39	2.00	1.57	No	42603.19	4.44
360	6433.87	1087.37	4924.27	46.62	33273.50	150682.58	2630.20	186532.90	16599.59	2.00	0.48	Si	1	11942.93	15848.80	19844.85	2.00	1.56	No	42925.92	4.41
370	6467.67	1117.57	4950.14	46.62	34197.76	151474.40	2673.40	188393.18	16745.97	2.00	0.48	Si	1	12055.51	15998.20	20031.92	2.00	1.54	No	43245.93	4.38
380	6500.18	1147.78	4975.02	46.62	35122.03	152235.57	2716.60	190120.82	16899.63	2.00	0.47	Si	1	12166.13	16145.00	20215.73	2.00	1.53	No	43563.34	4.35
390	6531.42	1177.98	4998.93	46.62	36046.29	152967.39	2759.80	191820.10	17050.68	2.00	0.47	Si	1	12274.87	16289.30	20396.41	2.00	1.52	No	43878.26	4.32
400	6561.47	1208.19	5021.93	46.62																	

ANEXO B CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE UTILIZACION EN 20-22.9 KV -AAAC 70 mm2  
Poste de Concreto 13/400 EDS 18% E=24525 Mpa

Características del poste			
Tipo de poste			13/400/180/375
Tipo Armado			AV-39
Funcion			Angulo 0°-60°
Longitud	H	m	13
Longitud empotramiento	m		1.6
Altura Util	hv	m	11.4
Diametro en la pu	dp	m	0.18
Diametro en la ba	db	m	0.375
Diametro empod	de	m	0.351
Seccion de empotramiento	cm2		968
Factor de seguridad			2
Carga rotura	N		8000
Carga de trabajo	N		4000
Peso	kg		1800
Dist. Aplic. F resultante	m		0.15
Modulo elasticidad	E	N/cm2	2452500

Características del conductor			
Conductor			AAAC
Seccion		mm2	70
Diametro	Ø	mm	10.8
Peso unitario	Wc	N/m	1.92
Altura conductor	h1	m	11.4
Altura conductor	h2	m	10.2
Altura conductor	h3	m	9
Tiro de rotura	Tr	N	20950
Condicion EDS Inicial	%		18

Características de Retenida			
Denominacion		A'G° Siemens Ma	rtin 5/8" diam
Tipo			Inclinada
Angulo		*	37
Altura de aplicaci	Hr	m	11.05
Diametro nominal		mm	10
Seccion nominal		mm2	50
Carga de rotura	Frr	N	30920
Coefficiente de seguridad			2

Condiciones Ambientales			
Velocidad del viento	Vv	km/h	80
Presion del viento	Pv	N/m2	302.72
Fuerza debida al viento		N/m	3.27
Fuerza resultante		N/m	3.79
Fuerza de viento	Fvp	N	916.23
Altura de aplicaci	Z	m	5.09

Calculo de la carga critica			
Carga critica del	Qcr	N	189359.88
Momento de Ine	I	cm4	38208.83

Características de Cruetas o Mensulas			
Material			Concreto A'V'
Denominacion			M/1.00/250
Peso		N	620
Resistencia a la compresion		N/cm2	2800
Brazo	Br	m	1
Carga de Trabajo Horizontal		N	2500
Carga de Trabajo Longitunal		N	1500
Carga de Trabajo Vertical		N	1500
Coefficiente de seguridad			2

Característica generales			
Peso de aislador		N	25
Peso de operario		N	1000

Angulo de desvío \* 50  
Vano peso/ Vano viento Kr 1.5

Vano Viento (m)	Tiro Horizontal (N)	Fuerza del viento sobre conductor (Fv) (N)	Fuerza de tiro sobre conductor (Fc) (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)	MCW (N-m)	MRN (N-m)	Fuerza equivalente punta (N)	Factor de seguridad req.	Factor de seguridad cal.	Req. de retenida	N° Retenida	Tiro Horiz. Ret. (N)	Tiro Vert. Ret. (N)	Tiro Cable Ret. (N)	Factor de seg. Ret. req.	Factor de seg. Ret. cal.	Cumple ret.	Carga vertical Total (N)	Factor de seg. Por pando
10	4308.81	29.63	3641.96	46.62	906.68	111444.01	1118.20	113515.51	10090.27	2.00	0.79	Si	1	7264.04	9639.70	12070.21	2.00	2.56	Si	30745.31	6.16
20	4335.41	59.26	3664.45	46.62	1813.37	112136.16	1161.40	115153.55	10235.87	2.00	0.78	Si	1	7368.86	9778.80	12244.39	2.00	2.53	Si	31055.03	6.10
30	4377.72	88.89	3700.21	46.62	2720.05	113226.52	1204.60	117197.79	10417.58	2.00	0.77	Si	1	7499.67	9952.40	12461.75	2.00	2.48	Si	31399.24	6.03
40	4433.20	118.52	3747.10	46.62	3626.74	114661.22	1247.80	119582.37	10629.54	2.00	0.75	Si	1	7652.26	10154.90	12715.31	2.00	2.43	Si	31772.35	5.96
50	4499.02	148.15	3802.73	46.62	4533.42	116363.69	1291.00	122234.73	10865.31	2.00	0.74	Si	1	7821.99	10380.13	12997.34	2.00	2.38	Si	32168.21	5.89
60	4572.50	177.78	3864.85	46.62	5440.11	118264.32	1334.20	125085.25	11118.69	2.00	0.72	Si	1	8004.40	10622.20	13300.43	2.00	2.32	Si	32580.88	5.81
70	4651.29	207.41	3931.44	46.62	6346.79	120301.99	1377.40	128072.80	11384.25	2.00	0.70	Si	1	8195.58	10875.90	13618.10	2.00	2.27	Si	33005.20	5.74
80	4733.41	237.04	4000.85	46.62	7253.48	122426.15	1420.60	131146.84	11657.50	2.00	0.69	Si	1	8392.29	11136.95	13944.97	2.00	2.22	Si	33436.86	5.66
90	4817.33	266.67	4071.79	46.62	8160.16	124596.63	1463.80	134267.21	11934.86	2.00	0.67	Si	1	8591.97	11460.93	14276.76	2.00	2.17	Si	33872.46	5.59
100	4901.84	296.30	4143.22	46.62	9066.85	126782.43	1507.00	137402.89	12213.59	2.00	0.66	Si	1	8792.63	11668.21	14610.18	2.00	2.12	Si	34309.35	5.52
110	4986.04	325.93	4214.38	46.62	9973.53	128960.09	1550.20	140530.44	12491.59	2.00	0.64	Si	1	8992.76	11933.80	14942.74	2.00	2.07	Si	34745.56	5.45
120	5069.25	355.56	4284.71	46.62	10880.22	131112.19	1593.40	143632.43	12767.33	2.00	0.63	Si	1	9191.26	12197.32	15272.57	2.00	2.02	Si	35179.59	5.38
130	5150.97	385.19	4353.79	46.62	11786.90	133226.00	1636.60	146696.13	13039.66	2.00	0.61	Si	1	9387.31	12457.39	15598.34	2.00	1.98	No	35610.37	5.32
140	5230.87	414.82	4421.32	46.62	12693.59	135292.41	1679.80	149712.42	13307.77	2.00	0.60	Si	1	9580.33	12713.53	15919.06	2.00	1.94	No	36037.13	5.25
150	5308.68	444.45	4487.09	46.62	13600.27	137305.07	1723.00	152674.96	13571.11	2.00	0.59	Si	1	9769.91	12965.11	16234.07	2.00	1.90	No	36459.32	5.19
160	5384.26	474.08	4550.97	46.62	14506.96	139259.72	1766.20	155579.49	13829.29	2.00	0.58	Si	1	9955.78	13211.76	16542.92	2.00	1.87	No	36876.59	5.13
170	5457.49	503.71	4612.87	46.62	15413.64	141153.70	1809.40	158423.36	14082.08	2.00	0.57	Si	1	10137.76	13453.26	16845.31	2.00	1.84	No	37288.70	5.08
180	5528.31	533.34	4672.73	46.62	16320.33	142985.57	1852.60	161205.12	14329.34	2.00	0.56	Si	1	10315.77	13689.49	17141.09	2.00	1.80	No	37695.54	5.02
190	5596.72	562.97	4730.55	46.62	17227.01	144754.79	1895.80	163924.22	14571.04	2.00	0.55	Si	1	10489.77	13920.39	17430.22	2.00	1.77	No	38097.06	4.97
200	5662.70	592.60	4786.32	46.62	18133.70	146461.51	1939.00	166580.82	14807.18	2.00	0.54	Si	1	10659.77	14145.99	17712.70	2.00	1.75	No	38493.28	4.92
210	5726.30	622.23	4840.08	46.62	19040.38	148106.38	1982.20	169175.58	15037.83	2.00	0.53	Si	1	10825.81	14366.33	17988.60	2.00	1.72	No	38884.24	4.87
220	5787.55	651.86	4891.84	46.62	19947.07	149690.44	2025.40	171709.53	15263.07	2.00	0.52	Si	1	10987.96	14581.52	18258.04	2.00	1.69	No	39270.03	4.82
230	5846.49	681.50	4941.67	46.62	20853.75	151215.03	2068.60	174184.00	15483.02	2.00	0.52	Si	1	11146.31	14791.65	18521.15	2.00	1.67	No	39650.78	4.78
240	5903.20	711.13	4989.60	46.62	21760.44	152681.66	2111.80	176600.52	15697.82	2.00	0.51	Si	1	11300.94	14996.86	18778.10	2.00	1.65	No	40026.60	4.73
250	5957.72	740.76	5035.69	46.62	22667.12	154092.01	2155.00	178960.75	15907.62	2.00	0.50	Si	1	11451.98	15197.29	19029.07	2.00	1.62	No	40397.65	4.69
260	6010.15	770.39	5079.99	46.62	23573.81	155447.82	2198.20	181266.44	16112.57	2.00	0.50	Si	1	11599.52	15393.09	19274.23	2.00	1.60	No	40764.06	4.65
270	6060.53	800.02	5122.58	46.62	24480.49	156750.92	2241.40	183519.43	16312.84	2.00	0.49	Si	1	11743.70	15584.41	19513.80	2.00	1.58	No	41126.00	4.60
280	6108.94	829.65	5163.50	46.62	25387.17	158003.14	2284.60	185721.54	16508.58	2.00	0.48	Si	1	11884.61	15771.41	19747.95	2.00	1.57	No	41483.61	4.56
290	6155.46	859.28	5202.82	46.62	26293.86	159206.35	2327.80	187874.63	16699.97	2.00	0.48	Si	1	12022.39	15954.25	19976.89	2.00	1.55	No	41837.07	4.53
300	6200.16	888.91	5240.60	46.62	27200.54	160362.38	2371.00	189980.55	16887.16	2.00	0.47	Si	1	12157.15	16133.09	20200.81	2.00	1.53	No	42186.52	4.49
310	6243.10	918.54	5276.90	46.62	28107.23	161473.05	2414.20	192041.10	17070.32	2.00	0.47	Si	1	12289.01	16308.07	20419.91	2.00	1.51	No	42532.11	4.45
320	6284.36	948.17	5311.77	46.62	29013.91	162540.15	2457.40	194058.09	17249.41	2.00	0.46	Si	1	12418.08	16479.35	20634.38	2.00	1.50	No	42874.01	4.42
330	6324.00	977.80	5345.28	46.62	29920.60	163565.43	2500.60	196033.24	17425.18	2.00	0.46	Si	1	12544.47	16647.08	20844.40	2.00	1.48	No	43212.35	4.38
340	6362.09	1007.43	5377.47	46.62	30827.28	164550.57	2543.80	197968.27	17597.18	2.00	0.45	Si	1	12668.30	16811.40	21050.15	2.00	1.47	No	43547.29	4.35
350	6398.69	1037.06	5408.41	46.62	31733.97	165497.24	2587.00	199864.82	17765.76	2.00	0.45	Si	1	12789.66	16972.46	21251.82	2.00	1.45	No	43878.96	4.32
360	6433.87	1066.69	5438.34	46.62	32640.65	166407.02	2630.20	201724.49	17931.07	2.00	0.45	Si	1	12908.67	17130.38	21449.56	2.00	1.44	No	44207.49	4.28
370	6467.67	1096.32	5466.71	46.62	33547.34	167281.47	2673.40	203548.83	18093.23	2.00	0.44	Si	1	13025.41	17285.30	21643.54	2.00	1.43	No	44533.03	4.25
380	6500.18	1125.95	5494.19	46.62	34454.02	168121.07	2716.60	205339.31	18252.38	2.00	0.44	Si	1	13139.98	17437.35	21833.92	2.00	1.42	No	44855.69	4.22
390	6531.42	1155.58	5520.60	46.62	35360.71	168930.26	2759.80	207097.99	18408.66	2.00	0.43	Si	1	13252.49	17586.64	22020.86	2.00	1.40	No	45175.60	4.19
400	6561.47	1185.21	5545.99																		

ANEXO B CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE UTILIZACION EN 20-22.9 KV -AAAC 70 mm2  
Poste de Concreto 13/400 EDS 18% E=2425 Mpa

Características del poste			
Tipo de poste			13/400/180/375
Tipo Armado			AV-39
Funcion			Angulo 0°-60°
Longitud	H	m	13
Longitud empotramiento	m		1.6
Altura Util	hv	m	11.4
Diametro en la pu	dp	m	0.18
Diametro en la ba	db	m	0.375
Diametro empod	de	m	0.351
Seccion de empotramiento	cm2		968
Factor de seguridad			2
Carga rotura	N		8000
Carga de trabajo	N		4000
Peso	kg		1800
Dist. Aplic. F resultante	m		0.15
Modulo elasticidad	E	N/cm2	2425000

Características del conductor			
Conductor			AAAC
Seccion		mm2	70
Diametro	Ø	mm	10.8
Peso unitario	Wc	N/m	1.92
Altura conductor	h1	m	11.4
Altura conductor	h2	m	10.2
Altura conductor	h3	m	9
Tiro de rotura	Tr	N	20950
Condicion EDS Inicial	%		18

Características de Retenida			
Denominacion		A'G° Siemens Ma	rtin 5/8" diam
Tipo			Inclinada
Angulo		*	37
Altura de aplicaci	Hr	m	11.05
Diametro nominal		mm	10
Seccion nominal		mm2	50
Carga de rotura	Frr	N	30920
Coefficiente de seguridad			2

Condiciones Ambientales			
Velocidad del viento	Vv	km/h	80
Presion del viento	Pv	N/m2	302.72
Fuerza debida al viento		N/m	3.27
Fuerza resultante		N/m	3.79
Fuerza de viento	Fvp	N	916.23
Altura de aplicaci	Z	m	5.09

Calculo de la carga critica			
Carga critica del	Qcr	N	189359.88
Momento de Ine	I	cm4	38208.83

Características de Cruetas o Mensulas			
Material			Concreto A'V'
Denominacion			M/1.00/250
Peso		N	620
Resistencia a la compresion		N/cm2	2800
Brazo	Br	m	1
Carga de Trabajo Horizontal		N	2500
Carga de Trabajo Longitunal		N	1500
Carga de Trabajo Vertical		N	1500
Coefficiente de seguridad			2

Caracteristica generales			
Peso de aislador		N	25
Peso de operario		N	1000

Angulo de desvío \* 55  
Vano peso/ Vano viento Kr 1.5

Vano Viento (m)	Tiro Horizontal (N)	Fuerza del viento sobre conductor (Fv) (N)	Fuerza de tiro sobre conductor (Fc) (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)	MCW (N-m)	MRN (N-m)	Fuerza equivalente punta (N)	Factor de seguridad req.	Factor de seguridad cal.	Req. de retenida	N° Retenida	Tiro Horiz. Ret. (N)	Tiro Vert. Ret. (N)	Tiro Cable Ret. (N)	Factor de seg. Ret. req.	Factor de seg. Ret. cal.	Cumple ret.	Carga vertical Total (N)	Factor de seg. Por pando
10	4308.81	29.00	3979.17	46.62	887.38	121762.64	1118.20	123814.84	11005.76	2.00	0.73	Si	1	7923.11	10514.32	13165.35	2.00	2.35	Si	31619.93	5.99
20	4335.41	58.00	4003.74	46.62	1774.76	122514.51	1161.40	125497.29	11155.31	2.00	0.72	Si	1	8030.77	10657.19	13344.25	2.00	2.32	Si	31933.42	5.93
30	4377.72	87.00	4042.82	46.62	2662.14	123710.20	1204.60	127623.55	11344.32	2.00	0.71	Si	1	8166.83	10837.75	13570.33	2.00	2.28	Si	32284.59	5.87
40	4433.20	116.00	4094.04	46.62	3549.52	125277.73	1247.80	130121.67	11566.37	2.00	0.69	Si	1	8326.69	11049.89	13835.96	2.00	2.23	Si	32667.35	5.80
50	4499.02	145.00	4154.83	46.62	4436.90	127137.84	1291.00	132912.36	11814.43	2.00	0.68	Si	1	8505.27	11286.87	14132.70	2.00	2.19	Si	33074.95	5.73
60	4572.50	174.00	4222.69	46.62	5324.28	129214.45	1334.20	135919.55	12081.74	2.00	0.66	Si	1	8697.70	11542.24	14452.45	2.00	2.14	Si	33500.93	5.65
70	4651.29	203.00	4295.45	46.62	6211.66	131440.79	1377.40	139076.46	12362.35	2.00	0.65	Si	1	8899.72	11810.33	14788.13	2.00	2.09	Si	33939.63	5.58
80	4733.41	231.99	4371.29	46.62	7099.04	133761.62	1420.60	142327.88	12651.37	2.00	0.63	Si	1	9107.78	12086.44	15133.86	2.00	2.04	Si	34386.35	5.51
90	4817.33	260.99	4448.79	46.62	7986.42	136133.07	1463.80	145629.91	12944.88	2.00	0.62	Si	1	9319.09	12366.84	15484.97	2.00	2.00	No	34837.37	5.44
100	4901.84	289.99	4526.84	46.62	8873.80	138521.25	1507.00	148948.67	13239.88	2.00	0.60	Si	1	9531.46	12648.67	15837.85	2.00	1.95	No	35289.82	5.37
110	4986.04	318.99	4604.59	46.62	9761.18	140900.54	1550.20	152258.54	13534.09	2.00	0.59	Si	1	9743.26	12929.75	16189.80	2.00	1.91	No	35741.50	5.30
120	5069.25	347.99	4681.43	46.62	10648.56	143251.91	1593.40	155540.49	13825.82	2.00	0.58	Si	1	9953.28	13208.45	16538.77	2.00	1.87	No	36190.82	5.23
130	5150.97	376.99	4756.91	46.62	11535.94	145561.44	1636.60	158780.60	14113.83	2.00	0.57	Si	1	10160.62	13483.60	16883.29	2.00	1.83	No	36636.58	5.17
140	5230.87	405.99	4830.69	46.62	12423.32	147819.18	1679.80	161968.92	14397.24	2.00	0.56	Si	1	10364.64	13754.35	17222.31	2.00	1.80	No	37077.95	5.11
150	5308.68	434.99	4902.56	46.62	13310.70	150018.19	1723.00	165098.50	14675.42	2.00	0.55	Si	1	10564.91	14020.11	17555.08	2.00	1.76	No	37514.33	5.05
160	5384.26	463.99	4972.35	46.62	14198.08	152153.82	1766.20	168164.71	14947.97	2.00	0.54	Si	1	10761.12	14280.49	17881.11	2.00	1.73	No	37945.32	4.99
170	5457.49	492.99	5039.97	46.62	15085.46	154223.17	1809.40	171164.64	15214.63	2.00	0.53	Si	1	10953.09	14535.25	18200.10	2.00	1.70	No	38370.69	4.94
180	5528.31	521.99	5105.38	46.62	15972.84	156224.65	1852.60	174096.71	15475.26	2.00	0.52	Si	1	11140.72	14784.24	18511.87	2.00	1.67	No	38790.29	4.88
190	5596.72	550.99	5168.55	46.62	16860.22	158157.68	1895.80	176960.32	15729.81	2.00	0.51	Si	1	11323.97	15027.41	18816.36	2.00	1.64	No	39204.09	4.83
200	5662.70	579.99	5229.49	46.62	17747.60	160022.42	1939.00	179755.64	15978.28	2.00	0.50	Si	1	11502.84	15264.79	19113.59	2.00	1.62	No	39612.08	4.78
210	5726.30	608.99	5288.22	46.62	18634.98	161819.59	1982.20	182483.38	16220.75	2.00	0.49	Si	1	11677.40	15496.43	19403.63	2.00	1.59	No	40014.33	4.73
220	5787.55	637.99	5344.78	46.62	19522.36	163550.33	2025.40	185144.70	16457.31	2.00	0.49	Si	1	11844.70	15722.43	19686.61	2.00	1.57	No	40410.94	4.69
230	5846.49	666.98	5399.22	46.62	20409.74	165216.08	2068.60	187741.03	16688.09	2.00	0.48	Si	1	12013.84	15942.91	19962.68	2.00	1.55	No	40802.04	4.64
240	5903.20	695.98	5451.59	46.62	21297.12	166818.50	2111.80	190274.04	16913.25	2.00	0.47	Si	1	12175.93	16158.01	20232.02	2.00	1.53	No	41187.75	4.60
250	5957.72	724.98	5501.94	46.62	22184.50	168359.43	2155.00	192745.55	17132.94	2.00	0.47	Si	1	12334.09	16367.89	20494.82	2.00	1.51	No	41568.25	4.56
260	6010.15	753.98	5550.35	46.62	23071.88	169840.78	2198.20	195157.47	17347.33	2.00	0.46	Si	1	12488.43	16572.71	20751.28	2.00	1.49	No	41943.68	4.51
270	6060.53	782.98	5596.88	46.62	23959.26	171264.53	2241.40	197511.81	17556.60	2.00	0.46	Si	1	12639.09	16772.64	21001.62	2.00	1.47	No	42314.23	4.48
280	6108.94	811.98	5641.59	46.62	24846.64	172632.70	2284.60	199810.56	17760.94	2.00	0.45	Si	1	12786.19	16967.85	21246.05	2.00	1.46	No	42680.05	4.44
290	6155.46	840.98	5684.55	46.62	25734.02	173947.32	2327.80	202055.75	17960.51	2.00	0.45	Si	1	12929.86	17158.51	21484.78	2.00	1.44	No	43041.32	4.40
300	6200.16	869.98	5725.83	46.62	26621.39	175210.38	2371.00	204249.40	18155.20	2.00	0.44	Si	1	13070.24	17344.79	21718.03	2.00	1.42	No	43398.22	4.36
310	6243.10	898.98	5765.49	46.62	27508.77	176423.89	2414.20	206393.48	18346.09	2.00	0.44	Si	1	13207.44	17526.87	21946.02	2.00	1.41	No	43750.91	4.33
320	6284.36	927.98	5803.59	46.62	28396.15	177589.80	2457.40	208489.97	18532.44	2.00	0.43	Si	1	13341.60	17704.90	22168.94	2.00	1.39	No	44099.56	4.29
330	6324.00	956.98	5840.20	46.62	29283.53	178710.00	2500.60	210540.75	18714.73	2.00	0.43	Si	1	13472.83	17879.05	22387.00	2.00	1.38	No	44444.33	4.26
340	6362.09	985.98	5875.37	46.62	30170.91	179786.36	2543.80	212547.69	18893.13	2.00	0.42	Si	1	13601.26	18049.48	22600.40	2.00	1.37	No	44785.37	4.23
350	6398.69	1014.98	5909.17	46.62	31058.29	180820.67	2587.00	214512.59	19067.79	2.00	0.42	Si	1	13727.00	18216.34	22809.33	2.00	1.36	No	45122.84	4.20
360	6433.87	1043.98	5941.66	46.62	31945.67	181814.70	2630.20	216437.19	19238.86	2.00	0.42	Si	1	13850.15	18379.78	23013.97	2.00	1.34	No	45456.89	4.17
370	6467.67	1072.98	5972.88	46.62	32833.05	182770.11	2673.40	218333.18	19406.51	2.00	0.41	Si	1	13970.84	18539.93	23214.51	2.00	1.33	No	45787.66	4.14
380	6500.18	1101.97	6002.89	46.62	33720.43	183688.55	2716.60	220172.20	19576.20	2.00	0.41	Si	1	14089.16	18696.95	23411.12	2.00	1.32	No	46115.30	4.11
390	6531.42	1130.97	6031.75	46.62	34607.81	184571.56	2759.80	221985.79	19737.07	2.00	0.41	Si	1	14205.22	18856.06	23610.96	2.00	1.31	No	46439.92	4.08
400	6561.47	1159.97	6059.50																		

ANEXO B CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE UTILIZACION EN 20-22.9 KV -AAAC 70 mm2  
Poste de Concreto 13/400 EDS 18% E=24525 Mpa

Características del poste			
Tipo de poste			13/400/180/375
Tipo Armado			AV-39
Funcion			Angulo 0°-60°
Longitud	H	m	13
Longitud empotramiento		m	1.6
Altura Util	hv	m	11.4
Diametro en la pu	dp	m	0.18
Diametro en la ba	db	m	0.375
Diametro empod	de	m	0.351
Seccion de empotramiento		cm2	968
Factor de seguridad			2
Carga rotura		N	8000
Carga de trabajo		N	4000
Peso		kg	1800
Dist. Aplic. F resultante		m	0.15
Modulo elasticidad	E	N/cm2	2452500

Características del conductor			
Conductor			AAAC
Seccion		mm2	70
Diametro	Ø	mm	10.8
Peso unitario	Wc	N/m	1.92
Altura conductor	h1	m	11.4
Altura conductor	h2	m	10.2
Altura conductor	h3	m	9
Tiro de rotura	Tr	N	20950
Condicion EDS Inicial		%	18

Características de Retenida			
Denominacion		A'G° Siemens Ma	rtin 5/8" diam
Tipo			Inclinada
Angulo		*	37
Altura de aplicaci	Hr	m	11.05
Diametro nominal		mm	10
Seccion nominal		mm2	50
Carga de rotura	Frr	N	30920
Coefficiente de seguridad			2

Condiciones Ambientales			
Velocidad del viento	Vv	km/h	80
Presion del viento	Pv	N/m2	302.72
Fuerza debida al viento		N/m	3.27
Fuerza resultante		N/m	3.79
Fuerza de viento	Fvp	N	916.23
Altura de aplicaci	Z	m	5.09

Calculo de la carga critica			
Carga critica del	Qcr	N	189359.88
Momento de Ine	I	cm4	38208.83

Características de Cruetas o Mensulas			
Material			Concreto A'V"
Denominacion			M/1.00/250
Peso		N	620
Resistencia a la compresion		N/cm2	2800
Brazo	Br	m	1
Carga de Trabajo Horizontal		N	2500
Carga de Trabajo Longitunal		N	1500
Carga de Trabajo Vertical		N	1500
Coefficiente de seguridad			2

Característica generales			
Peso de aislador		N	25
Peso de operario		N	1000

Angulo de desvío \* 60  
Vano peso/ Vano viento Kr 1.5

Vano Viento (m)	Tiro Horizontal (N)	Fuerza del viento sobre conductor (Fv) (N)	Fuerza de tiro sobre conductor (Fc) (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)	MCW (N-m)	MRN (N-m)	Fuerza equivalente punta (N)	Factor de seguridad req.	Factor de seguridad cal.	Req. de retenida	N° Retenida	Tiro Horiz. Ret. (N)	Tiro Vert. Ret. (N)	Tiro Cable Ret. (N)	Factor de seg. Ret. req.	Factor de seg. Ret. cal.	Cumple ret.	Carga vertical Total (N)	Factor de seg. Por pando
10	4308.81	28.31	4308.81	46.62	866.39	131849.49	1118.20	133880.70	11900.51	2.00	0.67	Si	1	8567.24	11369.11	14235.66	2.00	2.17	Si	32474.72	5.83
20	4335.41	56.63	4335.41	46.62	1732.77	132663.65	1161.40	135604.44	12053.73	2.00	0.66	Si	1	8677.54	11515.48	14418.95	2.00	2.14	Si	32791.71	5.77
30	4377.72	84.94	4377.72	46.62	2599.16	133958.38	1204.60	137808.76	12249.67	2.00	0.65	Si	1	8818.60	11702.67	14653.34	2.00	2.11	Si	33149.52	5.71
40	4433.20	113.25	4433.20	46.62	3465.54	135655.77	1247.80	140415.74	12481.40	2.00	0.64	Si	1	8985.42	11924.06	14930.54	2.00	2.07	Si	33541.52	5.65
50	4499.02	141.57	4499.02	46.62	4331.93	137669.97	1291.00	143339.52	12741.29	2.00	0.63	Si	1	9172.52	12172.35	15241.43	2.00	2.03	Si	33960.42	5.58
60	4572.50	169.88	4572.50	46.62	5198.31	139918.61	1334.20	146497.74	13022.02	2.00	0.61	Si	1	9374.62	12440.54	15577.24	2.00	1.98	No	34399.23	5.50
70	4651.29	198.19	4651.29	46.62	6064.70	142329.38	1377.40	149818.10	13317.16	2.00	0.60	Si	1	9587.09	12722.50	15930.30	2.00	1.94	No	34851.80	5.43
80	4733.41	226.51	4733.41	46.62	6931.09	144842.47	1420.60	153240.77	13621.40	2.00	0.59	Si	1	9806.12	13013.16	16294.24	2.00	1.90	No	35313.07	5.36
90	4817.33	254.82	4817.33	46.62	7797.47	147410.37	1463.80	156718.26	13930.51	2.00	0.57	Si	1	10028.65	13308.46	16664.00	2.00	1.86	No	35778.99	5.29
100	4901.84	283.13	4901.84	46.62	8663.86	149996.39	1507.00	160213.87	14241.23	2.00	0.56	Si	1	10252.34	13605.31	17035.69	2.00	1.82	No	36246.45	5.22
110	4986.04	311.45	4986.04	46.62	9530.24	152572.79	1550.20	163899.85	14551.10	2.00	0.55	Si	1	10475.41	13901.34	17406.36	2.00	1.78	No	36713.10	5.16
120	5069.25	339.76	5069.25	46.62	10396.63	155118.94	1593.40	167155.59	14858.27	2.00	0.54	Si	1	10696.55	14194.80	17773.81	2.00	1.74	No	37177.17	5.09
130	5150.97	368.07	5150.97	46.62	11263.01	157619.79	1636.60	170566.02	15161.42	2.00	0.53	Si	1	10914.79	14484.41	18136.45	2.00	1.70	No	37637.40	5.03
140	5230.87	396.39	5230.87	46.62	12129.40	160064.56	1679.80	173920.38	15459.59	2.00	0.52	Si	1	11129.44	14769.26	18493.12	2.00	1.67	No	38092.86	4.97
150	5308.68	424.70	5308.68	46.62	12995.79	162445.73	1723.00	177211.14	15752.10	2.00	0.51	Si	1	11340.02	15048.71	18843.03	2.00	1.64	No	38542.93	4.91
160	5384.26	453.01	5384.26	46.62	13862.17	164758.28	1766.20	180433.27	16038.51	2.00	0.50	Si	1	11546.21	15322.33	19185.64	2.00	1.61	No	38987.16	4.86
170	5457.49	481.33	5457.49	46.62	14728.56	166999.06	1809.40	183583.63	16318.55	2.00	0.49	Si	1	11747.80	15589.86	19520.62	2.00	1.58	No	39425.31	4.80
180	5528.31	509.64	5528.31	46.62	15594.94	169166.35	1852.60	186660.51	16592.05	2.00	0.48	Si	1	11944.70	15851.15	19847.79	2.00	1.56	No	39857.21	4.75
190	5596.72	537.95	5596.72	46.62	16461.33	171259.51	1895.80	189663.26	16858.96	2.00	0.47	Si	1	12136.85	16106.14	20167.07	2.00	1.53	No	40282.81	4.70
200	5662.70	566.27	5662.70	46.62	17327.71	173278.72	1939.00	192592.06	17119.29	2.00	0.47	Si	1	12324.27	16354.85	20478.50	2.00	1.51	No	40702.14	4.65
210	5726.30	594.58	5726.30	46.62	18194.10	175224.77	1982.20	195447.69	17373.13	2.00	0.46	Si	1	12507.00	16597.35	20782.14	2.00	1.49	No	41115.26	4.61
220	5787.55	622.89	5787.55	46.62	19060.48	177098.88	2025.40	198231.38	17620.57	2.00	0.45	Si	1	12685.14	16833.74	21078.13	2.00	1.47	No	41522.62	4.56
230	5846.49	651.20	5846.49	46.62	19926.87	178902.62	2068.60	200944.71	17861.75	2.00	0.45	Si	1	12858.77	17064.16	21366.64	2.00	1.45	No	41923.29	4.52
240	5903.20	679.52	5903.20	46.62	20793.26	180637.80	2111.80	203589.47	18096.84	2.00	0.44	Si	1	13028.01	17288.75	21647.86	2.00	1.43	No	42318.50	4.47
250	5957.72	707.83	5957.72	46.62	21659.64	182306.38	2155.00	206167.64	18326.01	2.00	0.44	Si	1	13192.99	17507.69	21922.00	2.00	1.41	No	42708.05	4.43
260	6010.15	736.14	6010.15	46.62	22526.03	183910.44	2198.20	208881.28	18549.45	2.00	0.43	Si	1	13353.84	17721.15	22189.28	2.00	1.39	No	43092.12	4.39
270	6060.53	764.46	6060.53	46.62	23392.41	185452.13	2241.40	211132.57	18767.34	2.00	0.43	Si	1	13510.70	17929.31	22449.93	2.00	1.38	No	43470.90	4.36
280	6108.94	792.77	6108.94	46.62	24258.80	186933.64	2284.60	213523.66	18979.88	2.00	0.42	Si	1	13663.71	18132.36	22704.17	2.00	1.36	No	43844.56	4.32
290	6155.46	821.08	6155.46	46.62	25125.18	188375.16	2327.80	215856.76	19187.27	2.00	0.42	Si	1	13813.01	18330.49	22952.26	2.00	1.35	No	44213.30	4.28
300	6200.16	849.40	6200.16	46.62	25991.57	189724.86	2371.00	218134.05	19389.69	2.00	0.41	Si	1	13958.74	18523.87	23194.40	2.00	1.33	No	44577.30	4.25
310	6243.10	877.71	6243.10	46.62	26857.96	191038.89	2414.20	220357.67	19587.35	2.00	0.41	Si	1	14101.03	18712.70	23430.84	2.00	1.32	No	44936.75	4.21
320	6284.36	906.02	6284.36	46.62	27724.34	192301.38	2457.40	222529.74	19780.42	2.00	0.40	Si	1	14240.03	18897.15	23661.80	2.00	1.31	No	45291.81	4.18
330	6324.00	934.34	6324.00	46.62	28590.73	193514.38	2500.60	224652.33	19969.10	2.00	0.40	Si	1	14375.85	19077.40	23887.50	2.00	1.29	No	45642.68	4.15
340	6362.09	962.65	6362.09	46.62	29457.11	194679.91	2543.80	226727.44	20153.55	2.00	0.40	Si	1	14508.64	19253.62	24108.14	2.00	1.28	No	45989.51	4.12
350	6398.69	990.96	6398.69	46.62	30323.50	195799.91	2587.00	228757.03	20333.96	2.00	0.39	Si	1	14638.52	19425.97	24323.95	2.00	1.27	No	46332.47	4.09
360	6433.87	1019.28	6433.87	46.62	31189.88	196876.28	2630.20	230742.98	20510.49	2.00	0.39	Si	1	14765.60	19594.62	24535.12	2.00	1.26	No	46671.74	4.06
370	6467.67	1047.59	6467.67	46.62	32056.27	197910.84	2673.40	232687.13	20683.30	2.00	0.39	Si	1	14890.01	19759.72	24741.84	2.00	1.25	No	47007.45	4.03
380	6500.18	1075.90	6500.18	46.62	32922.66	198905.36	2716.60	234591.23	20852.55	2.00	0.38	Si	1	15011.86	19921.41	24944.31	2.00	1.24	No	47339.76	4.00
390	6531.42	1104.22	6531.42	46.62	33789.04	199861.52	2759.80	236456.98	21018.40	2.00	0.38	Si	1	15131.25	20079.85	25142.70	2.00	1.23	No	47668.81	3.97
400	6561.47	1132.53	6561.47																		



ANEXO B CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE UTILIZACION EN 20-22.9 KV -AAAC 70 mm2  
Poste de Concreto 13/400 EDS 18% E=24525 Mpa

Características del poste			
Tipo de poste			13/400/180/375
Funcion Armado			AV-21
Union			Retencion 0°-45°
Longitud	H	m	13
Longitud empotramiento		m	1.6
Altura Util	hv	m	11.4
Diametro en la pu	dp	m	0.18
Diametro en la ba	db	m	0.375
Diametro empod	de	m	0.351
Seccion de empotramiento		cm2	968
Factor de seguridad			2
Carga rotura	N		8000
Carga de trabajo	N		4000
Peso	kg		1800
Dist. Aplic. F resultante	m		0.15
Modulo elasticidad	E	N/cm2	2452500

Características del conductor			
Conductor			AAAC
Seccion		mm2	70
Diametro	Ø	mm	10.8
Peso unitario	Wc	N/m	1.92
Altura conductor	h1	m	11.4
Altura conductor	h2	m	10.2
Altura conductor	h3	m	9
Tiro de rotura	Tr	N	20950
Condicion EDS Inicial	%		18

Características de Retenida			
Denominacion		A"O" Siemens Ma	rtin 5/8" diam
Tipo			Inclinada
Angulo		°	37
Altura de aplicaci	Hr	m	11.05
Diametro nominal		mm	10
Seccion nominal		mm2	50
Carga de rotura	Frr	N	30920
Coefficiente de seguridad			2

Condiciones Ambientales			
Velocidad del viento	Vv	km/h	80
Presion del viento	Pv	N/m2	302.72
Fuerza debida al viento		N/m	3.27
Fuerza resultante		N/m	3.79
Fuerza de viento	Fvp	N	916.23
Altura de aplicaci	Z	m	5.09

Calculo de la carga critica			
Carga critica del q	Qcr	N	177911.01
Momento de Ine	I	cm4	38208.83

Característica generales			
Peso de aislador		N	25
Peso de operario		N	1000

Angulo de desvio \* 0  
Vano peso/ Vano viento Kr 1.5

Vano Viento (m)	Tiro Horizontal (N)	Fuerza del viento sobre conductor (Fv) (N)	Fuerza de tiro sobre conductor (Fc) (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)	MCW (N-m)	MRN (N-m)	Fuerza equivalente punta (N)	Factor de seguridad req.	Factor de seguridad cal.	Req. de retenida	N° Retenida	Tiro Horiz. Ret. (N)	Tiro Vert. Ret. (N)	Tiro Cable Ret. (N)	Factor de seg. Ret. req.	Factor de seg. Ret. cal.	Cumple ret.	Carga vertical Total (N)	Factor de seg. Por vando
10	4308.81	32.69	0.00	46.62	1000.42	0.00	0.00	1047.04	93.07	2.00	85.96	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21105.61	8.43
20	4335.41	65.39	0.00	46.62	2000.83	0.00	0.00	2047.45	182.00	2.00	43.96	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21276.23	8.36
30	4377.72	98.08	0.00	46.62	3001.25	0.00	0.00	3047.87	270.92	2.00	29.53	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21446.84	8.30
40	4433.20	130.77	0.00	46.62	4001.66	0.00	0.00	4048.28	359.85	2.00	22.23	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21617.46	8.23
50	4499.02	163.47	0.00	46.62	5002.08	0.00	0.00	5048.70	448.77	2.00	17.83	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21788.07	8.17
60	4572.50	196.16	0.00	46.62	6002.50	0.00	0.00	6049.12	537.70	2.00	14.88	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21958.69	8.10
70	4651.29	228.85	0.00	46.62	7002.91	0.00	0.00	7049.53	626.62	2.00	12.77	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22129.30	8.04
80	4733.41	261.55	0.00	46.62	8003.33	0.00	0.00	8049.95	715.55	2.00	11.18	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22299.91	7.98
90	4817.33	294.24	0.00	46.62	9003.74	0.00	0.00	9050.36	804.48	2.00	9.94	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22470.53	7.92
100	4901.84	326.93	0.00	46.62	10004.16	0.00	0.00	10050.78	893.40	2.00	8.95	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22641.14	7.86
110	4986.04	359.63	0.00	46.62	11004.58	0.00	0.00	11051.20	982.33	2.00	8.14	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22811.76	7.80
120	5069.25	392.32	0.00	46.62	12004.99	0.00	0.00	12051.61	1071.25	2.00	7.47	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22982.37	7.74
130	5150.97	425.01	0.00	46.62	13005.41	0.00	0.00	13052.03	1160.18	2.00	6.90	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23152.99	7.68
140	5230.87	457.71	0.00	46.62	14005.82	0.00	0.00	14052.44	1249.11	2.00	6.40	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23323.60	7.63
150	5308.68	490.40	0.00	46.62	15006.24	0.00	0.00	15052.86	1338.03	2.00	5.98	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23494.22	7.57
160	5384.26	523.09	0.00	46.62	16006.66	0.00	0.00	16053.28	1426.96	2.00	5.61	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23664.83	7.52
170	5457.49	555.79	0.00	46.62	17007.07	0.00	0.00	17053.69	1515.88	2.00	5.28	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23835.44	7.46
180	5528.31	588.48	0.00	46.62	18007.49	0.00	0.00	18054.11	1604.81	2.00	4.99	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24006.06	7.41
190	5596.72	621.17	0.00	46.62	19007.90	0.00	0.00	19054.52	1693.74	2.00	4.72	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24176.67	7.36
200	5662.70	653.87	0.00	46.62	20008.32	0.00	0.00	20054.94	1782.66	2.00	4.49	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24347.29	7.31
210	5726.30	686.56	0.00	46.62	21008.74	0.00	0.00	21055.36	1871.59	2.00	4.27	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24517.90	7.26
220	5787.55	719.25	0.00	46.62	22009.15	0.00	0.00	22055.77	1960.51	2.00	4.08	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24688.52	7.21
230	5846.49	751.95	0.00	46.62	23009.57	0.00	0.00	23056.19	2049.44	2.00	3.90	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24859.13	7.16
240	5903.20	784.64	0.00	46.62	24009.98	0.00	0.00	24056.60	2138.36	2.00	3.74	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25029.74	7.11
250	5957.72	817.33	0.00	46.62	25010.40	0.00	0.00	25057.02	2227.29	2.00	3.59	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25200.36	7.06
260	6010.15	850.03	0.00	46.62	26010.82	0.00	0.00	26057.44	2316.22	2.00	3.45	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25370.97	7.01
270	6060.53	882.72	0.00	46.62	27011.23	0.00	0.00	27057.85	2405.14	2.00	3.33	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25541.59	6.97
280	6108.94	915.41	0.00	46.62	28011.65	0.00	0.00	28058.27	2494.07	2.00	3.21	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25712.20	6.92
290	6155.46	948.11	0.00	46.62	29012.06	0.00	0.00	29058.68	2582.99	2.00	3.10	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25882.82	6.87
300	6200.16	980.80	0.00	46.62	30012.48	0.00	0.00	30059.10	2671.92	2.00	2.99	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	26053.43	6.83
310	6243.10	1013.49	0.00	46.62	31012.90	0.00	0.00	31059.52	2760.85	2.00	2.90	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	26224.04	6.78
320	6284.36	1046.19	0.00	46.62	32013.31	0.00	0.00	32059.93	2849.77	2.00	2.81	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	26394.66	6.74
330	6324.00	1078.88	0.00	46.62	33013.73	0.00	0.00	33060.35	2938.70	2.00	2.72	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	26565.27	6.70
340	6362.09	1111.57	0.00	46.62	34014.14	0.00	0.00	34060.76	3027.62	2.00	2.64	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	26735.89	6.65
350	6398.69	1144.27	0.00	46.62	35014.56	0.00	0.00	35061.18	3116.55	2.00	2.57	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	26906.50	6.61
360	6433.87	1176.96	0.00	46.62	36014.98	0.00	0.00	36061.60	3205.48	2.00	2.50	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	27077.12	6.57
370	6467.67	1209.65	0.00	46.62	37015.39	0.00	0.00	37062.01	3294.40	2.00	2.43	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	27247.73	6.53
380	6500.18	1242.35	0.00	46.62	38015.81	0.00	0.00	38062.43	3383.33	2.00	2.36	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	27418.35	6.49
390	6531.42	1275.04	0.00	46.62	39016.22	0.00	0.00	39062.84	3472.25	2.00	2.30	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	27588.96	6.45
400	6561.47	1307.73	0.00	46.62	40016.64	0.00	0.00	40063.26	3561.18	2.00	2.25	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	27759.57	6.41
410	6590.37	1340.43	0.00	46.62	41017.06	0.00	0.00	41063.68	3650.10	2.00	2.19	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	27930.19	6.37
420	6618.17	1373.12	0.00	46.62	42017.47	0.00	0.00	42064.09	3739.03	2.00	2.14	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	28100.80	6.33
430	6644.91	1405.81	0.00	46.62	43017.89	0.00	0.00	43064.51	3827.96	2.00	2.09	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	28271.42	6.29
440	6670.65	1438.51	0.00	46.62	44018.30	0.00	0.00	44064.92	3916.88	2.00	2.04	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	28442.03	6.26
450	6695.43	1471.20	0.00	46.62	45018.72	0.00	0.00	45065.34	4005.81	2.00	2.00	Si	1	4078.31	5412.10	6776.69	2.00	4.56	Si	34024.75	5.23
460	6719.28	1503.89	0.00	46.62	46019.14	0.00	0.00	46065.76	4094.73	2.00	1.95	Si	1	4168.85	5532.25	6927.12	2.00	4.46	Si	34315.51	5.18
470	6742.24	1536.59	0.00	46.62																	

ANEXO B CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE UTILIZACION EN 20-22.9 KV -AAAC 70 mm2  
Poste de Concreto 13/400 EDS 18% E=24525 Mpa

Características del poste			
Tipo de poste			13/400/180/375
Funcion Armado			AV-21
Union			Retencion 0°-45°
Longitud	H	m	13
Longitud empotramiento	m		1.6
Altura Util	hv	m	11.4
Diametro en la pu	dp	m	0.18
Diametro en la ba	db	m	0.375
Diametro empod	de	m	0.351
Seccion de empotramiento	cm2		968
Factor de seguridad			2
Carga rotura	N		8000
Carga de trabajo	N		4000
Peso	kg		1800
Dist. Aplic. F resultante	m		0.15
Modulo elasticidad	E	N/cm2	2452500

Características del conductor			
Conductor			AAAC
Seccion		mm2	70
Diametro	Ø	mm	10.8
Peso unitario	Wc	N/m	1.92
Altura conductor	h1	m	11.4
Altura conductor	h2	m	10.2
Altura conductor	h3	m	9
Tiro de rotura	Tr	N	20950
Condicion EDS Inicial	%		18

Características de Retenida			
Denominacion		A°G° Siemens Ma	rtin 5/8" diam
Tipo			Inclinada
Angulo		°	37
Altura de aplicaci	Hr	m	11.05
Diametro nominal		mm	10
Seccion nominal		mm2	50
Carga de rotura	Frr	N	30920
Coefficiente de seguridad			2

Condiciones Ambientales			
Velocidad del viento	Vv	km/h	80
Presion del viento	Pv	N/m2	302.72
Fuerza debida al viento		N/m	3.27
Fuerza resultante		N/m	3.79
Fuerza de viento	Fvp	N	916.23
Altura de aplicaci	Z	m	5.09

Calculo de la carga critica			
Carga critica del	Qcr	N	177911.01
Momento de Ine	I	cm4	38208.83

Caracteristica generales			
Peso de aislador		N	25
Peso de operario		N	1000

Angulo de desvio \* 2.5  
Vano peso/ Vano viento Kr 1.5

Vano Viento (m)	Tiro Horizontal (N)	Fuerza del viento sobre conductor (Fv) (N)	Fuerza de tiro sobre conductor (Fc) (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)	MCW (N-m)	MRN (N-m)	Fuerza equivalente punta (N)	Factor de seguridad req.	Factor de seguridad cal.	Req. de retenida	N° Retenida	Tiro Horiz. Ret. (N)	Tiro Vert. Ret. (N)	Tiro Cable Ret. (N)	Factor de seg. Ret. req.	Factor de seg. Ret. cal.	Cumple ret.	Carga vertical Total (N)	Factor de seg. Por vando
10	4308.81	32.69	187.99	46.62	1000.18	5752.56	0.00	6799.36	604.39	2.00	13.24	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21105.61	8.43
20	4335.41	65.37	189.15	46.62	2000.36	5788.08	0.00	7835.06	696.45	2.00	11.49	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21276.23	8.36
30	4377.72	98.06	191.00	46.62	3000.53	5844.57	0.00	8891.73	790.38	2.00	10.12	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21446.84	8.30
40	4433.20	130.74	193.42	46.62	4000.71	5918.63	0.00	9965.96	885.86	2.00	9.03	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21617.46	8.23
50	4499.02	163.43	196.29	46.62	5000.89	6006.51	0.00	11054.02	982.58	2.00	8.14	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21788.07	8.17
60	4572.50	196.11	199.50	46.62	6001.07	6104.62	0.00	12152.30	1080.20	2.00	7.41	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21958.69	8.10
70	4651.29	228.80	202.93	46.62	7001.25	6209.80	0.00	13257.66	1178.46	2.00	6.79	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22129.30	8.04
80	4733.41	261.48	206.52	46.62	8001.42	6319.44	0.00	14367.49	1277.11	2.00	6.26	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22299.91	7.98
90	4817.33	294.17	210.18	46.62	9001.60	6431.48	0.00	15479.70	1375.97	2.00	5.81	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22470.53	7.92
100	4901.84	326.86	213.87	46.62	10001.78	6544.31	0.00	16592.71	1474.91	2.00	5.42	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22641.14	7.86
110	4986.04	359.54	217.54	46.62	11001.96	6656.72	0.00	17705.29	1573.80	2.00	5.08	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22811.76	7.80
120	5069.25	392.23	221.17	46.62	12002.14	6767.80	0.00	18816.56	1672.58	2.00	4.78	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22982.37	7.74
130	5150.97	424.91	224.74	46.62	13002.31	6876.92	0.00	19925.85	1771.19	2.00	4.52	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23152.99	7.68
140	5230.87	457.60	228.22	46.62	14002.49	6983.58	0.00	21032.69	1869.57	2.00	4.28	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23323.60	7.63
150	5308.68	490.28	231.62	46.62	15002.67	7087.47	0.00	22136.76	1967.71	2.00	4.07	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23494.22	7.57
160	5384.26	522.97	234.91	46.62	16002.85	7188.37	0.00	23237.83	2065.59	2.00	3.87	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23664.83	7.52
170	5457.49	555.65	238.11	46.62	17003.02	7286.13	0.00	24335.77	2163.18	2.00	3.70	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23835.44	7.46
180	5528.31	588.34	241.20	46.62	18003.20	7380.69	0.00	25430.51	2260.49	2.00	3.54	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24006.06	7.41
190	5596.72	621.03	244.18	46.62	19003.38	7472.01	0.00	26522.01	2357.51	2.00	3.39	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24176.67	7.36
200	5662.70	653.71	247.06	46.62	20003.56	7560.11	0.00	27610.29	2454.25	2.00	3.26	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24347.29	7.31
210	5726.30	686.40	249.84	46.62	21003.74	7645.02	0.00	28695.37	2550.70	2.00	3.14	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24517.90	7.26
220	5787.55	719.08	252.51	46.62	22003.91	7726.78	0.00	29777.32	2646.87	2.00	3.02	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24688.52	7.21
230	5846.49	751.77	255.08	46.62	23004.09	7805.48	0.00	30856.19	2742.77	2.00	2.92	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24859.13	7.16
240	5903.20	784.45	257.56	46.62	24004.27	7881.19	0.00	31932.07	2838.41	2.00	2.82	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25029.74	7.11
250	5957.72	817.14	259.93	46.62	25004.45	7953.99	0.00	33005.05	2933.78	2.00	2.73	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25200.36	7.06
260	6010.15	849.82	262.22	46.62	26004.63	8023.97	0.00	34075.22	3028.91	2.00	2.64	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25370.97	7.01
270	6060.53	882.51	264.42	46.62	27004.80	8091.23	0.00	35142.66	3123.79	2.00	2.56	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25541.59	6.97
280	6108.94	915.20	266.53	46.62	28004.98	8155.87	0.00	36207.47	3218.44	2.00	2.49	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25712.20	6.92
290	6155.46	947.88	268.56	46.62	29005.16	8217.98	0.00	37269.76	3312.87	2.00	2.41	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25882.82	6.87
300	6200.16	980.57	270.51	46.62	30005.34	8277.65	0.00	38329.61	3407.08	2.00	2.35	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	26053.43	6.83
310	6243.10	1013.25	272.39	46.62	31005.52	8334.98	0.00	39387.12	3501.08	2.00	2.29	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	26224.04	6.78
320	6284.36	1045.94	274.19	46.62	32005.69	8390.07	0.00	40442.38	3594.88	2.00	2.23	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	26394.66	6.74
330	6324.00	1078.62	275.91	46.62	33005.87	8442.99	0.00	41495.48	3688.49	2.00	2.17	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	26565.27	6.70
340	6362.09	1111.31	277.58	46.62	34006.05	8493.84	0.00	42546.51	3781.91	2.00	2.12	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	26735.89	6.65
350	6398.69	1143.99	279.17	46.62	35006.23	8542.71	0.00	43595.55	3875.16	2.00	2.06	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	26906.50	6.61
360	6433.87	1176.68	280.71	46.62	36006.41	8589.67	0.00	44642.69	3968.24	2.00	2.02	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	27077.12	6.57
370	6467.67	1209.37	282.18	46.62	37006.58	8634.80	0.00	45688.01	4061.16	2.00	1.97	Si	1	4134.66	5486.88	6870.32	2.00	4.50	Si	32734.61	5.43
380	6500.18	1242.05	283.60	46.62	38006.76	8678.19	0.00	46731.58	4153.92	2.00	1.93	Si	1	4329.10	5612.21	7027.25	2.00	4.40	Si	33030.55	5.39
390	6531.42	1274.74	284.96	46.62	39006.94	8719.91	0.00	47773.47	4246.53	2.00	1.88	Si	1	4323.39	5737.33	7183.92	2.00	4.30	Si	33326.29	5.34
400	6561.47	1307.42	286.28	46.62	40007.12	8760.03	0.00	48813.76	4339.00	2.00	1.84	Si	1	4417.54	5862.77	7340.35	2.00	4.21	Si	33621.84	5.29
410	6590.37	1340.11	287.54	46.62	41007.30	8798.61	0.00	49852.52	4431.34	2.00	1.81	Si	1	4511.54	5987.02	7496.56	2.00	4.12	Si	33917.20	5.25
420	6618.17	1372.79	288.75	46.62	42007.47	8835.72	0.00	50889.81	4523.54	2.00	1.77	Si	1	4605.41	6111.59	7652.54	2.00	4.04	Si	34212.39	5.20
430	6644.91	1405.48	289.92	46.62	43007.65	8871.43	0.00	51925.70	4615.62	2.00	1.73	Si	1	4699.16	6235.99	7808.31	2.00	3.96	Si	34507.41	5.16
440	6670.65	1438.16	291.04	46.62	44007.83	8905.79	0.00	52960.24	4707.58	2.00	1.70	Si	1	4792.78	6360.24	7963.88	2.00	3.88	Si	34802.27	5.11
450	6695.43	1470.85	292.12	46.62	45008.01	8938.87	0.00	53993.49	4799.42	2.00	1.67	Si	1	4886.29	6484.32						

ANEXO B CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE UTILIZACION EN 20-22.9 KV -AAAC 70 mm2  
Poste de Concreto 13/400 EDS 18% E=24525 Mpa

Características del poste			
Tipo de poste			13/400/180/375
Funcion Armado			AV-21
Funcion			Retencion 0°-45°
Longitud	H	m	13
Longitud empotramiento	m		1.6
Altura Util	hv	m	11.4
Diametro en la pu	dp	m	0.18
Diametro en la ba	db	m	0.375
Diametro empod	de	m	0.351
Seccion de empotramiento	cm2		968
Factor de seguridad			2
Carga rotura	N		8000
Carga de trabajo	N		4000
Peso	kg		1800
Dist. Aplic. F resultante	m		0.15
Modulo elasticidad	E	N/cm2	2452500

Características del conductor			
Conductor			AAAC
Seccion		mm2	70
Diametro	Ø	mm	10.8
Peso unitario	Wc	N/m	1.92
Altura conductor	h1	m	11.4
Altura conductor	h2	m	10.2
Altura conductor	h3	m	9
Tiro de rotura	Tr	N	20950
Condicion EDS Inicial	%		18

Características de Retenida			
Denominacion		A"O" Siemens Ma	rtin 5/8" diam
Tipo			Inclinada
Angulo		*	37
Altura de aplicaci	Hr	m	11.05
Diametro nominal		mm	10
Seccion nominal		mm2	50
Carga de rotura	Frr	N	30920
Coefficiente de seguridad			2

Condiciones Ambientales			
Velocidad del viento	Vv	km/h	80
Presion del viento	Pv	N/m2	302.72
Fuerza debida al viento		N/m	3.27
Fuerza resultante		N/m	3.79
Fuerza de viento	Fvp	N	916.23
Altura de aplicaci	Z	m	5.09

Calculo de la carga critica			
Carga critica del	Qcr	N	177911.01
Momento de Ine	I	cm4	38208.83

Características de Cruetas o Mensulas			
Material			Concreto A"V"
Denominacion			M/1.00/250
Peso		N	620
Resistencia a la compresion		N/cm2	2800
Brazo	Br	m	0
Carga de Trabajo Horizontal		N	2500
Carga de Trabajo Longitunal		N	1500
Carga de Trabajo Vertical		N	1500
Coefficiente de seguridad			2

Característica generales			
Peso de aislador		N	25
Peso de operario		N	1000

Angulo de desvio \* 5  
Vano peso/ Vano viento Kr 1.5

Vano Viento (m)	Tiro Horizontal (N)	Fuerza del viento sobre conductor (Fv) (N)	Fuerza de tiro sobre conductor (Fc) (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)	MCW (N-m)	MRN (N-m)	Fuerza equivalente punta (N)	Factor de seguridad req.	Factor de seguridad cal.	Req. de retenida	N° Retenida	Tiro Horiz. Ret. (N)	Tiro Vert. Ret. (N)	Tiro Cable Ret. (N)	Factor de seg. Ret. req.	Factor de seg. Ret. cal.	Cumple ret.	Carga vertical Total (N)	Factor de seg. Por vando
10	4308.81	32.66	375.90	46.62	999.46	11502.39	0.00	12548.47	1115.42	2.00	7.17	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21105.61	8.43
20	4335.41	65.32	378.22	46.62	1998.93	11573.41	0.00	13618.96	1210.57	2.00	6.61	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21276.23	8.36
30	4377.72	97.99	381.91	46.62	2998.39	11686.37	0.00	14731.38	1309.46	2.00	6.11	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21446.84	8.30
40	4433.20	130.65	386.75	46.62	3997.86	11834.44	0.00	15878.92	1411.46	2.00	5.67	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21617.46	8.23
50	4499.02	163.31	392.49	46.62	4997.32	12010.16	0.00	17054.10	1515.92	2.00	5.28	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21788.07	8.17
60	4572.50	195.97	398.90	46.62	5996.78	12206.33	0.00	18249.73	1622.20	2.00	4.93	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21958.69	8.10
70	4651.29	228.64	405.77	46.62	6996.25	12416.64	0.00	19459.51	1729.73	2.00	4.62	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22129.30	8.04
80	4733.41	261.30	412.94	46.62	7995.71	12635.88	0.00	20678.21	1838.06	2.00	4.35	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22299.91	7.98
90	4817.33	293.96	420.26	46.62	8995.17	12859.90	0.00	21901.69	1946.82	2.00	4.11	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22470.53	7.92
100	4901.84	326.62	427.63	46.62	9994.64	13085.50	0.00	23126.76	2055.71	2.00	3.89	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22641.14	7.86
110	4986.04	359.28	434.98	46.62	10994.10	13310.26	0.00	24350.98	2164.53	2.00	3.70	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22811.76	7.80
120	5069.25	391.95	442.23	46.62	11993.57	13532.39	0.00	25573.57	2273.13	2.00	3.52	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22982.37	7.74
130	5150.97	424.61	449.36	46.62	12993.03	13750.56	0.00	26790.21	2381.35	2.00	3.36	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23152.99	7.68
140	5230.87	457.27	456.33	46.62	13992.49	13963.84	0.00	28002.95	2489.15	2.00	3.21	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23323.60	7.63
150	5308.68	489.93	463.12	46.62	14991.96	14171.57	0.00	29210.14	2596.46	2.00	3.08	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23494.22	7.57
160	5384.26	522.60	469.72	46.62	15991.42	14373.31	0.00	30411.35	2703.23	2.00	2.96	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23664.83	7.52
170	5457.49	555.26	476.10	46.62	16990.89	14568.79	0.00	31606.30	2809.45	2.00	2.85	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23835.44	7.46
180	5528.31	587.92	482.28	46.62	17990.35	14757.86	0.00	32794.83	2915.10	2.00	2.74	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24006.06	7.41
190	5596.72	620.58	488.25	46.62	18989.81	14940.47	0.00	33976.90	3020.17	2.00	2.65	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24176.67	7.36
200	5662.70	653.24	494.01	46.62	19989.28	15116.62	0.00	35152.52	3124.67	2.00	2.56	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24347.29	7.31
210	5726.30	685.91	499.56	46.62	20988.74	15286.39	0.00	36321.75	3228.60	2.00	2.48	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24517.90	7.26
220	5787.55	718.57	504.90	46.62	21988.20	15449.89	0.00	37484.71	3331.97	2.00	2.40	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24688.52	7.21
230	5846.49	751.23	510.04	46.62	22987.67	15607.25	0.00	38641.53	3434.80	2.00	2.33	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24859.13	7.16
240	5903.20	783.89	514.99	46.62	23987.13	15758.62	0.00	39792.37	3537.10	2.00	2.26	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25029.74	7.11
250	5957.72	816.56	519.74	46.62	24986.60	15904.18	0.00	40937.40	3638.88	2.00	2.20	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25200.36	7.06
260	6010.15	849.22	524.32	46.62	25986.06	16044.12	0.00	42076.80	3740.16	2.00	2.14	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25370.97	7.01
270	6060.53	881.88	528.71	46.62	26985.52	16178.62	0.00	43210.76	3840.96	2.00	2.08	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25541.59	6.97
280	6108.94	914.54	532.94	46.62	27984.99	16307.86	0.00	44339.47	3941.29	2.00	2.03	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25712.20	6.92
290	6155.46	947.20	537.00	46.62	28984.45	16432.05	0.00	45463.12	4041.17	2.00	1.98	Si	1	4114.31	5459.87	6836.50	2.00	4.52	Si	31342.69	5.68
300	6200.16	979.87	540.89	46.62	29983.91	16551.36	0.00	46581.90	4140.61	2.00	1.93	Si	1	4215.56	5594.23	7004.74	2.00	4.41	Si	31647.66	5.62
310	6243.10	1012.53	544.64	46.62	30983.38	16666.00	0.00	47696.00	4239.64	2.00	1.89	Si	1	4316.38	5728.03	7172.27	2.00	4.31	Si	31952.07	5.57
320	6284.36	1045.19	548.24	46.62	31982.84	16776.14	0.00	48805.60	4338.28	2.00	1.84	Si	1	4416.80	5861.29	7339.13	2.00	4.21	Si	32255.95	5.52
330	6324.00	1077.85	551.70	46.62	32982.31	16881.96	0.00	49910.88	4436.52	2.00	1.80	Si	1	4516.82	5994.03	7505.33	2.00	4.12	Si	32559.30	5.46
340	6362.09	1110.52	555.02	46.62	33981.77	16983.64	0.00	51012.03	4534.40	2.00	1.76	Si	1	4616.47	6126.27	7670.92	2.00	4.03	Si	32862.15	5.41
350	6398.69	1143.18	558.21	46.62	34981.23	17081.34	0.00	52109.20	4631.93	2.00	1.73	Si	1	4715.76	6258.03	7835.90	2.00	3.95	Si	33164.53	5.36
360	6433.87	1175.84	561.28	46.62	35980.70	17175.25	0.00	53202.56	4729.12	2.00	1.69	Si	1	4814.71	6389.34	8000.32	2.00	3.86	Si	33466.45	5.32
370	6467.67	1208.50	564.23	46.62	36980.16	17265.50	0.00	54292.28	4825.98	2.00	1.66	Si	1	4913.33	6520.21	8164.18	2.00	3.79	Si	33767.94	5.27
380	6500.18	1241.16	567.07	46.62	37979.63	17352.26	0.00	55378.50	4922.53	2.00	1.63	Si	1	5011.63	6650.66	8327.52	2.00	3.71	Si	34069.00	5.22
390	6531.42	1273.83	569.79	46.62	38979.09	17435.67	0.00	56461.38	5018.79	2.00	1.59	Si	1	5109.63	6780.36	8490.36	2.00	3.64	Si	34369.66	5.18
400	6561.47	1306.49	572.41	46.62	39978.55	17515.89	0.00	57541.06	5114.76	2.00	1.56	Si	1	5207.34	6910.37	8652.72	2.00	3.57	Si	34669.94	5.13
410	6590.37	1339.15	574.94	46.62	40978.02	17593.03	0.00	58617.67	5210.46	2.00	1.54	Si	1	5304.77	7039.66	8814.61	2.00	3.51	Si	34969.85	5.09
420	6618.17	1371.81	577.36	46.62	41977.48	17667.24	0.00	59691.34	5305.90	2.00	1.51	Si	1	5401.93	7168.60	8976.67	2.00	3.44	Si	35269.41	5.04
430	6644.91	1404.48	579.69	46.62	42976																

ANEXO B CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE UTILIZACION EN 20-22.9 KV -AAAC 70 mm2  
Poste de Concreto 13/400 EDS 18% E=24525 Mpa

Características del poste			
Tipo de poste			13/400/180/375
Tipo Armado			AV-21
Funcion			Retencion 0°-45°
Longitud	H	m	13
Longitud empotramiento	m		1.6
Altura Util	hv	m	11.4
Diametro en la pu	dp	m	0.18
Diametro en la ba	db	m	0.375
Diametro empod	de	m	0.351
Seccion de empotramiento	cm2		968
Factor de seguridad			2
Carga rotura	N		8000
Carga de trabajo	N		4000
Peso	kg		1800
Dist. Aplic. F resultante	m		0.15
Modulo elasticidad	E	N/cm2	2452500

Características del conductor			
Conductor			AAAC
Seccion		mm2	70
Diametro	Ø	mm	10.8
Peso unitario	Wc	N/m	1.92
Altura conductor	h1	m	11.4
Altura conductor	h2	m	10.2
Altura conductor	h3	m	9
Tiro de rotura	Tr	N	20950
Condicion EDS Inicial	%		18

Características de Retenida			
Denominacion		A'G° Siemens Ma	rtin 5/8" diam
Tipo			Inclinada
Angulo		°	37
Altura de aplicaci	Hr	m	11.05
Diametro nominal		mm	10
Seccion nominal		mm2	50
Carga de rotura	Frr	N	30920
Coefficiente de seguridad			2

Condiciones Ambientales			
Velocidad del viento	Vv	km/h	80
Presion del viento	Pv	N/m2	302.72
Fuerza debida al viento		N/m	3.27
Fuerza resultante		N/m	3.79
Fuerza de viento	Fvp	N	916.23
Altura de aplicaci	Z	m	5.09

Calculo de la carga critica			
Carga critica del	Qcr	N	177911.01
Momento de Ine	I	cm4	38208.83

Características de Cruetas o Mensulas			
Material			Concreto A'V'
Denominacion			M/1,00/250
Peso		N	620
Resistencia a la compresion		N/cm2	2800
Brazo	Br	m	0
Carga de Trabajo Horizontal		N	2500
Carga de Trabajo Longitunal		N	1500
Carga de Trabajo Vertical		N	1500
Coefficiente de seguridad			2

Característica generales			
Peso de aislador		N	25
Peso de operario		N	1000

Angulo de desvio \* 7.5  
Vano peso/ Vano viento Kr 1.5

Vano Viento (m)	Tiro Horizontal (N)	Fuerza del viento sobre conductor (Fv) (N)	Fuerza de tiro sobre conductor (Fc) (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)	MCW (N-m)	MRN (N-m)	Fuerza equivalente punta (N)	Factor de seguridad req.	Factor de seguridad cal.	Req. de retenida	N° Retenida	Tiro Horiz. Ret. (N)	Tiro Vert. Ret. (N)	Tiro Cable Ret. (N)	Factor de seg. Ret. req.	Factor de seg. Ret. cal.	Cumple ret.	Carga vertical Total (N)	Factor de seg. Por vando
10	4308.81	32.62	563.62	46.62	998.27	17246.74	0.00	18291.63	1625.92	2.00	4.92	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21105.61	8.43
20	4335.41	65.25	567.10	46.62	1996.55	17353.24	0.00	19396.40	1724.12	2.00	4.64	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21276.23	8.36
30	4377.72	97.87	572.63	46.62	2994.82	17522.59	0.00	20564.04	1827.91	2.00	4.38	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21446.84	8.30
40	4433.20	130.49	579.89	46.62	3993.10	17744.62	0.00	21784.34	1936.39	2.00	4.13	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21617.46	8.23
50	4499.02	163.12	588.50	46.62	4991.37	18008.09	0.00	23046.08	2048.54	2.00	3.91	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21788.07	8.17
60	4572.50	195.74	598.11	46.62	5989.64	18302.23	0.00	24338.49	2163.42	2.00	3.70	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21958.69	8.10
70	4651.29	228.36	608.42	46.62	6987.92	18617.57	0.00	25652.11	2280.19	2.00	3.51	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22129.30	8.04
80	4733.41	260.99	619.16	46.62	7986.19	18946.30	0.00	26979.11	2398.14	2.00	3.34	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22299.91	7.98
90	4817.33	293.61	630.14	46.62	8984.47	19282.20	0.00	28313.28	2516.74	2.00	3.18	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22470.53	7.92
100	4901.84	326.23	641.19	46.62	9982.74	19620.47	0.00	29649.83	2635.54	2.00	3.04	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22641.14	7.86
110	4986.04	358.86	652.21	46.62	10981.01	19957.48	0.00	30985.11	2754.23	2.00	2.90	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22811.76	7.80
120	5069.25	391.48	663.09	46.62	11979.29	20290.53	0.00	32316.44	2872.57	2.00	2.78	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22982.37	7.74
130	5150.97	424.10	673.78	46.62	12977.56	20617.66	0.00	33641.84	2990.39	2.00	2.68	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23152.99	7.68
140	5230.87	456.73	684.23	46.62	13975.84	20937.45	0.00	34959.90	3107.55	2.00	2.57	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23323.60	7.63
150	5308.68	489.35	694.41	46.62	14974.11	21248.92	0.00	36269.65	3223.97	2.00	2.48	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23494.22	7.57
160	5384.26	521.97	704.29	46.62	15972.38	21551.41	0.00	37570.42	3339.59	2.00	2.40	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23664.83	7.52
170	5457.49	554.60	713.87	46.62	16970.66	21844.52	0.00	38861.80	3454.38	2.00	2.32	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23835.44	7.46
180	5528.31	587.22	723.14	46.62	17968.93	22128.02	0.00	40143.57	3568.32	2.00	2.24	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24006.06	7.41
190	5596.72	619.84	732.09	46.62	18967.21	22401.82	0.00	41415.64	3681.39	2.00	2.17	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24176.67	7.36
200	5662.70	652.47	740.72	46.62	19965.48	22665.94	0.00	42678.04	3793.60	2.00	2.11	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24347.29	7.31
210	5726.30	685.09	749.04	46.62	20963.75	22920.50	0.00	43930.87	3904.97	2.00	2.05	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	24517.90	7.26
220	5787.55	717.71	757.05	46.62	21962.03	23165.64	0.00	45174.29	4015.49	2.00	1.99	Si	1	4088.17	5425.19	6793.07	2.00	4.55	Si	30113.70	5.91
230	5846.49	750.34	764.76	46.62	22960.30	23401.58	0.00	46408.50	4125.20	2.00	1.94	Si	1	4199.86	5573.41	6978.66	2.00	4.43	Si	30432.54	5.85
240	5903.20	782.96	772.17	46.62	23958.58	23628.55	0.00	47633.75	4234.11	2.00	1.89	Si	1	4310.75	5720.55	7162.91	2.00	4.32	Si	30750.30	5.79
250	5957.72	815.58	779.31	46.62	24956.85	23846.81	0.00	48850.28	4342.25	2.00	1.84	Si	1	4420.84	5866.65	7345.85	2.00	4.21	Si	31067.01	5.73
260	6010.15	848.21	786.16	46.62	25955.12	24056.64	0.00	50058.38	4449.63	2.00	1.80	Si	1	4530.17	6011.74	7527.51	2.00	4.11	Si	31382.71	5.67
270	6060.53	880.83	792.75	46.62	26953.40	24258.30	0.00	51258.32	4556.29	2.00	1.76	Si	1	4638.76	6155.84	7707.95	2.00	4.01	Si	31697.43	5.61
280	6108.94	913.45	799.09	46.62	27951.67	24452.09	0.00	52450.38	4662.26	2.00	1.72	Si	1	4746.64	6299.01	7887.21	2.00	3.92	Si	32011.21	5.56
290	6155.46	946.08	805.17	46.62	28949.95	24638.30	0.00	53634.86	4767.54	2.00	1.68	Si	1	4853.83	6441.25	8065.32	2.00	3.83	Si	32324.07	5.50
300	6200.16	978.70	811.02	46.62	29948.22	24817.20	0.00	54812.04	4872.18	2.00	1.64	Si	1	4960.37	6582.63	8242.34	2.00	3.75	Si	32636.06	5.45
310	6243.10	1011.32	816.64	46.62	30946.50	24989.08	0.00	55982.20	4976.20	2.00	1.61	Si	1	5066.26	6723.16	8418.30	2.00	3.67	Si	32947.20	5.40
320	6284.36	1043.95	822.03	46.62	31944.77	25154.22	0.00	57145.61	5079.61	2.00	1.57	Si	1	5171.55	6862.88	8593.25	2.00	3.60	Si	33257.54	5.35
330	6324.00	1076.57	827.22	46.62	32943.04	25312.89	0.00	58302.55	5182.45	2.00	1.54	Si	1	5276.25	7001.82	8767.23	2.00	3.53	Si	33567.09	5.30
340	6362.09	1109.19	832.20	46.62	33941.32	25465.35	0.00	59453.29	5284.74	2.00	1.51	Si	1	5380.39	7140.02	8940.27	2.00	3.46	Si	33875.90	5.25
350	6398.69	1141.82	836.99	46.62	34939.59	25611.85	0.00	60598.06	5386.49	2.00	1.49	Si	1	5483.99	7277.50	9112.41	2.00	3.39	Si	34184.00	5.20
360	6433.87	1174.44	841.59	46.62	35937.87	25752.65	0.00	61737.13	5487.75	2.00	1.46	Si	1	5587.07	7414.29	9283.70	2.00	3.33	Si	34491.41	5.16
370	6467.67	1207.06	846.03	46.62	36936.14	25887.98	0.00	62870.73	5588.51	2.00	1.43	Si	1	5689.66	7550.43	9454.17	2.00	3.27	Si	34798.16	5.11
380	6500.18	1239.69	850.26	46.62	37934.41	26018.07	0.00	63999.10	5688.81	2.00	1.41	Si	1	5791.77	7685.94	9623.84	2.00	3.21	Si	35104.29	5.07
390	6531.42	1272.31	854.35	46.62	38932.69	26143.14	0.00	65122.44	5788.66	2.00	1.38	Si	1	5893.43	7820.85	9792.77	2.00	3.16	Si	35409.81	5.02
400	6561.47	1304.93	858.28	46.62	39930.96	26263.41	0.00	66240.99	5888.09	2.00	1.36	Si	1	5994.66	7955.18	9960.97	2.00	3.10	Si	35714.76	4.98
410	6590.37	1337.56	862.06	46.62	40929.24	26379.08	0.00	67354.93	5987.11	2.00	1.34	Si	1	6095.47	8088.96	10128.48	2.00	3.05	Si	36019.15	4.94
420	6618.17	1370.18	865.70	46.62	41927.51	26490.35	0.00	68464.48	6085.73	2.00	1.31	Si	1	6195.88	8222.21	10295.32	2.00	3.00			

ANEXO B CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE UTILIZACION EN 20-22.9 KV -AAAC 70 mm2  
Poste de Concreto 13/400 EDS 18% E=24525 Mpa

Características del poste			
Tipo de poste			13/400/180/375
Funcion Armado			AV-21
Funcion			Retencion 0°-45°
Longitud	H	m	13
Longitud empotramiento		m	1.6
Altura Util	hv	m	11.4
Diametro en la pu	dp	m	0.18
Diametro en la ba	db	m	0.375
Diametro empod	de	m	0.351
Seccion de empotramiento		cm2	968
Factor de seguridad			2
Carga rotura	N		8000
Carga de trabajo	N		4000
Peso	kg		1800
Dist. Aplic. F resultante	m		0.15
Modulo elasticidad	E	N/cm2	2452500

Características del conductor			
Conductor			AAAC
Seccion		mm2	70
Diametro	Ø	mm	10.8
Peso unitario	Wc	N/m	1.92
Altura conductor	h1	m	11.4
Altura conductor	h2	m	10.2
Altura conductor	h3	m	9
Tiro de rotura	Tr	N	20950
Condicion EDS Inicial	%		18

Características de Retenida			
Denominacion		A'G° Siemens Ma	rtin 5/8" diam
Tipo			Inclinada
Angulo		°	37
Altura de aplicaci	Hr	m	11.05
Diametro nominal		mm	10
Seccion nominal		mm2	50
Carga de rotura	Frr	N	30920
Coefficiente de seguridad			2

Condiciones Ambientales			
Velocidad del viento	Vv	km/h	80
Presion del viento	Pv	N/m2	302.72
Fuerza debida al viento		N/m	3.27
Fuerza resultante		N/m	3.79
Fuerza de viento	Fvp	N	916.23
Altura de aplicaci	Z	m	5.09

Calculo de la carga critica			
Carga critica del	Qcr	N	177911.01
Momento de Ine	I	cm4	38208.83

Característica generales			
Peso de aislador		N	25
Peso de operario		N	1000

Angulo de desvio \* 10  
Vano peso/ Vano viento Kr 1.5

Características de Cruetas o Mensulas			
Material			Concreto A'V'
Denominacion			M/1.00/250
Peso		N	620
Resistencia a la compresion		N/cm2	2800
Brazo	Br	m	0
Carga de Trabajo Horizontal		N	2500
Carga de Trabajo Longitunal		N	1500
Carga de Trabajo Vertical		N	1500
Coefficiente de seguridad			2

Vano Viento (m)	Tiro Horizontal (N)	Fuerza del viento sobre conductor (Fv) (N)	Fuerza de tiro sobre conductor (Fc) (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)	MCW (N-m)	MRN (N-m)	Fuerza equivalente punta (N)	Factor de seguridad req.	Factor de seguridad cal.	Req. de retenida	N° Retenida	Tiro Horiz. Ret. (N)	Tiro Vert. Ret. (N)	Tiro Cable Ret. (N)	Factor de seg. Ret. req.	Factor de seg. Ret. cal.	Cumple ret.	Carga vertical Total (N)	Factor de seg. Por vando
10	4308.81	32.57	751.07	46.62	996.61	22982.88	0.00	24026.11	2135.65	2.00	3.75	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21105.61	8.43
20	4335.41	65.14	755.71	46.62	1993.22	23124.80	0.00	25164.64	2236.86	2.00	3.58	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21276.23	8.36
30	4377.72	97.71	763.09	46.62	2989.83	23350.48	0.00	26386.93	2345.51	2.00	3.41	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21446.84	8.30
40	4433.20	130.28	772.76	46.62	3986.44	23646.36	0.00	27679.42	2460.39	2.00	3.25	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21617.46	8.23
50	4499.02	162.84	784.23	46.62	4983.05	23997.46	0.00	29027.12	2580.19	2.00	3.10	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21788.07	8.17
60	4572.50	195.41	797.04	46.62	5979.65	24389.42	0.00	30415.69	2703.62	2.00	2.96	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21958.69	8.10
70	4651.29	227.98	810.77	46.62	6976.26	24809.65	0.00	31832.53	2829.56	2.00	2.83	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22129.30	8.04
80	4733.41	260.55	825.09	46.62	7972.87	25247.71	0.00	33267.20	2957.08	2.00	2.71	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22299.91	7.98
90	4817.33	293.12	839.72	46.62	8969.48	25695.32	0.00	34711.42	3085.46	2.00	2.59	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22470.53	7.92
100	4901.84	325.69	854.45	46.62	9966.09	26146.09	0.00	36158.80	3214.12	2.00	2.49	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22641.14	7.86
110	4986.04	358.26	869.12	46.62	10962.70	26595.19	0.00	37604.51	3342.62	2.00	2.39	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22811.76	7.80
120	5069.25	390.83	883.63	46.62	11959.31	27039.01	0.00	39044.34	3470.66	2.00	2.31	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22982.37	7.74
130	5150.97	423.40	897.87	46.62	12955.92	27474.94	0.00	40477.48	3598.00	2.00	2.22	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23152.99	7.68
140	5230.87	455.96	911.80	46.62	13952.53	27901.09	0.00	41900.24	3724.47	2.00	2.15	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23323.60	7.63
150	5308.68	488.53	925.36	46.62	14949.14	28316.16	0.00	43311.91	3849.95	2.00	2.08	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23494.22	7.57
160	5384.26	521.10	938.54	46.62	15945.75	28719.26	0.00	44711.63	3974.37	2.00	2.01	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	23664.83	7.52
170	5457.49	553.67	951.30	46.62	16942.35	29109.85	0.00	46098.83	4097.67	2.00	1.95	Si	1	4171.84	536.22	6932.10	2.00	4.46	Si	29371.66	6.06
180	5528.31	586.24	963.65	46.62	17938.96	29487.64	0.00	47473.22	4219.84	2.00	1.90	Si	1	4296.22	5701.28	7138.77	2.00	4.33	Si	29707.33	5.99
190	5596.72	618.81	975.57	46.62	18935.57	29852.50	0.00	48834.69	4340.86	2.00	1.84	Si	1	4419.43	5864.78	7343.50	2.00	4.21	Si	30041.45	5.92
200	5662.70	651.38	987.07	46.62	19932.18	30204.47	0.00	50183.27	4460.74	2.00	1.79	Si	1	4541.47	6026.74	7546.29	2.00	4.10	Si	30374.02	5.86
210	5726.30	683.95	998.16	46.62	20928.79	30543.69	0.00	51519.10	4579.48	2.00	1.75	Si	1	4662.36	6187.16	7747.17	2.00	3.99	Si	30705.06	5.79
220	5787.55	716.52	1008.84	46.62	21925.40	30870.37	0.00	52842.39	4697.10	2.00	1.70	Si	1	4782.12	6346.08	7946.16	2.00	3.89	Si	31034.60	5.73
230	5846.49	749.09	1019.11	46.62	22922.01	31184.78	0.00	54153.41	4813.64	2.00	1.66	Si	1	4900.76	6503.53	8143.30	2.00	3.80	Si	31362.66	5.67
240	5903.20	781.65	1028.99	46.62	23918.62	31487.24	0.00	55452.48	4929.11	2.00	1.62	Si	1	5018.32	6659.54	8338.65	2.00	3.71	Si	31689.29	5.61
250	5957.72	814.22	1038.50	46.62	24915.23	31778.10	0.00	56739.94	5043.55	2.00	1.59	Si	1	5134.84	6814.16	8532.25	2.00	3.62	Si	32014.52	5.56
260	6010.15	846.79	1047.64	46.62	25911.84	32057.70	0.00	58016.16	5156.99	2.00	1.55	Si	1	5250.33	6967.42	8724.16	2.00	3.54	Si	32338.40	5.50
270	6060.53	879.36	1056.42	46.62	26908.45	32326.44	0.00	59281.50	5269.47	2.00	1.52	Si	1	5364.84	7119.39	8914.44	2.00	3.47	Si	32660.97	5.45
280	6108.94	911.93	1064.86	46.62	27905.06	32584.68	0.00	60536.36	5381.01	2.00	1.49	Si	1	5478.40	7270.09	9103.13	2.00	3.40	Si	32982.29	5.39
290	6155.46	944.50	1072.97	46.62	28901.66	32832.82	0.00	61781.10	5491.65	2.00	1.46	Si	1	5591.05	7419.57	9290.31	2.00	3.33	Si	33302.39	5.34
300	6200.16	977.07	1080.76	46.62	29898.27	33071.22	0.00	63016.11	5601.43	2.00	1.43	Si	1	5702.82	7567.89	9476.03	2.00	3.26	Si	33621.32	5.29
310	6243.10	1009.64	1088.24	46.62	30894.88	33300.27	0.00	64241.78	5710.38	2.00	1.40	Si	1	5813.74	7715.09	9660.34	2.00	3.20	Si	33939.13	5.24
320	6284.36	1042.21	1095.44	46.62	31891.49	33520.34	0.00	65458.45	5818.53	2.00	1.37	Si	1	5923.84	7861.20	9843.29	2.00	3.14	Si	34255.86	5.19
330	6324.00	1074.77	1102.35	46.62	32888.10	33731.78	0.00	66666.50	5925.91	2.00	1.35	Si	1	6033.17	8006.28	10024.95	2.00	3.08	Si	34571.56	5.15
340	6362.09	1107.34	1108.99	46.62	33884.71	33934.94	0.00	67886.27	6032.56	2.00	1.33	Si	1	6141.74	8150.37	10205.37	2.00	3.03	Si	34886.26	5.10
350	6398.69	1139.91	1115.37	46.62	34881.32	34130.17	0.00	69095.11	6138.50	2.00	1.30	Si	1	6249.60	8293.50	10384.59	2.00	2.98	Si	35200.01	5.05
360	6433.87	1172.48	1121.50	46.62	35877.93	34317.80	0.00	70242.34	6243.76	2.00	1.28	Si	1	6356.77	8435.72	10562.67	2.00	2.93	Si	35512.84	5.01
370	6467.67	1205.05	1127.39	46.62	36874.54	34498.13	0.00	71419.39	6348.38	2.00	1.26	Si	1	6463.28	8577.07	10739.65	2.00	2.88	Si	35824.80	4.97
380	6500.18	1237.62	1133.06	46.62	37871.15	34671.49	0.00	72589.25	6452.38	2.00	1.24	Si	1	6569.16	8717.57	10915.59	2.00	2.83	Si	36135.92	4.92
390	6531.42	1270.19	1138.50	46.62	38867.76	34838.16	0.00	73752.53	6555.78	2.00	1.22	Si	1	6674.44	8857.28	11090.51	2.00	2.79	Si	36446.24	4.88
400	6561.47	1302.76	1143.74	46.62	39864.36	34998.43	0.00	74909.41	6658.61	2.00	1.20	Si	1	6779.13	8996.21	11264.48	2.00	2.74	Si	36755.79	4.84
410	6590.37	1335.33	1148.78	46.62	40860.97	35152.57	0.00	76060.16	6760.90	2.00	1.18	Si	1	6883.27	9134.41	11437.52	2.00	2.70	Si	37064.60	4.80
420	6618.17	1367.89	1153.62	46.62	41857.58	35300.85	0.00	77205.05													

ANEXO B CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE UTILIZACION EN 20-22.9 KV -AAAC 70 mm2  
Poste de Concreto 13/400 EDS 18% E=24525 Mpa

Características del poste			
Tipo de poste			13/400/180/375
Funcion Armado			AV-21
Funcion			Retencion 0°-45°
Longitud	H	m	13
Longitud empotramiento	m		1.6
Altura Util	hv	m	11.4
Diametro en la pu	dp	m	0.18
Diametro en la ba	db	m	0.375
Diametro empod	de	m	0.351
Seccion de empotramiento	cm2		968
Factor de seguridad			2
Carga rotura	N		8000
Carga de trabajo	N		4000
Peso	kg		1800
Dist. Aplic. F resultante	m		0.15
Modulo elasticidad	E	N/cm2	2452500

Características del conductor			
Conductor			AAAC
Seccion		mm2	70
Diametro	Ø	mm	10.8
Peso unitario	Wc	N/m	1.92
Altura conductor	h1	m	11.4
Altura conductor	h2	m	10.2
Altura conductor	h3	m	9
Tiro de rotura	Tr	N	20950
Condicion EDS Inicial	%		18

Características de Retenida			
Denominacion		A'G° Siemens Ma	rtin 5/8" diam
Tipo			Inclinada
Angulo		*	37
Altura de aplicaci	Hr	m	11.05
Diametro nominal		mm	10
Seccion nominal		mm2	50
Carga de rotura	Frr	N	30920
Coefficiente de seguridad			2

Condiciones Ambientales			
Velocidad del viento	Vv	km/h	80
Presion del viento	Pv	N/m2	302.72
Fuerza debida al viento		N/m	3.27
Fuerza resultante		N/m	3.79
Fuerza de viento	Fvp	N	916.23
Altura de aplicaci	Z	m	5.09

Calculo de la carga critica			
Carga critica del	Qcr	N	177911.01
Momento de Ine	I	cm4	38208.83

Características de Cruetas o Mensulas			
Material			Concreto A'V'
Denominacion			M/100/250
Peso		N	620
Resistencia a la compresion		N/cm2	2800
Brazo	Br	m	0
Carga de Trabajo Horizontal		N	2500
Carga de Trabajo Longitunal		N	1500
Carga de Trabajo Vertical		N	1500
Coefficiente de seguridad			2

Característica generales			
Peso de aislador		N	25
Peso de operario		N	1000

Angulo de desvio \* 12.5  
Vano peso/ Vano viento Kr 1.5

Vano Viento (m)	Tiro Horizontal (N)	Fuerza del viento sobre conductor (Fv) (N)	Fuerza de tiro sobre conductor (Fc) (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)	MCW (N-m)	MRN (N-m)	Fuerza equivalente punta (N)	Factor de seguridad req.	Factor de seguridad cal.	Req. de retenida	N° Retenida	Tiro Horiz. Ret. (N)	Tiro Vert. Ret. (N)	Tiro Cable Ret. (N)	Factor de seg. Ret. req.	Factor de seg. Ret. cal.	Cumple ret.	Carga vertical Total (N)	Factor de seg. Por pando
10	4308.81	32.50	938.17	46.62	994.47	28708.08	0.00	29749.17	2644.37	2.00	3.03	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21105.61	8.43
20	4335.41	65.00	943.97	46.62	1988.94	28885.35	0.00	30920.91	2748.53	2.00	2.91	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21276.23	8.36
30	4377.72	97.50	953.18	46.62	2983.41	29167.26	0.00	32197.29	2861.98	2.00	2.80	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21446.84	8.30
40	4433.20	130.00	965.26	46.62	3977.88	29536.84	0.00	33561.34	2983.23	2.00	2.68	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21617.46	8.23
50	4499.02	162.50	979.59	46.62	4972.35	29975.40	0.00	34994.37	3110.61	2.00	2.57	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21788.07	8.17
60	4572.50	194.99	995.59	46.62	5966.82	30465.00	0.00	36478.44	3242.53	2.00	2.47	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21958.69	8.10
70	4651.29	227.49	1012.74	46.62	6961.29	30989.91	0.00	37997.82	3377.58	2.00	2.37	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22129.30	8.04
80	4733.41	259.99	1030.62	46.62	7955.76	31537.09	0.00	39539.47	3514.62	2.00	2.28	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22299.91	7.98
90	4817.33	292.49	1048.90	46.62	8950.23	32096.21	0.00	41093.06	3652.72	2.00	2.19	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22471.53	7.92
100	4901.84	324.99	1067.30	46.62	9944.70	32659.28	0.00	42650.59	3791.16	2.00	2.11	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22644.14	7.86
110	4986.04	357.49	1085.63	46.62	10939.17	33230.24	0.00	44206.03	3929.43	2.00	2.04	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22818.76	7.80
120	5069.25	389.99	1103.75	46.62	11933.64	33774.63	0.00	45754.99	4067.10	2.00	1.97	Si	1	4140.71	5494.91	6880.38	2.00	4.49	Si	28477.28	6.25
130	5150.97	422.49	1121.54	46.62	12928.11	34319.15	0.00	47293.98	4203.90	2.00	1.90	Si	1	4379.99	5679.74	7111.80	2.00	4.35	Si	28832.72	6.17
140	5230.87	454.99	1138.94	46.62	13922.58	34851.46	0.00	48820.65	4339.61	2.00	1.84	Si	1	4418.16	5863.09	7341.39	2.00	4.21	Si	29186.70	6.10
150	5308.68	487.49	1155.88	46.62	14917.05	35369.92	0.00	50333.59	4474.10	2.00	1.79	Si	1	4555.08	6044.79	7568.90	2.00	4.09	Si	29539.00	6.02
160	5384.26	519.98	1172.33	46.62	15911.52	35873.44	0.00	51831.58	4607.25	2.00	1.74	Si	1	4690.64	6224.69	7794.16	2.00	3.97	Si	29889.52	5.95
170	5457.49	552.48	1188.28	46.62	16905.99	36361.33	0.00	53313.94	4739.02	2.00	1.69	Si	1	4824.79	6402.71	8017.07	2.00	3.86	Si	30238.16	5.88
180	5528.31	584.98	1203.70	46.62	17900.46	36833.22	0.00	54780.30	4869.36	2.00	1.64	Si	1	4957.49	6578.82	8237.57	2.00	3.75	Si	30584.87	5.82
190	5596.72	617.48	1218.59	46.62	18894.93	37288.98	0.00	56230.52	4998.27	2.00	1.60	Si	1	5088.74	6752.98	8455.65	2.00	3.66	Si	30929.65	5.75
200	5662.70	649.98	1232.96	46.62	19889.40	37728.63	0.00	57664.64	5125.75	2.00	1.56	Si	1	5218.52	6925.21	8671.30	2.00	3.57	Si	31272.50	5.69
210	5726.30	682.48	1246.81	46.62	20883.87	38152.35	0.00	59082.83	5251.81	2.00	1.52	Si	1	5346.86	7095.53	8884.56	2.00	3.48	Si	31613.43	5.63
220	5787.55	714.98	1260.14	46.62	21878.34	38560.40	0.00	60485.36	5376.48	2.00	1.49	Si	1	5473.79	7263.96	9095.47	2.00	3.40	Si	31952.48	5.57
230	5846.49	747.48	1272.98	46.62	22872.81	38953.14	0.00	61872.56	5499.78	2.00	1.45	Si	1	5599.33	7430.56	9304.07	2.00	3.32	Si	32289.69	5.51
240	5903.20	779.98	1285.32	46.62	23867.28	39330.94	0.00	63244.84	5621.76	2.00	1.42	Si	1	5723.51	7595.36	9510.42	2.00	3.25	Si	32625.11	5.45
250	5957.72	812.48	1297.20	46.62	24861.75	39694.25	0.00	64602.62	5742.45	2.00	1.39	Si	1	5846.39	7758.42	9714.60	2.00	3.18	Si	32958.78	5.40
260	6010.15	844.97	1308.61	46.62	25856.22	40043.51	0.00	65946.34	5861.90	2.00	1.36	Si	1	5968.00	7919.80	9916.66	2.00	3.12	Si	33290.77	5.34
270	6060.53	877.47	1319.58	46.62	26850.69	40379.19	0.00	67276.49	5980.13	2.00	1.34	Si	1	6088.37	8079.54	10116.68	2.00	3.06	Si	33621.13	5.29
280	6108.94	909.97	1330.12	46.62	27845.16	40701.76	0.00	68593.54	6097.20	2.00	1.31	Si	1	6207.56	8237.71	10314.73	2.00	3.00	Si	33949.91	5.24
290	6155.46	942.47	1340.25	46.62	28839.63	41011.71	0.00	69897.96	6213.15	2.00	1.29	Si	1	6325.61	8394.36	10510.88	2.00	2.94	Si	34277.18	5.19
300	6200.16	974.97	1349.98	46.62	29834.10	41309.51	0.00	71190.22	6328.02	2.00	1.26	Si	1	6442.55	8549.56	10705.21	2.00	2.89	Si	34602.99	5.14
310	6243.10	1007.47	1359.33	46.62	30828.57	41595.61	0.00	72470.80	6441.85	2.00	1.24	Si	1	6558.44	8703.35	10897.77	2.00	2.84	Si	34927.39	5.09
320	6284.36	1039.97	1368.32	46.62	31823.04	41870.50	0.00	73740.16	6554.68	2.00	1.22	Si	1	6673.32	8855.79	11088.65	2.00	2.79	Si	35250.45	5.05
330	6324.00	1072.47	1376.95	46.62	32817.51	42134.61	0.00	74998.74	6666.55	2.00	1.20	Si	1	6787.22	9006.94	11277.91	2.00	2.74	Si	35572.21	5.00
340	6362.09	1104.97	1385.24	46.62	33811.98	42388.39	0.00	76246.98	6777.51	2.00	1.18	Si	1	6900.18	9156.85	11465.61	2.00	2.70	Si	35892.73	4.96
350	6398.69	1137.47	1393.21	46.62	34806.45	42632.25	0.00	77485.31	6887.58	2.00	1.16	Si	1	7012.25	9305.56	11651.83	2.00	2.65	Si	36212.07	4.91
360	6433.87	1169.96	1400.87	46.62	35800.92	42866.61	0.00	78714.14	6996.91	2.00	1.14	Si	1	7123.45	9453.14	11836.61	2.00	2.61	Si	36530.26	4.87
370	6467.67	1202.46	1408.23	46.62	36795.39	43091.87	0.00	79933.87	7105.23	2.00	1.13	Si	1	7233.83	9599.62	12020.03	2.00	2.57	Si	36847.35	4.83
380	6500.18	1234.96	1415.31	46.62	37789.85	43308.41	0.00	81144.88	7212.88	2.00	1.11	Si	1	7343.43	9745.06	12202.14	2.00	2.53	Si	37163.40	4.79
390	6531.42	1267.46	1422.11	46.62	38784.32	43516.60	0.00	82347.54	7319.78	2.00	1.09	Si	1	7452.27	9889.49	12382.98	2.00	2.50	Si	37478.45	4.75
400	6561.47	1299.96	1428.65	46.62	39778.79	43716.79	0.00	83542.21	7425.97	2.00	1.08	Si	1	7560.38	10032.96	12562.63	2.00	2.46	Si	37792.54	4.71
410	6590.37	1332.46	1434.95	46.62	40773.26	43909.33	0.00	84729.22	7531.49	2.00	1.06	Si	1	7667.80	10175.52	12741.13	2.00	2.43	Si	38105.71	4.67
420	6618.																				

ANEXO B CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE UTILIZACION EN 20-22.9 KV -AAAC 70 mm2  
Poste de Concreto 13/400 EDS 18% E=24525 Mpa

Características del poste			
Tipo de poste			13/400/180/375
Funcion Armado			AV-21
Funcion			Retencion 0°-45°
Longitud	H	m	13
Longitud empotramiento	m		1.6
Altura Util	hv	m	11.4
Diametro en la pu	dp	m	0.18
Diametro en la ba	db	m	0.375
Diametro empod	de	m	0.351
Seccion de empotramiento	cm2		968
Factor de seguridad			2
Carga rotura	N		8000
Carga de trabajo	N		4000
Peso	kg		1800
Dist. Aplic. F resultante	m		0.15
Modulo elasticidad	E	N/cm2	24525000

Características del conductor			
Conductor			AAAC
Seccion		mm2	70
Diametro	Ø	mm	10.8
Peso unitario	Wc	N/m	1.92
Altura conductor	h1	m	11.4
Altura conductor	h2	m	10.2
Altura conductor	h3	m	9
Tiro de rotura	Tr	N	20950
Condicion EDS Inicial	%		18

Características de Retenida			
Denominacion		A'G° Siemens Martin	5/8" diam
Tipo			Inclinada
Angulo		°	37
Altura de aplicaci	Hr	m	11.05
Diametro nominal		mm	10
Seccion nominal		mm2	50
Carga de rotura	Frr	N	30920
Coefficiente de seguridad			2

Condiciones Ambientales			
Velocidad del viento	Vv	km/h	80
Presion del viento	Pv	N/m2	302.72
Fuerza debida al viento		N/m	3.27
Fuerza resultante		N/m	3.79
Fuerza de viento	Fvp	N	916.23
Altura de aplicaci	Z	m	5.09

Calculo de la carga critica			
Carga critica del	Qcr	N	177911.01
Momento de Ine	I	cm4	38208.83

Característica generales			
Peso de aislador		N	25
Peso de operario		N	1000

Angulo de desvío \* 15  
Vano peso/ Vano viento Kr 1.5

Características de Cruetas o Mensulas			
Material			Concreto A'V'
Denominacion			M/100/250
Peso		N	620
Resistencia a la compresion		N/cm2	2800
Brazo	Br	m	0
Carga de Trabajo Horizontal		N	2500
Carga de Trabajo Longitunal		N	1500
Carga de Trabajo Vertical		N	1500
Coefficiente de seguridad			2

Vano Viento (m)	Tiro Horizontal (N)	Fuerza del viento sobre conductor (Fv) (N)	Fuerza de tiro sobre conductor (Fc) (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)	MCW (N-m)	MRN (N-m)	Fuerza equivalente punta (N)	Factor de seguridad req.	Factor de seguridad cal.	Req. de retenida	N° Retenida	Tiro Horiz. Ret. (N)	Tiro Vert. Ret. (N)	Tiro Cable Ret. (N)	Factor de seg. Ret. req.	Factor de seg. Ret. cal.	Cumple ret.	Carga vertical Total (N)	Factor de seg. Por vando
10	4308.81	32.41	1124.82	46.62	991.86	34419.62	0.00	35458.10	3151.83	2.00	2.54	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21105.61	8.43
20	4335.41	64.83	1131.77	46.62	1983.71	34632.16	0.00	36662.50	3258.89	2.00	2.45	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21276.23	8.36
30	4377.72	97.24	1142.82	46.62	2975.57	34970.16	0.00	37992.35	3377.10	2.00	2.37	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21446.84	8.30
40	4433.20	129.65	1157.30	46.62	3967.43	35413.26	0.00	39427.31	3504.65	2.00	2.28	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21617.46	8.23
50	4499.02	162.07	1174.48	46.62	4959.29	35939.08	0.00	40944.98	3639.55	2.00	2.20	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21788.07	8.17
60	4572.50	194.48	1193.66	46.62	5951.14	36526.09	0.00	42523.85	3779.90	2.00	2.12	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21958.69	8.10
70	4651.29	226.90	1214.23	46.62	6943.00	37155.42	0.00	44145.04	3924.00	2.00	2.04	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	22129.30	8.04
80	4733.41	259.31	1235.67	46.62	7934.86	37811.47	0.00	45792.95	4070.48	2.00	1.97	Si	1	4144.16	5499.48	6886.10	2.00	4.49	Si	27799.40	6.40
90	4817.33	291.72	1257.58	46.62	8926.72	38481.83	0.00	47455.16	4218.24	2.00	1.90	Si	1	4294.58	5699.11	7136.05	2.00	4.33	Si	28169.64	6.32
100	4901.84	324.14	1279.64	46.62	9918.57	39156.92	0.00	49122.11	4366.41	2.00	1.83	Si	1	4445.44	5899.30	7386.72	2.00	4.19	Si	28540.44	6.23
110	4986.04	356.55	1301.62	46.62	10910.43	39829.49	0.00	50796.54	4514.36	2.00	1.77	Si	1	4596.07	6099.19	7637.01	2.00	4.05	Si	28910.94	6.15
120	5069.25	388.96	1323.34	46.62	11902.29	40494.17	0.00	52443.08	4661.61	2.00	1.72	Si	1	4745.98	6298.13	7886.11	2.00	3.92	Si	29280.50	6.08
130	5150.97	421.38	1344.67	46.62	12894.14	41147.02	0.00	54087.79	4807.80	2.00	1.66	Si	1	4894.82	6495.65	8133.43	2.00	3.80	Si	29648.64	6.00
140	5230.87	453.79	1365.53	46.62	13886.00	41785.24	0.00	55717.86	4952.70	2.00	1.62	Si	1	5042.34	6691.41	8378.55	2.00	3.69	Si	30015.01	5.93
150	5308.68	486.20	1385.84	46.62	14877.86	42406.85	0.00	57331.32	5096.12	2.00	1.57	Si	1	5188.36	6885.18	8621.18	2.00	3.59	Si	30379.40	5.86
160	5384.26	518.62	1405.57	46.62	15869.72	43010.54	0.00	58926.88	5237.94	2.00	1.53	Si	1	5332.75	7076.80	8861.11	2.00	3.49	Si	30741.63	5.79
170	5457.49	551.03	1424.69	46.62	16861.57	43595.50	0.00	60503.70	5378.11	2.00	1.49	Si	1	5475.45	7266.16	9098.22	2.00	3.40	Si	31101.61	5.72
180	5528.31	583.45	1443.18	46.62	17853.43	44161.28	0.00	62061.33	5516.56	2.00	1.45	Si	1	5616.41	7453.23	9332.45	2.00	3.31	Si	31459.29	5.66
190	5596.72	615.86	1461.04	46.62	18845.29	44707.70	0.00	63599.61	5653.30	2.00	1.42	Si	1	5755.62	7637.97	9567.77	2.00	3.23	Si	31814.64	5.59
200	5662.70	648.27	1478.26	46.62	19837.15	45234.82	0.00	65118.59	5788.32	2.00	1.38	Si	1	5893.09	7820.39	9792.19	2.00	3.16	Si	32167.67	5.53
210	5726.30	680.69	1494.86	46.62	20829.00	45742.84	0.00	66618.47	5921.64	2.00	1.35	Si	1	6028.82	8000.52	10017.73	2.00	3.09	Si	32518.42	5.47
220	5787.55	713.10	1510.85	46.62	21820.86	46232.09	0.00	68099.56	6053.29	2.00	1.32	Si	1	6162.86	8178.39	10240.45	2.00	3.02	Si	32866.90	5.41
230	5846.49	745.51	1526.24	46.62	22812.72	46702.96	0.00	69562.29	6183.31	2.00	1.29	Si	1	6295.23	8354.05	10460.41	2.00	2.96	Si	33213.18	5.36
240	5903.20	777.93	1541.04	46.62	23804.58	47155.93	0.00	71007.12	6311.74	2.00	1.27	Si	1	6425.98	8527.57	10677.67	2.00	2.90	Si	33557.31	5.30
250	5957.72	810.34	1555.28	46.62	24796.43	47591.51	0.00	72434.57	6438.63	2.00	1.24	Si	1	6555.16	8699.00	10892.32	2.00	2.84	Si	33899.36	5.25
260	6010.15	842.75	1568.96	46.62	25788.29	48010.26	0.00	73845.17	6564.01	2.00	1.22	Si	1	6682.82	8868.40	11104.44	2.00	2.78	Si	34239.38	5.20
270	6060.53	875.17	1582.12	46.62	26780.15	48412.72	0.00	75259.49	6687.95	2.00	1.20	Si	1	6809.00	9035.85	11314.11	2.00	2.73	Si	34577.44	5.15
280	6108.94	907.58	1594.75	46.62	27772.00	48799.47	0.00	76618.10	6810.50	2.00	1.17	Si	1	6933.76	9201.42	11521.42	2.00	2.68	Si	34913.62	5.10
290	6155.46	940.00	1606.90	46.62	28763.86	49171.09	0.00	77981.57	6931.69	2.00	1.15	Si	1	7057.16	9365.16	11726.45	2.00	2.64	Si	35247.98	5.05
300	6200.16	972.41	1618.57	46.62	29755.72	49528.13	0.00	79330.47	7051.60	2.00	1.13	Si	1	7179.23	9527.16	11929.29	2.00	2.59	Si	35580.59	5.00
310	6243.10	1004.82	1629.78	46.62	30747.58	49871.16	0.00	80665.35	7170.25	2.00	1.12	Si	1	7300.03	9687.47	12130.03	2.00	2.55	Si	35911.51	4.95
320	6284.36	1037.24	1640.55	46.62	31739.43	50200.73	0.00	81986.79	7287.71	2.00	1.10	Si	1	7419.62	9846.17	12328.74	2.00	2.51	Si	36240.83	4.91
330	6324.00	1069.65	1650.90	46.62	32731.29	50517.39	0.00	83295.30	7404.03	2.00	1.08	Si	1	7538.04	10003.31	12525.50	2.00	2.47	Si	36568.59	4.87
340	6362.09	1102.06	1660.84	46.62	33723.15	50821.65	0.00	84591.42	7519.24	2.00	1.06	Si	1	7655.33	10158.97	12720.41	2.00	2.43	Si	36894.86	4.82
350	6398.69	1134.48	1670.39	46.62	34715.01	51114.03	0.00	85875.66	7633.39	2.00	1.05	Si	1	7771.55	10313.20	12913.52	2.00	2.39	Si	37219.70	4.78
360	6433.87	1166.89	1679.58	46.62	35706.86	51395.02	0.00	87148.50	7746.53	2.00	1.03	Si	1	7886.74	10466.06	13104.93	2.00	2.36	Si	37543.18	4.74
370	6467.67	1199.30	1688.40	46.62	36698.72	51665.10	0.00	88410.44	7858.71	2.00	1.02	Si	1	8000.94	10617.61	13294.69	2.00	2.33	Si	37865.34	4.70
380	6500.18	1231.72	1696.89	46.62	37690.58	51934.72	0.00	89661.91	7969.95	2.00	1.00	Si	1	8114.20	10767.91	13482.88	2.00	2.29	Si	38186.25	4.66
390	6531.42	1264.13	1705.04	46.62	38682.43	52174.33	0.00	90903.38	8080.30	2.00	0.99	Si	1	8226.55	10919.57	13669.57	2.00	2.26	Si	38505.96	4.62
400	6561.47	1296.55	1712.89	46.62	39674.29	52414.35	0.00	92135.26	8189.80	2.00	0.98	Si	1	8338.03	11064.94	13854.81	2.00	2.23	Si	38824.52	4.58
410	6590.37	1328.96	1720.43	46.62	40666.15	52645.20	0.00	93357.97	8298.49	2.00	0.96	Si	1	8448.68	11211.78	14038.67					

ANEXO B CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE UTILIZACION EN 20-22.9 KV -AAAC 70 mm2  
Poste de Concreto 13/400 EDS 18% E=24525 Mpa

Características del poste			
Tipo de poste			13/400/180/375
Funcion Armado			AV-21
Tipo			Retencion 0°-45°
Longitud	H	m	13
Longitud empotramiento	m		1.6
Altura Util	hv	m	11.4
Diametro en la pu	dp	m	0.18
Diametro en la ba	db	m	0.375
Diametro empod	de	m	0.351
Seccion de empotramiento	cm2		968
Factor de seguridad			2
Carga rotura	N		8000
Carga de trabajo	N		4000
Peso	kg		1800
Dist. Aplic. F resultante	m		0.15
Modulo elasticidad	E	N/cm2	2452500

Características del conductor			
Conductor			AAAC
Seccion		mm2	70
Diametro	Ø	mm	10.8
Peso unitario	Wc	N/m	1.92
Altura conductor	h1	m	11.4
Altura conductor	h2	m	10.2
Altura conductor	h3	m	9
Tiro de rotura	Tr	N	20950
Condicion EDS Inicial	%		18

Características de Retenida			
Denominacion		A"O" Siemens Ma	rtin 5/8" diam
Tipo			Inclinada
Angulo		*	37
Altura de aplicaci	Hr	m	11.05
Diametro nominal		mm	10
Seccion nominal		mm2	50
Carga de rotura	Frr	N	30920
Coefficiente de seguridad			2

Condiciones Ambientales			
Velocidad del viento	Vv	km/h	80
Presion del viento	Pv	N/m2	302.72
Fuerza debida al viento		N/m	3.27
Fuerza resultante		N/m	3.79
Fuerza de viento	Fvp	N	916.23
Altura de aplicaci	Z	m	5.09

Calculo de la carga critica			
Carga critica del	Qcr	N	177911.01
Momento de Ine	I	cm4	38208.83

Características de Cruetas o Mensulas			
Material			Concreto A"V"
Denominacion			M/1.00/250
Peso		N	620
Resistencia a la compresion		N/cm2	2800
Brazo	Br	m	0
Carga de Trabajo Horizontal		N	2500
Carga de Trabajo Longitunal		N	1500
Carga de Trabajo Vertical		N	1500
Coefficiente de seguridad			2

Característica generales			
Peso de aislador		N	25
Peso de operario		N	1000

Angulo de desvío \* 17.5  
Vano peso/ Vano viento Kr 1.5

Vano Viento (m)	Tiro Horizontal (N)	Fuerza del viento sobre conductor (Fv) (N)	Fuerza de tiro sobre conductor (Fc) (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)	MCW (N-m)	MRN (N-m)	Fuerza equivalente punta (N)	Factor de seguridad req.	Factor de seguridad cal.	Req. de retenida	N° Retenida	Tiro Horiz. Ret. (N)	Tiro Vert. Ret. (N)	Tiro Cable Ret. (N)	Factor de seg. Ret. req.	Factor de seg. Ret. cal.	Cumple ret.	Carga vertical Total (N)	Factor de seg. Por pando
10	4308.81	32.31	1310.94	46.62	988.77	40114.78	0.00	41150.17	3657.79	2.00	2.19	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21105.61	8.43
20	4335.41	64.63	1319.04	46.62	1977.55	40362.49	0.00	42386.65	3767.70	2.00	2.12	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21276.23	8.36
30	4377.72	96.94	1331.91	46.62	2966.32	40756.41	0.00	43769.34	3890.61	2.00	2.06	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	21446.84	8.30
40	4433.20	129.25	1348.79	46.62	3955.09	41272.83	0.00	45274.54	4024.40	2.00	1.99	Si	1	4097.24	5437.23	6808.14	2.00	4.54	Si	27054.68	6.58
50	4499.02	161.56	1368.81	46.62	4943.86	41885.65	0.00	46876.13	4166.77	2.00	1.92	Si	1	4242.18	5629.57	7048.98	2.00	4.39	Si	27417.64	6.49
60	4572.50	193.88	1391.17	46.62	5932.64	42569.79	0.00	48549.04	4315.47	2.00	1.85	Si	1	4393.58	5830.48	7300.55	2.00	4.24	Si	27789.16	6.40
70	4651.29	226.19	1415.14	46.62	6921.41	43303.25	0.00	50271.28	4468.56	2.00	1.79	Si	1	4549.44	6037.31	7559.53	2.00	4.09	Si	28166.61	6.32
80	4733.41	258.50	1440.13	46.62	7910.18	44067.85	0.00	52024.65	4624.41	2.00	1.73	Si	1	4708.11	6247.88	7823.19	2.00	3.95	Si	28547.79	6.23
90	4817.33	290.82	1465.66	46.62	8898.95	44849.13	0.00	53794.70	4781.75	2.00	1.67	Si	1	4868.30	6460.45	8089.36	2.00	3.82	Si	28930.98	6.15
100	4901.84	323.13	1491.37	46.62	9887.73	45635.92	0.00	55570.26	4939.58	2.00	1.62	Si	1	5028.98	6673.69	8356.36	2.00	3.70	Si	29314.83	6.07
110	4986.04	355.44	1516.99	46.62	10876.50	46419.78	0.00	57342.90	5097.15	2.00	1.57	Si	1	5189.40	6886.57	8622.92	2.00	3.59	Si	29698.33	5.99
120	5069.25	387.75	1542.30	46.62	11865.27	47194.44	0.00	59106.33	5253.90	2.00	1.52	Si	1	5348.99	7093.35	8888.09	2.00	3.48	Si	30080.73	5.91
130	5150.97	420.07	1567.17	46.62	12854.04	47955.31	0.00	60855.98	5409.42	2.00	1.48	Si	1	5507.33	7308.47	9151.20	2.00	3.38	Si	30461.46	5.84
140	5230.87	452.38	1591.47	46.62	13842.82	48699.13	0.00	62588.56	5563.43	2.00	1.44	Si	1	5664.12	7516.55	9411.73	2.00	3.29	Si	30840.15	5.77
150	5308.68	484.69	1615.15	46.62	14831.59	49423.59	0.00	64301.80	5715.72	2.00	1.40	Si	1	5819.17	7722.30	9669.36	2.00	3.20	Si	31216.51	5.70
160	5384.26	517.01	1638.14	46.62	15820.36	50127.18	0.00	65994.16	5866.15	2.00	1.36	Si	1	5972.32	7925.54	9923.85	2.00	3.12	Si	31590.37	5.63
170	5457.49	549.32	1660.42	46.62	16809.14	50808.92	0.00	67664.68	6014.64	2.00	1.33	Si	1	6123.50	8126.16	10175.05	2.00	3.04	Si	31961.60	5.57
180	5528.31	581.63	1681.97	46.62	17797.91	51468.31	0.00	69312.84	6161.14	2.00	1.30	Si	1	6272.66	8324.09	10422.90	2.00	2.97	Si	32330.15	5.50
190	5596.72	613.94	1702.78	46.62	18786.68	52105.15	0.00	70938.45	6305.64	2.00	1.27	Si	1	6419.77	8519.32	10667.35	2.00	2.90	Si	32695.99	5.44
200	5662.70	646.26	1722.86	46.62	19775.45	52719.49	0.00	72541.57	6448.14	2.00	1.24	Si	1	6564.85	8711.85	10908.41	2.00	2.83	Si	33059.13	5.38
210	5726.30	678.57	1742.21	46.62	20764.23	53311.57	0.00	74122.42	6588.66	2.00	1.21	Si	1	6707.91	8901.70	11146.13	2.00	2.77	Si	33419.60	5.32
220	5787.55	710.88	1760.84	46.62	21753.00	53881.76	0.00	75681.38	6727.23	2.00	1.19	Si	1	6848.99	9088.92	11380.56	2.00	2.72	Si	33777.44	5.27
230	5846.49	743.20	1778.78	46.62	22741.77	54430.55	0.00	77218.94	6863.91	2.00	1.17	Si	1	6988.14	9273.57	11611.77	2.00	2.66	Si	34132.70	5.21
240	5903.20	775.51	1796.03	46.62	23730.54	54958.47	0.00	78735.63	6998.72	2.00	1.14	Si	1	7125.40	9455.72	11839.84	2.00	2.61	Si	34485.46	5.16
250	5957.72	807.82	1812.62	46.62	24719.32	55466.13	0.00	80232.06	7131.74	2.00	1.12	Si	1	7260.82	9635.43	12064.87	2.00	2.56	Si	34835.79	5.11
260	6010.15	840.13	1828.57	46.62	25708.09	55954.16	0.00	81708.87	7263.01	2.00	1.10	Si	1	7394.47	9812.79	12286.94	2.00	2.52	Si	35183.76	5.06
270	6060.53	872.45	1843.90	46.62	26696.86	56423.21	0.00	83166.69	7392.60	2.00	1.08	Si	1	7526.40	9987.87	12506.16	2.00	2.47	Si	35529.45	5.01
280	6108.94	904.76	1858.63	46.62	27685.63	56873.96	0.00	84606.21	7520.55	2.00	1.06	Si	1	7656.67	10160.75	12722.63	2.00	2.43	Si	35872.95	4.96
290	6155.46	937.07	1872.78	46.62	28674.41	57307.06	0.00	86028.08	7646.94	2.00	1.05	Si	1	7785.35	10331.50	12936.45	2.00	2.39	Si	36214.32	4.91
300	6200.16	969.38	1886.38	46.62	29663.18	57723.18	0.00	87432.98	7771.82	2.00	1.03	Si	1	7912.49	10500.22	13147.71	2.00	2.35	Si	36553.65	4.87
310	6243.10	1001.70	1899.44	46.62	30651.95	58122.97	0.00	88821.54	7895.25	2.00	1.01	Si	1	8038.15	10666.98	13356.51	2.00	2.31	Si	36891.03	4.82
320	6284.36	1034.01	1912.00	46.62	31640.73	58507.08	0.00	90194.42	8017.28	2.00	1.00	Si	1	8162.39	10831.86	13562.96	2.00	2.28	Si	37226.52	4.78
330	6324.00	1066.32	1924.06	46.62	32629.50	58876.13	0.00	91552.24	8137.98	2.00	0.98	Si	1	8285.27	10994.93	13767.14	2.00	2.25	Si	37560.20	4.74
340	6362.09	1098.64	1935.64	46.62	33618.27	59230.73	0.00	92895.62	8257.39	2.00	0.97	Si	1	8406.84	11156.26	13969.15	2.00	2.21	Si	37892.15	4.70
350	6398.69	1130.95	1946.78	46.62	34607.04	59571.49	0.00	94225.15	8375.57	2.00	0.96	Si	1	8527.16	11315.93	14169.08	2.00	2.18	Si	38222.43	4.65
360	6433.87	1163.26	1957.48	46.62	35595.82	59899.97	0.00	95541.41	8492.57	2.00	0.94	Si	1	8646.28	11474.00	14367.01	2.00	2.15	Si	38551.12	4.61
370	6467.67	1195.57	1967.77	46.62	36584.59	60213.73	0.00	96844.94	8608.44	2.00	0.93	Si	1	8764.25	11630.55	14563.03	2.00	2.12	Si	38878.28	4.58
380	6500.18	1227.89	1977.66	46.62	37573.36	60516.31	0.00	98136.29	8723.23	2.00	0.92	Si	1	8881.11	11785.63	14757.21	2.00	2.10	Si	39203.98	4.54
390	6531.42	1260.20	1987.16	46.62	38562.13	60807.22	0.00	99415.98	8836.98	2.00	0.91	Si	1	8996.92	11939.32	14949.64	2.00	2.07	Si	39528.28	4.50
400	6561.47	1292.51	1996.31	46.62	39550.91	61086.96	0.00	100684.49	8949.73	2.00	0.89	Si	1	9111.72	12091.66	15140.40	2.00	2.04	Si	39851.23	4.46
410	6590.37	1324.83	2005.10	46.62	40539.68	61356.01	0.00	101942.30	9061.54												



ANEXO B CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE UTILIZACION EN 20-22.9 KV -AAAC 70 mm2  
Poste de Concreto 13/400 EDS 18% E=24525 Mpa

Características del poste		
Tipo de poste		13/400/180/375
Tipo Armado		AV-21
Funcion		Retencion 0°-45°
Longitud	H	m 13
Longitud empotramiento	m	1.6
Altura Util	hv	m 11.4
Diametro en la pu	dp	m 0.18
Diametro en la ba	db	m 0.375
Diametro empod	de	m 0.351
Seccion de empotramiento	cm2	968
Factor de seguridad		2
Carga rotura	N	8000
Carga de trabajo	N	4000
Peso	kg	1800
Dist. Aplic. F resultante	m	0.15
Modulo elasticidad	E	N/cm2 2452500

Características del conductor		
Conductor		AAAC
Seccion	mm2	70
Diametro	Ø	mm 10.8
Peso unitario	Wc	N/m 1.92
Altura conductor	h1	m 11.4
Altura conductor	h2	m 10.2
Altura conductor	h3	m 9
Tiro de rotura	Tr	N 20950
Condicion EDS Inicial	%	18

Características de Retenida		
Denominacion		A'G° Siemens Ma
Tipo		Inclinada
Angulo		° 37
Altura de aplicaci	Hr	m 11.05
Diametro nominal	mm	10
Seccion nominal	mm2	50
Carga de rotura	Frr	N 30920
Coefficiente de seguridad		2

Condiciones Ambientales		
Velocidad del viento	Vv	km/h 80
Presion del viento	Pv	N/m2 302.72
Fuerza debida al viento	N/m	3.27
Fuerza resultante	N/m	3.79
Fuerza de viento	Fvp	N 916.23
Altura de aplicaci	Z	m 5.09

Calculo de la carga critica		
Carga critica del	Qcr	N 189359.88
Momento de Ine	I	cm4 38208.83

Caracteristica generales		
Peso de aislador	N	25
Peso de operario	N	1000

Angulo de desvio \* 20  
Vano peso/ Vano viento Kr 1.5

Características de Cruetas o Mensulas		
Material		Concreto A'V'
Denominacion		M/100/250
Peso	N	620
Resistencia a la compresion	N/cm2	2800
Brazo	Br	m 0
Carga de Trabajo Horizontal	N	2500
Carga de Trabajo Longitunal	N	1500
Carga de Trabajo Vertical	N	1500
Coefficiente de seguridad		2

Vano Viento (m)	Tiro Horizontal (N)	Fuerza del viento sobre conductor (Fv) (N)	Fuerza de tiro sobre conductor (Fc) (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)	MCW (N-m)	MRN (N-m)	Fuerza equivalente punta (N)	Factor de seguridad req.	Factor de seguridad cal.	Req. de retenida	N° Retenida	Tiro Horiz. Ret. (N)	Tiro Vert. Ret. (N)	Tiro Cable Ret. (N)	Factor de seg. Ret. req.	Factor de seg. Ret. cal.	Cumple ret.	Carga vertical Total (N)	Factor de seg. Por pando
10	4308.81	32.20	1496.43	46.62	985.22	45790.85	0.00	46822.69	4162.02	2.00	1.92	Si	1	4237.35	5623.15	7040.95	2.00	4.39	Si	26728.76	7.08
20	4335.41	64.39	1505.67	46.62	1970.43	46073.60	0.00	48090.66	4274.73	2.00	1.87	Si	1	4352.10	5775.43	7231.62	2.00	4.28	Si	27051.65	7.00
30	4377.72	96.59	1520.37	46.62	2955.65	46523.26	0.00	49525.53	4404.27	2.00	1.82	Si	1	4481.95	5947.75	7447.39	2.00	4.15	Si	27394.59	6.91
40	4433.20	128.79	1539.63	46.62	3940.87	47112.76	0.00	51100.25	4542.24	2.00	1.76	Si	1	4624.46	6136.86	7684.18	2.00	4.02	Si	27754.32	6.82
50	4499.02	160.98	1562.49	46.62	4926.09	47812.28	0.00	52784.99	4692.00	2.00	1.71	Si	1	4776.92	6339.19	7937.53	2.00	3.90	Si	28127.26	6.73
60	4572.50	193.18	1588.01	46.62	5911.30	48593.22	0.00	54551.15	4848.99	2.00	1.65	Si	1	4936.76	6551.30	8203.11	2.00	3.77	Si	28509.98	6.64
70	4651.29	225.38	1615.37	46.62	6896.52	49430.47	0.00	56373.62	5010.99	2.00	1.60	Si	1	5101.68	6770.16	8477.16	2.00	3.65	Si	28899.46	6.55
80	4733.41	257.57	1643.90	46.62	7881.74	50303.26	0.00	58231.62	5176.14	2.00	1.55	Si	1	5269.83	6993.30	8756.56	2.00	3.53	Si	29293.22	6.46
90	4817.33	289.77	1673.04	46.62	8866.96	51195.08	0.00	60108.66	5342.99	2.00	1.50	Si	1	5439.70	7218.72	9038.82	2.00	3.42	Si	29689.25	6.38
100	4901.84	321.97	1702.39	46.62	9852.17	52093.20	0.00	61991.99	5510.40	2.00	1.45	Si	1	5610.14	7444.90	9322.03	2.00	3.32	Si	30086.04	6.29
110	4986.04	354.16	1731.63	46.62	10837.39	52987.97	0.00	63871.98	5677.51	2.00	1.41	Si	1	5780.27	7670.68	9604.73	2.00	3.22	Si	30482.44	6.21
120	5069.25	386.36	1760.53	46.62	11822.61	53872.34	0.00	65741.47	5843.69	2.00	1.37	Si	1	5949.45	7895.19	9885.85	2.00	3.13	Si	30877.56	6.13
130	5150.97	418.56	1789.91	46.62	12807.83	54740.78	0.00	67595.22	6008.46	2.00	1.33	Si	1	6117.21	8117.82	10164.61	2.00	3.04	Si	31270.80	6.06
140	5230.87	450.75	1816.66	46.62	13793.04	55589.84	0.00	69429.50	6171.51	2.00	1.30	Si	1	6283.21	8338.11	10440.44	2.00	2.96	Si	31661.71	5.98
150	5308.68	482.95	1843.69	46.62	14778.26	56416.81	0.00	71241.69	6332.59	2.00	1.26	Si	1	6447.21	8555.74	10712.95	2.00	2.89	Si	32049.95	5.91
160	5384.26	515.15	1869.93	46.62	15763.48	57219.95	0.00	73030.05	6491.56	2.00	1.23	Si	1	6609.05	8770.51	10981.87	2.00	2.82	Si	32435.34	5.84
170	5457.49	547.34	1895.36	46.62	16748.70	57998.16	0.00	74793.48	6648.31	2.00	1.20	Si	1	6768.64	8982.29	11247.05	2.00	2.75	Si	32817.73	5.77
180	5528.31	579.54	1919.96	46.62	17733.91	58750.86	0.00	76531.39	6802.79	2.00	1.18	Si	1	6925.92	9191.00	11508.38	2.00	2.69	Si	33197.06	5.70
190	5596.72	611.74	1943.72	46.62	18719.13	59477.80	0.00	78243.55	6954.98	2.00	1.15	Si	1	7080.86	9396.62	11765.85	2.00	2.63	Si	33573.30	5.64
200	5662.70	643.93	1966.64	46.62	19704.35	60179.07	0.00	79930.04	7104.89	2.00	1.13	Si	1	7233.49	9599.16	12019.45	2.00	2.57	Si	33946.45	5.58
210	5726.30	676.13	1988.72	46.62	20689.57	60854.92	0.00	81591.11	7252.54	2.00	1.10	Si	1	7383.81	9798.65	12269.24	2.00	2.52	Si	34316.55	5.52
220	5787.55	708.33	2009.99	46.62	21674.78	61550.80	0.00	83227.20	7397.97	2.00	1.08	Si	1	7531.87	9995.13	12515.26	2.00	2.47	Si	34683.65	5.46
230	5846.49	740.52	2030.46	46.62	22660.00	62132.23	0.00	84838.85	7541.23	2.00	1.06	Si	1	7677.72	10188.68	12757.61	2.00	2.42	Si	35047.81	5.40
240	5903.20	772.72	2050.16	46.62	23645.22	62734.85	0.00	86426.69	7682.37	2.00	1.04	Si	1	7821.42	10379.37	12996.38	2.00	2.38	Si	35409.12	5.35
250	5957.72	804.92	2069.10	46.62	24630.44	63314.34	0.00	87991.39	7821.46	2.00	1.02	Si	1	7963.02	10567.29	13231.68	2.00	2.34	Si	35767.65	5.29
260	6010.15	837.11	2087.30	46.62	25615.65	63871.42	0.00	89533.70	7958.55	2.00	1.01	Si	1	8102.60	10752.51	13463.60	2.00	2.30	Si	36123.48	5.24
270	6060.53	869.31	2104.80	46.62	26600.87	64406.85	0.00	91054.34	8093.72	2.00	1.00	Si	1	8240.21	10935.13	13692.27	2.00	2.26	Si	36476.72	5.19
280	6108.94	901.51	2121.61	46.62	27586.09	64921.37	0.00	92554.08	8227.03	2.00	0.97	Si	1	8375.93	11115.24	13917.79	2.00	2.22	Si	36827.44	5.14
290	6155.46	933.70	2137.77	46.62	28571.31	65415.76	0.00	94033.68	8358.55	2.00	0.96	Si	1	8509.84	11292.93	14140.28	2.00	2.19	Si	37175.75	5.09
300	6200.16	965.90	2153.29	46.62	29556.52	65890.75	0.00	95493.89	8488.35	2.00	0.94	Si	1	8641.98	11468.30	14359.86	2.00	2.15	Si	37521.73	5.05
310	6243.10	998.10	2168.21	46.62	30541.74	66347.11	0.00	96935.47	8616.49	2.00	0.93	Si	1	8772.44	11641.42	14576.64	2.00	2.12	Si	37865.47	5.00
320	6284.36	1030.29	2182.53	46.62	31526.96	66785.57	0.00	98359.15	8743.04	2.00	0.92	Si	1	8901.28	11812.40	14790.72	2.00	2.09	Si	38207.06	4.96
330	6324.00	1062.49	2196.30	46.62	32512.18	67206.84	0.00	99765.63	8868.06	2.00	0.90	Si	1	9028.56	11981.31	15002.22	2.00	2.06	Si	38546.58	4.91
340	6362.09	1094.69	2209.53	46.62	33497.39	67611.62	0.00	101155.63	8991.61	2.00	0.89	Si	1	9154.36	12148.24	15211.25	2.00	2.03	Si	38884.13	4.87
350	6398.69	1126.88	2222.24	46.62	34482.61	68000.60	0.00	102529.82	9113.76	2.00	0.88	Si	1	9278.72	12313.27	15417.89	2.00	2.01	Si	39219.78	4.83
360	6433.87	1159.08	2234.46	46.62	35467.83	68374.41	0.00	103888.86	9234.57	2.00	0.87	Si	1	9401.71	12476.49	15622.25	2.00	1.98	No	39553.60	4.79
370	6467.67	1191.28	2246.30	46.62	36453.05	68733.71	0.00	105233.38	9354.08	2.00	0.86	Si	1	9523.38	12637.96	15824.43	2.00	1.95	No	39885.69	4.75
380	6500.18	1223.47	2257.49	46.62	37438.26	69079.11	0.00	106563.99	9472.35	2.00	0.84	Si	1	9643.80	12797.75	16024.52	2.00	1.93	No	40216.10	4.71
390	6531.42	1255.67	2268.34	46.62	38423.48	69411.18	0.00	107881.28	9589.45	2.00	0.83	Si	1	9763.01	12955.95	16222.61	2.00	1.91	No	40544.91	4.67
400	6561.47	1287.87	2278.77	46.62	39408.70	69730.50	0.00	109185.82	9705.41	2.00	0.82	Si	1	9881.07	13112.62	16418.78	2.00	1.88	No	40872.20	4.63
410	6590.37	1320.06	2288.81	46.62	40393.91	70037.61	0.00	110478.14	9820.28	2.00	0.81	Si	1	9998.02	13267.82	16613.11	2.00	1.86	No	41198.01	4.60
420	6618.17	1352.26	2298.47	46.62	41379.13	70333.04	0.00	111758.79													

ANEXO B CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE UTILIZACION EN 20-22.9 KV -AAAC 70 mm2  
Poste de Concreto 13/400 EDS 18% E=24525 Mpa

Características del poste		
Tipo de poste		13/400/180/375
Funcion Armado		AV-21
Funcion		Retencion 0°-45°
Longitud	H	m 13
Longitud empotramiento	m	1.6
Altura Util	hv	m 11.4
Diametro en la pu	dp	m 0.18
Diametro en la ba	db	m 0.375
Diametro empod	de	m 0.351
Seccion de empotramiento	cm2	968
Factor de seguridad		2
Carga rotura	N	8000
Carga de trabajo	N	4000
Peso	kg	1800
Dist. Aplic. F resultante	m	0.15
Modulo elasticidad	E	N/cm2 2452500

Características del conductor		
Conductor		AAAC
Seccion	mm2	70
Diametro	Ø	mm 10.8
Peso unitario	Wc	N/m 1.92
Altura conductor	h1	m 11.4
Altura conductor	h2	m 10.2
Altura conductor	h3	m 9
Tiro de rotura	Tr	N 20950
Condicion EDS Inicial	%	18

Características de Retenida		
Denominacion		A'G° Siemens Mar
Tipo		Inclinada
Angulo	°	37
Altura de aplicaci	Hr	m 11.05
Diametro nominal	mm	10
Seccion nominal	mm2	50
Carga de rotura	Frr	N 30920
Coefficiente de seguridad		2

Condiciones Ambientales		
Velocidad del viento	Vv	km/h 80
Presion del viento	Pv	N/m2 302.72
Fuerza debida al viento	N/m	3.27
Fuerza resultante	N/m	3.79
Fuerza de viento	Fvp	N 916.23
Altura de aplicaci	Z	m 5.09

Calculo de la carga critica		
Carga critica del p	Qcr	N 189359.88
Momento de Ine	I	cm4 38208.83

Características de Cruetas o Mensulas		
Material		Concreto A'V'
Denominacion		M/100/250
Peso	N	620
Resistencia a la compresion	N/cm2	2800
Brazo	Br	m 0
Carga de Trabajo Horizontal	N	2500
Carga de Trabajo Longitunal	N	1500
Carga de Trabajo Vertical	N	1500
Coefficiente de seguridad		2

Característica generales		
Peso de aislador	N	25
Peso de operario	N	1000

Angulo de desvío \* 22.5  
Vano peso/ Vano viento Kr 1.5

Vano Viento (m)	Tiro Horizontal (N)	Fuerza del viento sobre conductor (Fv) (N)	Fuerza de tiro sobre conductor (Fc) (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTG (N-m)	MCW (N-m)	MRN (N-m)	Fuerza equivalente punta (N)	Factor de seguridad req.	Factor de seguridad cal.	Req. de retenida	N° Retenida	Tiro Horiz. Ret. (N)	Tiro Vert. Ret. (N)	Tiro Cable Ret. (N)	Factor de seg. Ret. req.	Factor de seg. Ret. cal.	Cumple ret.	Carga vertical Total (N)	Factor de seg. Por pando
10	4308.81	32.07	1681.21	46.62	981.19	51445.12	0.00	52472.93	4664.26	2.00	1.72	Si	1	4748.68	6301.71	7890.60	2.00	3.92	Si	27407.33	6.91
20	4335.41	64.13	1691.59	46.62	1962.39	51762.79	0.00	53771.79	4779.72	2.00	1.67	Si	1	4866.23	6457.70	8085.92	2.00	3.82	Si	27733.93	6.83
30	4377.72	96.20	1708.10	46.62	2943.58	52267.97	0.00	55258.17	4911.84	2.00	1.63	Si	1	5000.74	6636.20	8309.43	2.00	3.72	Si	28083.05	6.74
40	4433.20	128.26	1727.75	46.62	3924.77	52930.26	0.00	56901.65	5057.92	2.00	1.58	Si	1	5149.47	6833.58	8556.57	2.00	3.61	Si	28451.04	6.66
50	4499.02	160.33	1755.43	46.62	4905.97	53716.16	0.00	58668.74	5215.00	2.00	1.53	Si	1	5309.39	7045.80	8822.29	2.00	3.50	Si	28833.87	6.57
60	4572.50	192.39	1784.10	46.62	5887.16	54593.53	0.00	60527.31	5380.21	2.00	1.49	Si	1	5477.58	7269.00	9101.77	2.00	3.40	Si	29227.69	6.48
70	4651.29	224.46	1814.84	46.62	6868.35	55534.17	0.00	62449.14	5551.03	2.00	1.44	Si	1	5651.51	7499.80	9390.77	2.00	3.29	Si	29629.10	6.39
80	4733.41	256.52	1846.89	46.62	7849.55	56514.73	0.00	64410.89	5725.41	2.00	1.40	Si	1	5829.04	7735.40	9685.77	2.00	3.19	Si	30035.31	6.30
90	4817.33	288.59	1879.63	46.62	8830.74	57516.67	0.00	66394.03	5901.69	2.00	1.36	Si	1	6008.51	7973.56	9983.98	2.00	3.10	Si	30444.09	6.22
100	4901.84	320.65	1912.60	46.62	9811.93	58525.69	0.00	68384.24	6078.60	2.00	1.32	Si	1	6188.62	8212.57	10283.26	2.00	3.01	Si	30853.72	6.14
110	4986.04	352.72	1945.46	46.62	10793.13	59530.95	0.00	70370.69	6255.17	2.00	1.28	Si	1	6368.39	8451.14	10581.97	2.00	2.92	Si	31262.89	6.06
120	5069.25	384.78	1977.92	46.62	11774.32	60521.41	0.00	72345.35	6430.70	2.00	1.24	Si	1	6547.09	8689.28	10878.91	2.00	2.84	Si	31670.65	5.98
130	5150.97	416.85	2009.81	46.62	12755.51	61500.19	0.00	74302.32	6604.65	2.00	1.21	Si	1	6724.19	8923.30	11173.19	2.00	2.77	Si	32076.29	5.90
140	5230.87	448.91	2040.98	46.62	13736.71	62454.09	0.00	76237.42	6776.66	2.00	1.18	Si	1	6899.31	9155.70	11464.18	2.00	2.70	Si	32479.30	5.83
150	5308.68	480.98	2071.35	46.62	14717.90	63383.18	0.00	78147.70	6946.46	2.00	1.15	Si	1	7072.19	9385.11	11751.43	2.00	2.63	Si	32879.33	5.76
160	5384.26	513.04	2100.83	46.62	15699.09	64285.49	0.00	80031.20	7113.88	2.00	1.12	Si	1	7242.64	9611.31	12034.67	2.00	2.57	Si	33276.14	5.69
170	5457.49	545.11	2129.41	46.62	16680.29	65159.80	0.00	81866.70	7278.82	2.00	1.10	Si	1	7410.56	9834.15	12313.69	2.00	2.51	Si	33669.59	5.62
180	5528.31	577.17	2157.04	46.62	17661.48	66005.43	0.00	83713.53	7441.20	2.00	1.08	Si	1	7575.89	10053.54	12588.40	2.00	2.46	Si	34059.60	5.56
190	5596.72	609.24	2183.73	46.62	18642.67	66822.15	0.00	85511.44	7601.02	2.00	1.05	Si	1	7738.59	10269.46	12858.75	2.00	2.40	Si	34446.13	5.50
200	5662.70	641.30	2209.48	46.62	19623.87	67610.00	0.00	87280.49	7758.27	2.00	1.03	Si	1	7898.69	10481.91	13124.78	2.00	2.36	Si	34829.20	5.44
210	5726.30	673.37	2234.29	46.62	20605.06	68369.31	0.00	89020.99	7912.98	2.00	1.01	Si	1	8056.20	10690.94	13386.50	2.00	2.31	Si	35208.84	5.38
220	5787.55	705.43	2258.19	46.62	21586.25	69100.56	0.00	90733.43	8065.19	2.00	0.99	Si	1	8211.17	10896.59	13644.01	2.00	2.27	Si	35585.11	5.32
230	5846.49	737.50	2281.19	46.62	22567.45	69804.34	0.00	92418.40	8214.97	2.00	0.97	Si	1	8363.66	11098.95	13897.39	2.00	2.22	Si	35958.08	5.27
240	5903.20	769.56	2303.31	46.62	23548.64	70481.37	0.00	94076.63	8362.37	2.00	0.96	Si	1	8513.72	11298.09	14146.74	2.00	2.19	Si	36327.84	5.21
250	5957.72	801.63	2324.59	46.62	24529.83	71132.42	0.00	95708.87	8507.46	2.00	0.94	Si	1	8661.44	11494.11	14392.19	2.00	2.15	Si	36694.47	5.16
260	6010.15	833.69	2345.04	46.62	25511.03	71758.29	0.00	97315.94	8650.31	2.00	0.92	Si	1	8806.87	11687.11	14633.85	2.00	2.11	Si	37058.09	5.11
270	6060.53	865.76	2364.70	46.62	26492.22	72359.83	0.00	98898.67	8790.99	2.00	0.91	Si	1	8950.11	11877.19	14871.86	2.00	2.08	Si	37418.78	5.06
280	6108.94	897.82	2383.59	46.62	27473.41	72937.89	0.00	100457.92	8929.59	2.00	0.90	Si	1	9091.21	12064.45	15106.33	2.00	2.05	Si	37776.65	5.01
290	6155.46	929.89	2401.74	46.62	28454.61	73493.32	0.00	101994.54	9066.18	2.00	0.88	Si	1	9230.28	12248.99	15337.40	2.00	2.02	Si	38131.81	4.97
300	6200.16	961.95	2419.18	46.62	29435.80	74026.97	0.00	103509.39	9200.83	2.00	0.87	Si	1	9367.37	12430.91	15565.19	2.00	1.99	No	38484.34	4.92
310	6243.10	994.02	2435.94	46.62	30416.99	74539.68	0.00	105003.29	9333.63	2.00	0.86	Si	1	9502.56	12610.32	15789.84	2.00	1.96	No	38834.37	4.88
320	6284.36	1026.08	2452.04	46.62	31398.19	75032.28	0.00	106477.08	9464.63	2.00	0.85	Si	1	9635.94	12787.32	16011.46	2.00	1.93	No	39181.98	4.83
330	6324.00	1058.15	2467.50	46.62	32379.38	75505.57	0.00	107931.56	9593.92	2.00	0.83	Si	1	9767.56	12961.99	16230.17	2.00	1.91	No	39527.27	4.79
340	6362.09	1090.21	2482.36	46.62	33360.57	75960.33	0.00	109367.52	9721.56	2.00	0.82	Si	1	9897.51	13134.44	16446.11	2.00	1.88	No	39870.33	4.75
350	6398.69	1122.28	2496.64	46.62	34341.77	76397.34	0.00	110785.72	9847.62	2.00	0.81	Si	1	10025.86	13304.76	16659.37	2.00	1.86	No	40211.26	4.71
360	6433.87	1154.35	2510.37	46.62	35322.96	76811.31	0.00	112186.89	9972.17	2.00	0.80	Si	1	10152.66	13473.03	16870.07	2.00	1.83	No	40550.15	4.67
370	6467.67	1186.41	2523.56	46.62	36304.15	77220.98	0.00	113571.75	10095.27	2.00	0.79	Si	1	10277.99	13639.35	17078.33	2.00	1.81	No	40887.08	4.63
380	6500.18	1218.48	2536.24	46.62	37285.34	77609.02	0.00	114940.98	10216.98	2.00	0.78	Si	1	10401.90	13803.79	17284.21	2.00	1.79	No	41222.13	4.59
390	6531.42	1250.54	2548.43	46.62	38266.54	77981.10	0.00	116295.25	10337.36	2.00	0.77	Si	1	10524.46	13967.23	17487.86	2.00	1.77	No	41555.39	4.56
400	6561.47	1282.61	2560.16	46.62	39247.73	78340.85	0.00	117635.20	10456.46	2.00	0.77	Si	1	10645.72	14127.35	17689.35	2.00	1.75	No	41886.92	4.52
410	6590.37	1314.67	2571.43	46.62	40228.92	78685.88	0.00	118961.43	10574.35	2.00	0.76	Si	1	10765.74	14286.62	17888.79	2.00	1.73	No	42216.81	4.49
420	6618.17	1346.74	2582.28	46.62	41210.12	79017.79															

ANEXO B CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE UTILIZACION EN 20-22.9 kV -AAAC 70 mm2  
Poste de Concreto 13/400 EDS 18% E=24525 Mpa

Características del poste			
Tipo de poste			13/400/180/375
Funcion			AV-21
Retencion			Retencion 0°-45°
Longitud	H	m	13
Longitud empotramiento		m	1.6
Altura Util	hv	m	11.4
Diametro en la pu	dp	m	0.18
Diametro en la ba	db	m	0.375
Diametro empod	de	m	0.351
Seccion de empotramiento		cm2	968
Factor de seguridad			2
Carga rotura	N		8000
Carga de trabajo	N		4000
Peso	kg		1800
Dist. Aplic. F resultante	m		0.15
Modulo elasticidad	E	N/cm2	2452500

Características del conductor			
Conductor			AAAC
Seccion		mm2	70
Diametro	Ø	mm	10.8
Peso unitario	Wc	N/m	1.92
Altura conductor	h1	m	11.4
Altura conductor	h2	m	10.2
Altura conductor	h3	m	9
Tiro de rotura	Tr	N	20950
Condicion EDS Inicial		%	18

Características de Retenida			
Denominacion		A'G° Siemens Ma	rtin 5/8" diam
Tipo			Inclinada
Angulo		*	37
Altura de aplicaci	Hr	m	11.05
Diametro nominal		mm	10
Seccion nominal		mm2	50
Carga de rotura		N	30920
Coefficiente de seguridad			2

Condiciones Ambientales			
Velocidad del viento	Vv	km/h	0
Presion del viento	Pv	N/m2	0
Fuerza de viento	Fvp	N	0
Altura de aplicaci	Z	m	5.088135593

Calculo de la carga critica			
Carga critica del	Qcr	N	189359.8789
Momento de Iner	I	cm4	38208.83123

Características de Cruetas o Mensulas			
Material			Concreto A"V"
Denominacion			M/1.00/250
Peso		N	620
Resistencia a la compresion		N/cm2	2800
Brazo	Br	m	0
Carga de Trabajo Horizontal		N	2500
Carga de Trabajo Longitunal		N	1500
Carga de Trabajo Vertical		N	1500
Coefficiente de seguridad			2

Característica generales			
Peso de aislador		N	25
Peso de operario		N	1000

Longitudinal

Angulo de desvio \* 0  
Vano peso/ Vano viento Kr 1.5

Vano adelante (m)	Tiro Horizontal (N)	Fuerza del viento sobre conductor (Fv) (N)	Fuerza longitudinal sobre conductor (Fc) (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)	MCW (N-m)	MRN (N-m)	Fuerza equivalente punta (N)	Factor de seguridad req.	Factor de seguridad cal.	Req. de retenida	N° Retenida	Tiro Horiz. Ret.	Tiro Vert. Ret.	Tiro Cable Ret.	Factor de seg. Ret. req.	Factor de seg. Ret. cal.	Cumple ret.	Carga vertical Total	Factor de ser. Por pandeo
10	4308.81	0.00	2872.54	0.00	0.00	87899.66	0.00	87899.66	7813.30	2.00	1.02	Si	1	7954.72	10556.27	13217.88	2.00	2.34	Si	33645.24	5.63
20	4335.41	0.00	2890.28	0.00	0.00	88442.43	0.00	88442.43	7861.55	2.00	1.02	Si	1	8003.84	10621.45	13299.50	2.00	2.32	Si	33939.39	5.58
30	4377.72	0.00	2918.48	0.00	0.00	89305.59	0.00	89305.59	7938.27	2.00	1.01	Si	1	8081.95	10725.11	13429.30	2.00	2.30	Si	34272.01	5.53
40	4433.20	0.00	2955.46	0.00	0.00	90437.18	0.00	90437.18	8038.86	2.00	1.00	Si	1	8184.36	10861.01	13599.46	2.00	2.27	Si	34636.88	5.47
50	4499.02	0.00	2999.35	0.00	0.00	91779.98	0.00	91779.98	8158.22	2.00	0.98	Si	1	8305.88	11022.28	13801.38	2.00	2.24	Si	35027.11	5.41
60	4572.50	0.00	3048.34	0.00	0.00	93279.07	0.00	93279.07	8291.47	2.00	0.96	Si	1	8441.55	11201.31	14026.81	2.00	2.20	Si	35436.11	5.34
70	4651.29	0.00	3100.86	0.00	0.00	94886.25	0.00	94886.25	8434.33	2.00	0.95	Si	1	8586.99	11395.32	14268.49	2.00	2.17	Si	35858.08	5.28
80	4733.41	0.00	3155.61	0.00	0.00	96561.65	0.00	96561.65	8583.26	2.00	0.93	Si	1	8738.61	11596.53	14520.43	2.00	2.13	Si	36288.26	5.22
90	4817.33	0.00	3211.55	0.00	0.00	98273.58	0.00	98273.58	8735.43	2.00	0.92	Si	1	8893.54	11802.12	14777.86	2.00	2.09	Si	36722.82	5.16
100	4901.84	0.00	3267.90	0.00	0.00	99997.59	0.00	99997.59	8888.67	2.00	0.90	Si	1	9049.55	12009.17	15037.11	2.00	2.06	Si	37158.83	5.10
110	4986.04	0.00	3324.03	0.00	0.00	101715.19	0.00	101715.19	9041.35	2.00	0.88	Si	1	9204.99	12215.44	15295.39	2.00	2.02	Si	37594.07	5.04
120	5069.25	0.00	3379.50	0.00	0.00	103412.63	0.00	103412.63	9192.23	2.00	0.87	Si	1	9358.61	12419.29	15550.64	2.00	1.99	No	38026.89	4.98
130	5150.97	0.00	3433.98	0.00	0.00	105079.86	0.00	105079.86	9340.43	2.00	0.86	Si	1	9509.49	12619.52	15801.35	2.00	1.96	No	38456.08	4.92
140	5230.87	0.00	3487.25	0.00	0.00	106709.71	0.00	106709.71	9485.31	2.00	0.84	Si	1	9656.99	12815.25	16046.44	2.00	1.93	No	38880.78	4.87
150	5308.68	0.00	3539.12	0.00	0.00	108297.16	0.00	108297.16	9626.41	2.00	0.83	Si	1	9800.65	13005.50	16285.15	2.00	1.90	No	39300.39	4.82
160	5384.26	0.00	3589.51	0.00	0.00	109838.85	0.00	109838.85	9763.45	2.00	0.82	Si	1	9940.17	13191.05	16516.98	2.00	1.87	No	39714.51	4.77
170	5457.49	0.00	3638.32	0.00	0.00	111332.70	0.00	111332.70	9896.24	2.00	0.81	Si	1	10075.36	13370.45	16741.62	2.00	1.85	No	40122.88	4.72
180	5528.31	0.00	3685.54	0.00	0.00	112777.56	0.00	112777.56	10024.67	2.00	0.80	Si	1	10206.11	13543.97	16958.89	2.00	1.82	No	40525.36	4.67
190	5596.72	0.00	3731.14	0.00	0.00	114173.01	0.00	114173.01	10148.71	2.00	0.79	Si	1	10332.40	13711.56	17168.73	2.00	1.80	No	40921.91	4.63
200	5662.70	0.00	3775.14	0.00	0.00	115519.15	0.00	115519.15	10268.37	2.00	0.78	Si	1	10454.22	13873.22	17371.15	2.00	1.78	No	41312.54	4.58
210	5726.30	0.00	3817.53	0.00	0.00	116816.51	0.00	116816.51	10383.69	2.00	0.77	Si	1	10571.63	14029.03	17566.25	2.00	1.76	No	41697.32	4.54
220	5787.55	0.00	3858.36	0.00	0.00	118065.92	0.00	118065.92	10494.75	2.00	0.76	Si	1	10684.70	14179.07	17754.12	2.00	1.74	No	42076.33	4.50
230	5846.49	0.00	3897.66	0.00	0.00	119268.41	0.00	119268.41	10601.64	2.00	0.75	Si	1	10793.52	14323.49	17934.95	2.00	1.72	No	42449.71	4.46
240	5903.20	0.00	3935.46	0.00	0.00	120425.20	0.00	120425.20	10704.46	2.00	0.75	Si	1	10898.21	14462.11	18108.90	2.00	1.71	No	42817.60	4.42
250	5957.72	0.00	3971.82	0.00	0.00	121537.58	0.00	121537.58	10803.34	2.00	0.74	Si	1	10998.88	14596.00	18276.17	2.00	1.69	No	43180.15	4.39
260	6010.15	0.00	4006.76	0.00	0.00	122606.96	0.00	122606.96	10898.40	2.00	0.73	Si	1	11095.65	14724.43	18436.98	2.00	1.68	No	43537.55	4.35
270	6060.53	0.00	4040.35	0.00	0.00	123634.76	0.00	123634.76	10989.76	2.00	0.73	Si	1	11188.67	14847.86	18591.54	2.00	1.66	No	43889.95	4.31
280	6108.94	0.00	4072.63	0.00	0.00	124622.43	0.00	124622.43	11077.55	2.00	0.72	Si	1	11278.05	14966.48	18740.06	2.00	1.65	No	44237.53	4.28
290	6155.46	0.00	4103.64	0.00	0.00	125571.44	0.00	125571.44	11161.91	2.00	0.72	Si	1	11363.93	15080.45	18882.76	2.00	1.64	No	44580.46	4.25
300	6200.16	0.00	4133.44	0.00	0.00	126483.24	0.00	126483.24	11242.95	2.00	0.71	Si	1	11446.45	15189.95	19019.88	2.00	1.63	No	44918.93	4.22
310	6243.10	0.00	4162.07	0.00	0.00	127359.26	0.00	127359.26	11320.82	2.00	0.71	Si	1	11525.73	15295.15	19151.61	2.00	1.61	No	45253.10	4.18
320	6284.36	0.00	4189.57	0.00	0.00	128200.92	0.00	128200.92	11395.64	2.00	0.70	Si	1	11601.89	15396.23	19278.17	2.00	1.60	No	45583.15	4.15
330	6324.00	0.00	4216.00	0.00	0.00	129009.59	0.00	129009.59	11467.52	2.00	0.70	Si	1	11675.08	15493.25	19399.77	2.00	1.59	No	45909.23	4.12
340	6362.09	0.00	4241.39	0.00	0.00	129786.61	0.00	129786.61	11536.59	2.00	0.69	Si	1	11745.39	15586.66	19516.62	2.00	1.58	No	46231.51	4.10
350	6398.69	0.00	4265.79	0.00	0.00	130533.27	0.00	130533.27	11602.96	2.00	0.69	Si	1	11812.97	15676.34	19628.90	2.00	1.58	No	46550.15	4.07
360	6433.87	0.00	4289.24	0.00	0.00	131250.85	0.00	131250.85	11666.74	2.00	0.69	Si	1	11877.91	15762.51	19736.80	2.00	1.57	No	46865.20	4.04
370	6467.67	0.00	4311.78	0.00	0.00	131940.56	0.00	131940.56	11728.05	2.00	0.68	Si	1	11940.32	15845.34	19840.52	2.00	1.56	No	47177.09	4.01
380	6500.18	0.00	4333.45	0.00	0.00	132603.57	0.00	132603.57	11786.98	2.00	0.68	Si	1	12000.32	15924.97	19940.22	2.00	1.55	No	47485.68	3.99
390	6531.42	0.00	4354.28	0.00	0.00	133241.02	0.00	133241.02	11843.65	2.00	0.68	Si	1	12058.01	16001.52	20036.07	2.00	1.54	No	47791.20	3.96
400	6561.47	0.00	4374.31	0.00	0.00	133853.98	0.00	133853.98	11898.13	2.00	0.67	Si	1	12113.48	16075.13	20128.25	2.00	1.54	No	48093.78	3.94
410	6590.37	0.00	4393.58	0.00	0.00	134443.51	0.00	134443.51	11950.53	2.00	0.67	Si	1	12166.83	16145.93	20216.90	2.00	1.53	No	48393.54	3.91
420	6618.17	0.00	4412.11	0.00	0.00	1															

ANEXO B CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE UTILIZACION EN 20-22.9 KV -AAAC 70 mm2  
Poste de Concreto 13/400 EDS 18% E=24525 Mpa

Características del poste			
Tipo de poste			13/400/180/375
Tipo Armado			SAM
Funcion		Terminal	
Longitud	H	m	13
Longitud empotramiento		m	1.6
Altura Util	hv	m	11.4
Diametro en la pu	dp	m	0.18
Diametro en la ba	db	m	0.375
Diametro empod	de	m	0.351
Seccion de empotramiento		cm2	968
Factor de seguridad			2
Carga rotura		N	8000
Carga de trabajo		N	4000
Peso		kg	1800
Dist. Aplic. F resultante		m	0.15
Modulo elasticidad	E	N/cm2	2452500

Características del conductor			
Conductor			AAAC
Seccion		mm2	70
Diametro	Ø	mm	10.8
Peso unitario	Wc	N/m	1.92
Altura conductor	h1	m	11.4
Altura conductor	h2	m	11.1
Altura conductor	h3	m	11.1
Tiro de rotura	Tr	N	20950
Condicion EDS Inicial		%	18

Características de Retenida			
Denominacion		A'G° Siemens Ma	rtin 5/8" diam
Tipo			Inclinada
Angulo		°	37
Altura de aplicaci	Hr	m	11.05
Diametro nominal		mm	10
Seccion nominal		mm2	50
Carga de rotura		N	30920
Coefficiente de seguridad			2

Condiciones Ambientales			
Velocidad del viento	Vv	km/h	80
Presion del viento	Pv	N/m2	302.7160494
Fuerza de viento	Fvp	N	916.2306667
Altura de aplicaci	Z	m	5.088135593

Calculo de la carga critica			
Carga critica del d	Qcr	N	177911.01
Momento de Ine	I	cm4	38208.83

Características de Cruetas o Mensulas			
Material			Concreto A"V"
Denominacion			2/2.00/500
Peso		N	620
Resistencia a la compresion		N/cm2	2800
Brazo	Br	m	1
Carga de Trabajo Horizontal		N	5000
Carga de Trabajo Longitunal		N	2000
Carga de Trabajo Vertical		N	1500
Coefficiente de seguridad			2
Media Loza		m	1.5

Característica generales			
Peso de aislador		N	25
Peso de operario		N	1000
Peso Transformador		N	2200

Angulo de desvio \* 0  
Vano peso/ Vano viento Kr 1.5

Vano Adelante (m)	Tiro Horizontal (N)	Fuerza del viento sobre conductor (Fvt) (N)	Fuerza de tiro sobre conductor (Fc) (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTc (N-m)	MCW (N-m)	MRN (N-m)	Fuerza equivalente punta (N)	Factor de seguridad req.	Factor de seguridad cal.	Req. de retenida	N° Retenida	Tiro Horiz. Ret.	Tiro Vert. Ret.	Tiro Cable Ret.	Factor de seg. Ret. req.	Factor de seg. Ret. cal.	Cumple ret.	Carga vertical Total	Factor de ser. Por pandeo
10	4308.81	32.69	0.00	46.62	1098.50	0.00	0.00	1145.12	101.79	2.00	78.59	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25288.97	7.04
20	4335.41	65.39	0.00	46.62	2196.99	0.00	0.00	2243.61	199.43	2.00	40.11	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25517.93	6.97
30	4377.72	98.08	0.00	46.62	3295.49	0.00	0.00	3342.11	297.08	2.00	26.93	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25746.90	6.91
40	4433.20	130.77	0.00	46.62	4393.98	0.00	0.00	4440.60	394.72	2.00	20.27	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	25975.86	6.85
50	4499.02	163.47	0.00	46.62	5492.48	0.00	0.00	5539.10	492.36	2.00	16.25	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	26204.83	6.79
60	4572.50	196.16	0.00	46.62	6590.98	0.00	0.00	6637.60	590.01	2.00	13.56	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	26433.80	6.73
70	4651.29	228.85	0.00	46.62	7689.47	0.00	0.00	7736.09	687.65	2.00	11.63	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	26662.76	6.67
80	4733.41	261.55	0.00	46.62	8787.97	0.00	0.00	8834.59	785.30	2.00	10.19	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	26891.73	6.62
90	4817.33	294.24	0.00	46.62	9886.46	0.00	0.00	9933.08	882.94	2.00	9.06	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	27120.69	6.56
100	4901.84	326.93	0.00	46.62	10984.96	0.00	0.00	11031.58	980.58	2.00	8.16	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	27349.66	6.51
110	4986.04	359.63	0.00	46.62	12083.46	0.00	0.00	12130.08	1078.23	2.00	7.42	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	27578.63	6.45
120	5069.25	392.32	0.00	46.62	13181.95	0.00	0.00	13228.57	1175.87	2.00	6.80	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	27807.59	6.40
130	5150.97	425.01	0.00	46.62	14280.45	0.00	0.00	14327.07	1273.52	2.00	6.28	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	28036.56	6.35
140	5230.87	457.71	0.00	46.62	15378.94	0.00	0.00	15425.56	1371.16	2.00	5.83	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	28265.53	6.29
150	5308.68	490.40	0.00	46.62	16477.44	0.00	0.00	16524.06	1468.81	2.00	5.45	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	28494.49	6.24
160	5384.26	523.09	0.00	46.62	17575.94	0.00	0.00	17622.56	1566.45	2.00	5.11	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	28723.46	6.19
170	5457.49	555.79	0.00	46.62	18674.43	0.00	0.00	18721.05	1664.09	2.00	4.81	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	28952.42	6.14
180	5528.31	588.48	0.00	46.62	19772.93	0.00	0.00	19819.55	1761.74	2.00	4.54	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	29181.39	6.10
190	5596.72	621.17	0.00	46.62	20871.42	0.00	0.00	20918.04	1859.38	2.00	4.30	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	29410.36	6.05
200	5662.70	653.87	0.00	46.62	21969.92	0.00	0.00	22016.54	1957.03	2.00	4.09	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	29639.32	6.00
210	5726.30	686.56	0.00	46.62	23068.42	0.00	0.00	23115.04	2054.67	2.00	3.89	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	29868.29	5.96
220	5787.55	719.25	0.00	46.62	24166.91	0.00	0.00	24213.53	2152.31	2.00	3.72	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	30097.25	5.91
230	5846.49	751.95	0.00	46.62	25265.41	0.00	0.00	25312.03	2249.96	2.00	3.56	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	30326.22	5.87
240	5903.20	784.64	0.00	46.62	26363.90	0.00	0.00	26410.52	2347.60	2.00	3.41	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	30555.19	5.82
250	5957.72	817.33	0.00	46.62	27462.40	0.00	0.00	27509.02	2445.25	2.00	3.27	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	30784.15	5.78
260	6010.15	850.03	0.00	46.62	28560.90	0.00	0.00	28607.52	2542.89	2.00	3.15	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	31013.12	5.74
270	6060.53	882.72	0.00	46.62	29659.39	0.00	0.00	29706.01	2640.53	2.00	3.03	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	31242.08	5.69
280	6108.94	915.41	0.00	46.62	30757.89	0.00	0.00	30804.51	2738.18	2.00	2.92	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	31471.05	5.65
290	6155.46	948.11	0.00	46.62	31856.38	0.00	0.00	31903.00	2835.82	2.00	2.82	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	31700.02	5.61
300	6200.16	980.80	0.00	46.62	32954.88	0.00	0.00	33001.50	2933.47	2.00	2.73	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	31928.98	5.57
310	6243.10	1013.49	0.00	46.62	34053.38	0.00	0.00	34100.00	3031.11	2.00	2.64	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	32157.95	5.53
320	6284.36	1046.19	0.00	46.62	35151.87	0.00	0.00	35198.49	3128.75	2.00	2.56	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	32386.92	5.49
330	6324.00	1078.88	0.00	46.62	36250.37	0.00	0.00	36296.99	3226.40	2.00	2.48	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	32615.88	5.45
340	6362.09	1111.57	0.00	46.62	37348.86	0.00	0.00	37395.48	3324.04	2.00	2.41	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	32844.85	5.42
350	6398.69	1144.27	0.00	46.62	38447.36	0.00	0.00	38493.98	3421.69	2.00	2.34	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	33073.81	5.38
360	6433.87	1176.96	0.00	46.62	39545.86	0.00	0.00	39592.48	3519.33	2.00	2.27	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	33302.78	5.34
370	6467.67	1209.65	0.00	46.62	40644.35	0.00	0.00	40690.97	3616.98	2.00	2.21	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	33531.75	5.31
380	6500.18	1242.35	0.00	46.62	41742.85	0.00	0.00	41789.47	3714.62	2.00	2.15	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	33760.71	5.27
390	6531.42	1275.04	0.00	46.62	42841.34	0.00	0.00	42887.96	3812.26	2.00	2.10	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	33989.68	5.23
400	6561.47	1307.73	0.00	46.62	43939.84	0.00	0.00	43986.46	3909.91	2.00	2.05	No	0	0.00	0.00	0.00	2.00	N/A	N/A	34218.64	5.20
410	6590.37	1340.43	0.00	46.62	45038.34	0.00	0.00	45084.96	4007.55	2.00	2.00	Si	1	4080.09	5414.46	6779.64	2.00	4.56	Si	39862.07	4.46
420	6618.17	1373.12	0.00	46.62	46136.83	0.00	0.00	46183.45	4105.20	2.00	1.95	Si	1	4179.50	5546.38	6944.82	2.00	4.45	Si	40222.96	4.42
430	6644.91	1405.81	0.00	46.62	47235.33	0.00	0.00	47281.95	4202.84	2.00	1.90	Si	1	4278.91	5678.30	7110.01	2.00	4.35	Si	40583.85	4.38
440	6670.65	1438.51	0.00	46.62	48333.82	0.00	0.00	48380.44	4300.48	2.00	1.86	Si	1	4378.32	5810.23	7275.19	2.00	4.25	Si	40944.74	4.35
450	6695.43	1471.20	0.0																		

ANEXO B CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE UTILIZACION EN 20-22.9 kV -AAAC 70 mm2  
Poste de Concreto 13/400 EDS 18% E=24525 Mpa

Características del poste			
Tipo de poste			13/400/180/375
Funcion			AV-21
Retencion			Retencion 0°-45°
Longitud	H	m	13
Longitud empotramiento		m	1.6
Altura Util	hv	m	11.4
Diametro en la pu	dp	m	0.18
Diametro en la ba	db	m	0.375
Diametro empod	de	m	0.351
Seccion de empotramiento		cm2	968
Factor de seguridad			2
Carga rotura	N		8000
Carga de trabajo	N		4000
Peso	kg		1800
Dist. Aplic. F resultante	m		0.15
Modulo elasticidad	E	N/cm2	24525000

Características del conductor			
Conductor			AAAC
Seccion		mm2	70
Diametro	Ø	mm	10.8
Peso unitario	Wc	N/m	1.92
Altura conductor	h1	m	11.4
Altura conductor	h2	m	11.1
Altura conductor	h3	m	11.1
Tiro de rotura	Tr	N	20950
Condicion EDS Inicial		%	18

Características de Retenida			
Denominacion		A'G° Siemens Ma	rtin 5/8" diam
Tipo			Inclinada
Angulo		*	37
Altura de aplicaci	Hr	m	11.05
Diametro nominal		mm	10
Seccion nominal		mm2	50
Carga de rotura		N	30920
Coefficiente de seguridad			2

Condiciones Ambientales			
Velocidad del viento	Vv	km/h	0
Presion del viento	Pv	N/m2	0
Fuerza de viento	Fvp	N	0
Altura de aplicaci	Z	m	5.09

Calculo de la carga critica			
Carga critica del d	Ocr	N	177911.01
Momento de Ine	I	cm4	38208.83

Características de Cruetas o Mensulas			
Material			Concreto A"V"
Denominacion			Z/2.00/500
Peso		N	620
Resistencia a la compresion		N/cm2	2800
Brazo	Br	m	0
Carga de Trabajo Horizontal		N	5000
Carga de Trabajo Longitunal		N	2000
Carga de Trabajo Vertical		N	1500
Coefficiente de seguridad			2
Media Loza		m	1.5

Caracteristica generales			
Peso de aislador		N	25
Peso de operario		N	1000
Peso transformador		N	2200

Longitudinal

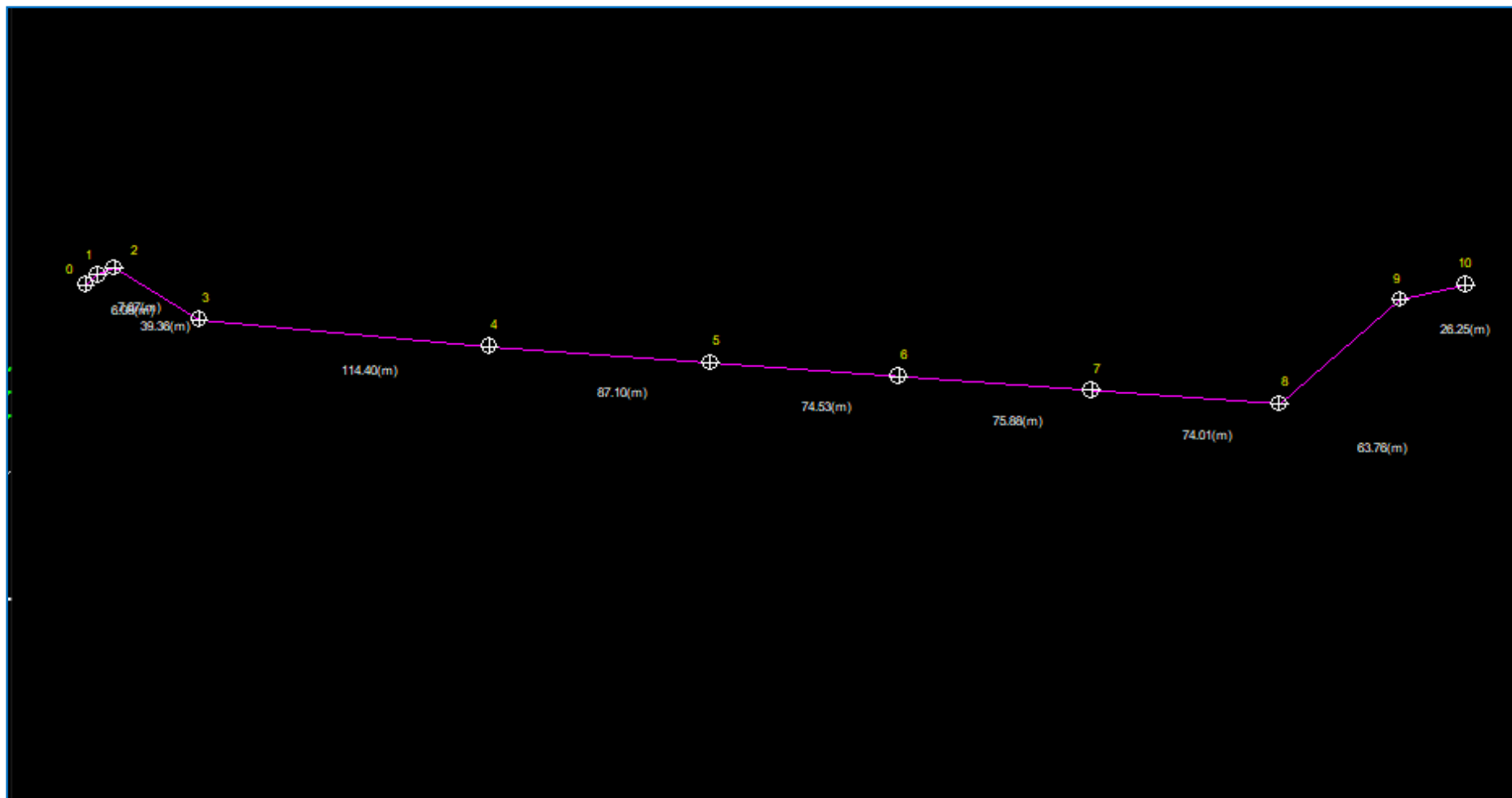
Angulo de desvio \* 0  
Vano peso/ Vano viento Kr 1.5

Vano adelante (m)	Tiro Horizontal (N)	Fuerza del viento sobre conductor (Fv) (N)	Fuerza longitudinal sobre conductor (Fc) (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTc (N-m)	MCW (N-m)	MRN (N-m)	Fuerza equivalente punta (N)	Factor de seguridad req.	Factor de seguridad cal.	Req. de retenida	N° Retenida	Tiro Horiz. Ret.	Tiro Vert. Ret.	Tiro Cable Ret.	Factor de seg. Ret. req.	Factor de seg. Ret. cal.	Cumple ret.	Carga vertical Total	Factor de ser. Por pandeo
10	4308.81	0.00	4308.81	0.00	0.00	49120.40	1650.00	50770.40	4512.92	2.00	1.77	Si	1	4594.61	6097.25	7634.58	2.00	4.05	Si	31386.21	5.67
20	4335.41	0.00	4335.41	0.00	0.00	49423.71	1650.00	51073.71	4539.89	2.00	1.76	Si	1	4622.06	6133.67	7680.19	2.00	4.03	Si	31651.61	5.62
30	4377.72	0.00	4377.72	0.00	0.00	49906.06	1650.00	51556.06	4582.76	2.00	1.75	Si	1	4665.71	6191.60	7752.73	2.00	3.99	Si	31938.50	5.57
40	4433.20	0.00	4433.20	0.00	0.00	50538.43	1650.00	52188.43	4638.97	2.00	1.72	Si	1	4722.93	6267.55	7847.82	2.00	3.94	Si	32243.41	5.52
50	4499.02	0.00	4499.02	0.00	0.00	51288.81	1650.00	52938.81	4705.67	2.00	1.70	Si	1	4790.84	6357.66	7960.66	2.00	3.88	Si	32562.49	5.46
60	4572.50	0.00	4572.50	0.00	0.00	52126.54	1650.00	53776.54	4780.14	2.00	1.67	Si	1	4866.66	6458.27	8086.63	2.00	3.82	Si	32892.07	5.41
70	4651.29	0.00	4651.29	0.00	0.00	53024.67	1650.00	54674.67	4859.97	2.00	1.65	Si	1	4947.93	6566.13	8221.69	2.00	3.76	Si	33228.89	5.35
80	4733.41	0.00	4733.41	0.00	0.00	53960.92	1650.00	55610.92	4943.19	2.00	1.62	Si	1	5032.66	6678.57	8362.47	2.00	3.70	Si	33570.30	5.30
90	4817.33	0.00	4817.33	0.00	0.00	54917.59	1650.00	56567.59	5028.23	2.00	1.59	Si	1	5119.24	6793.46	8506.33	2.00	3.63	Si	33914.15	5.25
100	4901.84	0.00	4901.84	0.00	0.00	55881.01	1650.00	57531.01	5113.87	2.00	1.56	Si	1	5206.43	6909.16	8651.21	2.00	3.57	Si	34258.82	5.19
110	4986.04	0.00	4986.04	0.00	0.00	56840.84	1650.00	58490.84	5199.19	2.00	1.54	Si	1	5293.29	7024.43	8795.54	2.00	3.52	Si	34603.06	5.14
120	5069.25	0.00	5069.25	0.00	0.00	57789.41	1650.00	59439.41	5283.50	2.00	1.51	Si	1	5379.13	7138.35	8938.18	2.00	3.46	Si	34945.94	5.09
130	5150.97	0.00	5150.97	0.00	0.00	58721.10	1650.00	60371.10	5366.32	2.00	1.49	Si	1	5463.45	7250.24	9078.28	2.00	3.41	Si	35286.80	5.04
140	5230.87	0.00	5230.87	0.00	0.00	59631.90	1650.00	61281.90	5447.28	2.00	1.47	Si	1	5545.87	7359.62	9215.25	2.00	3.36	Si	35625.15	4.99
150	5308.68	0.00	5308.68	0.00	0.00	60519.00	1650.00	62169.00	5526.13	2.00	1.45	Si	1	5626.15	7466.16	9348.64	2.00	3.31	Si	35960.65	4.95
160	5384.26	0.00	5384.26	0.00	0.00	61380.54	1650.00	63030.54	5602.71	2.00	1.43	Si	1	5704.12	7569.62	9478.20	2.00	3.26	Si	36293.08	4.90
170	5457.49	0.00	5457.49	0.00	0.00	62215.34	1650.00	63865.34	5676.92	2.00	1.41	Si	1	5779.67	7668.88	9603.73	2.00	3.22	Si	36622.30	4.86
180	5528.31	0.00	5528.31	0.00	0.00	63022.76	1650.00	64672.76	5748.69	2.00	1.39	Si	1	5852.74	7766.85	9725.14	2.00	3.18	Si	36948.24	4.82
190	5596.72	0.00	5596.72	0.00	0.00	63802.56	1650.00	65452.56	5818.01	2.00	1.38	Si	1	5923.31	7860.50	9842.41	2.00	3.14	Si	37270.85	4.77
200	5662.70	0.00	5662.70	0.00	0.00	64554.82	1650.00	66204.82	5884.87	2.00	1.36	Si	1	5991.39	7950.84	9955.53	2.00	3.11	Si	37590.16	4.73
210	5726.30	0.00	5726.30	0.00	0.00	65279.82	1650.00	66929.82	5949.32	2.00	1.34	Si	1	6057.00	8037.91	10064.55	2.00	3.07	Si	37906.19	4.69
220	5787.55	0.00	5787.55	0.00	0.00	65978.01	1650.00	67628.01	6011.38	2.00	1.33	Si	1	6120.18	8121.76	10169.54	2.00	3.04	Si	38219.01	4.66
230	5846.49	0.00	5846.49	0.00	0.00	66650.00	1650.00	68300.00	6071.11	2.00	1.32	Si	1	6181.00	8202.46	10270.59	2.00	3.01	Si	38528.68	4.62
240	5903.20	0.00	5903.20	0.00	0.00	67296.43	1650.00	68946.43	6128.57	2.00	1.31	Si	1	6239.50	8280.09	10367.80	2.00	2.98	Si	38835.28	4.58
250	5957.72	0.00	5957.72	0.00	0.00	67918.06	1650.00	69568.06	6183.83	2.00	1.29	Si	1	6295.75	8354.75	10461.27	2.00	2.96	Si	39138.90	4.55
260	6010.15	0.00	6010.15	0.00	0.00	68515.65	1650.00	70165.65	6236.95	2.00	1.28	Si	1	6349.83	8426.51	10551.14	2.00	2.93	Si	39439.63	4.51
270	6060.53	0.00	6060.53	0.00	0.00	69090.01	1650.00	70740.01	6288.00	2.00	1.27	Si	1	6401.81	8495.49	10637.51	2.00	2.91	Si	39737.57	4.48
280	6108.94	0.00	6108.94	0.00	0.00	69641.95	1650.00	71291.95	6337.06	2.00	1.26	Si	1	6451.76	8561.77	10720.50	2.00	2.88	Si	40032.83	4.44
290	6155.46	0.00	6155.46	0.00	0.00	70172.28	1650.00	71822.28	6384.20	2.00	1.25	Si	1	6499.75	8625.46	10800.25	2.00	2.86	Si	40325.48	4.41
300	6200.16	0.00	6200.16	0.00	0.00	70681.81	1650.00	72331.81	6429.20	2.00	1.24	Si	1	6545.87	8686.66	10876.87	2.00	2.84	Si	40615.64	4.38
310	6243.10	0.00	6243.10	0.00	0.00	71171.35	1650.00	72821.35	6473.01	2.00	1.24	Si	1	6590.17	8745.45	10950.49	2.00	2.82	Si	40903.40	4.35
320	6284.36	0.00	6284.36	0.00	0.00	71641.69	1650.00	73291.69	6514.82	2.00	1.23	Si	1	6632.73	8801.93	11021.21	2.00	2.81	Si	41188.85	4.32
330	6324.00	0.00	6324.00	0.00	0.00	72093.59	1650.00	73743.59	6554.99	2.00	1.22	Si	1	6673.63	8856.20	11089.17	2.00	2.79	Si	41472.09	4.29
340	6362.09	0.00	6362.09	0.00	0.00	72527.81	1650.00	74177.81	6593.58	2.00	1.21	Si	1	6712.92	8908.35	11154.46	2.00	2.77	Si	41753.20	4.26
350	6398.69	0.00	6398.69	0.00	0.00	72945.06	1650.00	74595.06	6630.67	2.00	1.21	Si	1	6750.68	8958.46	11217.21	2.00	2.76	Si	42032.27	4.23
360	6433.87	0.00	6433.87	0.00	0.00	73346.06	1650.00	74996.06	6666.32	2.00	1.20	Si	1	6786.97	9006.62	11277.51	2.00	2.74	Si	42309.40	4.20
370	6467.67	0.00	6467.67	0.00	0.00	73731.49	1650.00	75381.49	6700.58	2.00	1.19	Si	1	6821.85	9052.91	11335.47	2.00	2.73	Si	42584.65	4.18
380	6500.18	0.00	6500.18	0.00	0.00	74102.00	1650.00	75752.00	6733.51	2.00	1.19	Si	1	6855.38	9097.40	11391.18	2.00	2.71	Si	42858.11	4.15
390	6531.42	0.00	6531.42	0.00	0.00	74458.21	1650.00	76108.21	6765.17	2.00	1.18	Si	1	6887.62	9140.18	11444.75	2.00	2.70	Si	43129.86	4.13
400	6561.47	0.00	6561.47	0.00	0.00	74800.75	1650.00	76450.75	6795.62	2.00	1.18	Si	1	6918.62	9181.32	11496.26	2.00	2.69	Si	43399.96	4.10
410	6590.37	0.00	6590.37	0.00	0.00	75130.20	1650.00	76780.20	6824.91	2.00	1.17	Si	1	6948.43	9220.88	11545.80	2.00	2.68	Si	43668.49	4.07
420	6618.1																				

Anexo C.1 Plano de trazo de la ruta



## Anexo C.2 Plano de planta



Anexo C.3 Plano de perfil

