

PROMOTOR:
Excmo. Ayuntamiento de Valencia de Alcántara.

**PROYECTO PARA INTERCONEXIÓN CON
PORTADOR DE FIBRA OPTICA DE EDIFICIOS
DEPENDIENTES DEL AYUNTAMIENTO DE
VALENCIA DE ALCANTARA**



Miguel Ángel Gallego Gallego
Ingeniero Técnico de Telecomunicación
Colegiado 3295

En Badajoz, a 19 de octubre de 2016

ÍNDICE

1. MEMORIA.....	4
1.1 DATOS GENERALES.....	4
1.2 Objeto del proyecto.	4
1.3 Condicionantes legales de visado.....	4
1.4 Necesidad y justificación de la obra.....	5
1.5 Gestión de permisos.....	5
1.6 Servicios afectados.....	6
1.7 Plazo de ejecución.....	6
1.8 Normativa adoptada.....	8
1.9 Solucion adoptada.	10
1.9.1 Topología.....	10
1.9.2 Instalaciones Técnicas.....	10
1.9.2.1 Instalaciones de Cables en Aéreo.....	11
1.9.2.2 Tipo de cables de fibra óptica y longitudes de las bobinas.....	12
1.9.2.3 Empalmes del cable de fibra óptica.....	12
1.9.2.4 Repartición del cable de fibra óptica.....	13
1.9.2.5 Equipamiento electrónico.....	13
1.9.2.6 Resumen de las Instalaciones Técnicas.....	13
1.9.3 Desmontaje.....	14
1.10 Cálculos y justificaciones técnicas.....	14
1.10.1 Cálculo de Atenuación.....	14
1.10.2 Cálculo de tensiones de tendido.....	14
1.10.2.1 Cable 8 KT autosoportado en paso aéreo de HASTA 15m. de vano.....	14
1.10.2.2 Cable 8 KT con cable soporte 7x1.6mm en paso aéreo de 18m. de vano.....	20
2. PLIEGO DE CONDICIONES.....	26
2.1 Objeto del pliego.....	26
2.2 Normas generales de aplicación.....	26
2.3 Control de calidad y ensayos.....	27
2.3.1 Autocontrol del contratista.....	28
2.3.2 Control de la dirección.....	29
2.4 Características de los materiales.....	29
2.4.1 Armarios Rack para fibra optica.....	29
2.4.2 Conectores para Cables de Fibra Óptica.....	31
2.4.3 Equipamiento electrónico.....	32
2.4.3.1 Switch.....	32
2.4.3.2 Patch Cords.....	37
2.4.4 Cables de Fibra Óptica.....	38
2.4.5 Cajas de empalme de Fibra Óptica.....	40
2.4.6 Herrajes varios para instalación en fachada.....	41
2.4.6.1 Elementos de sujeción de cables a fachada.....	41
2.4.7 Herrajes varios para instalación en postes.....	42
2.4.7.1 Tuercas y similares.....	42
2.4.8 Herrajes varios para cruces aéreos.....	44

2.4.8.1 Cables de acero para soporte.	44
2.4.8.2 Ancla de pared para cruce aéreo	44
2.4.8.3 Retencion de cable de acero.	46
2.4.8.4 Retenedor del cable de fibra optica..	47
2.4.8.5 Palomilla	47
2.5 Detalles constructivos de la obra..	48
2.5.1 Instalacion cables de fibra óptica.....	48
2.5.1.1 Instalación de cables de fibra Óptica en fachada	48
2.5.1.2 Instalación de cables de fibra Óptica en paso aereo.....	53
2.5.2 Características de los empalmes de fibra en la instalación.	54
2.5.3 Medidas de atenuación.	58
2.5.3.1 Medidas de potencia óptica.	58
2.5.3.2 Medidas reflectométricas.	59
2.6 Normas de seguridad para la realización de los trabajos.	61
2.7 Normativa sobre Gestion de residuos	61
3. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	63
3.1 Presupuesto asociado a la eliminación de residuos.....	63
4. MEDICIONES Y PRESUPUESTO	64
5. PLANOS.....	69

1. MEMORIA.

1.1 DATOS GENERALES

El promotor de este proyecto es el excelentísimo ayuntamiento de **Valencia de Alcántara** en la provincia de **Cáceres**, con C.I.F. **P1020700I**, representado por su ilustrísimo Sr. Alcalde **D. Alberto Piris Guapo**, con C.I.F. **07.050.545-X**

Según el censo del **1 de enero de 2015** había una población de **5,699** habitantes.

1.2 OBJETO DEL PROYECTO.

Por la Consejería de Economía y Fomento de la Junta de Extremadura se ha promulgado ORDEN editada en el DOE de 15 de septiembre de 2016 por la que se aprueba la primera convocatoria de subvenciones a otorgar a entidades locales municipales de menos de 5.000 habitantes, para la ejecución de proyectos de implantación, desarrollo, mejora, despliegue o ampliación de redes de fibra óptica en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Extremadura.

El fin de dicho decreto es la interconexión de sedes locales, para mejorar la conectividad entre Administraciones públicas y facilitar el ejercicio de sus competencias, pudiéndose de forma accesoria conectar dichas sedes con sedes de la Administración autonómica, posibilitando así una mayor eficacia y eficiencia, y por ende prestando un mejor servicio a los ciudadanos.

Es voluntad del excelentísimo ayuntamiento de **Valencia de Alcántara, Cáceres**, acogerse a las subvenciones publicadas en la mencionada orden con el fin de interconectar la sede del Ayuntamiento, la sede de la Mancomunidad de Municipios, la sede de Oficina de Gestión Urbanística, sede del Grupo de Acción Local y la sede del Centro Cultural Conventual Santa Clara, sitos en los domicilios plaza de la Constitución nº 1, calle Pizarro nº 16, plaza de la Constitución nº3, calle Fray Mártir nº2, plaza Gregorio Bravo s.n. respectivamente.

Actualmente no hay red propiedad del Ayuntamiento interconectando ninguna de sus sedes.

En la traza prevista para el tendido del cable, queda sin conectar a la red, pero previsto en un futuro, las sedes de la Junta de Extremadura de la Oficina Comarcal Agraria y el centro de Atención Administrativa que comparten ubicación en la calle Esteban López nº 20. Debido a que los accesos actuales de telecomunicaciones son por la fachada y orificios pasamuros hasta el interior, no se considera necesario, por el incremento de costos, la realización de una arqueta de acceso con caja de empalme en el mismo. En su lugar, siguiendo las indicaciones de la Secretaría General de Ciencia, Tecnología e Innovación, Se terminarán las 4 fibras destinadas al mismo en Rack de 6 U en el interior del edificio. Las fibras que se conectarán con el Ayuntamiento son las fibras 5 a 8 del cable..

Por lo tanto, el objeto de este proyecto es documentar la solución técnico-económica que permita la interconexión de estos edificios, mediante un portador de 8 fibras ópticas monomodo G.652.D, y que permita acogerse a las subvenciones referidas en la orden anteriormente mencionada.

1.3 CONDICIONANTES LEGALES DE VISADO.

Según Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio” en su artículo 13 exime a este proyecto de la necesidad de visado. No obstante, a instancias del Promotor del proyecto se puede proceder a la realización del visado del mismo. Para lo cual se ha previsto la partida presupuestaria oportuna.

1.4 NECESIDAD Y JUSTIFICACIÓN DE LA OBRA.

La obra contemplada en este proyecto permitirá dar servicios de comunicaciones de gran capacidad entre el Ayuntamiento de **Valencia de Alcántara** sita en plaza de la Constitución nº 1 y los edificios de la misma localidad, relacionados a continuación:

Sede de la Mancomunidad de Municipios sita en calle Pizarro nº 16

Sede de Oficina de Gestión Urbanística sita en, plaza de la Constitución nº3

Sede del Grupo de Acción Local sita en calle Fray Mártir nº2

Sede del Centro Cultural Conventual Santa Clara sita en plaza Gregorio Bravo s.n.

Esta red quedará en propiedad del excelentísimo ayuntamiento referido y será explotado y mantenido en un futuro de la forma que el promotor decida.

1.5 GESTIÓN DE PERMISOS.

Antes de comenzar la instalación, es conveniente contar, por escrito, con todos los permisos necesarios, tanto particulares como de Organismos Oficiales. Dichos permisos serán gestionados por el Ayuntamiento solicitante.

La relación de domicilios afectados a los cuales hay que pedir permisos para la instalación de los cables en sus fichadas y/o pasos aéreos entre fachadas es la siguiente:

Calle Pizarro, número 16.

Calle Canalejas, número 53.

Calle Doctor Navarro, números pares del 2 al 40.

Paseo de San Francisco, números 1 al 8 (pares e impares)

Calle Duquesa de la Victoria, números impares del 19 al 25.

Calle José Cabrera, número 2

Calle Alfacar , números pares del 2 al 18 y el número 23

Plaza de la Constitución, números del 1 al 5 (pares e impares)

Calle Duquesa de la Victoria, números pares del 2 al 8.

Calle Valverde, números impares del 1 al 11.

Calle las Monjas, números pares del 2 al 8 y el número 1

Calle San Bartolomé, números pares del 18 a 22 y el número 7

Plaza de Antonio Bravo, número 1 y 3.

Calle Estaban López, números impares del 1 a 21 y el número 20

Parque San Pedro de Alcántara, números 1, 2, 8 y 9

Parque de España, números 2 y 3.

Calle Cristóbal Flores, número 1.

Calle Fray Martin, número 2.

1.6 SERVICIOS AFECTADOS.

Al ser la instalación de todos los elementos en fachadas y/o pasos aéreos no se considera necesaria la solicitud de información de servicios afectados al estar todos los elementos claramente visibles y no compartir espacios ni infraestructuras con otros servicios.

1.7 PLAZO DE EJECUCIÓN.

Para la realización de la obra se prevé un plazo de 3 semanas, no empleándose en ningún momento de su ejecución a más de 20 trabajadores simultáneamente, siendo el volumen de la mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, inferior a 500.

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Coste(€)	DÍAS LABORABLES																						
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	Plan de Proyecto	21 días	día 1	día 21																								
2	Arranque de proyecto	1 día	día 1	día 1																								
3	Reunión inicial arranque de proyecto	6 horas	día 1	día 1	171,06																							
4	Elaboración del calendario del proyecto	2 horas	día 1	día 1	57,02																							
5	Entrega del calendario del proyecto	1 hora	día 1	día 1	28,51																							
6	Procesos de replanteo y diseño	1 día	día 2	día 2																								
7	Procesos de replanteo inicial	1 día	día 2	día 2	228,08																							
8	Procesos de ejecución, control y pruebas	17 días	día 3	día 19																								
9	Acopio de material	10 días	día 3	día 12	*																							
10	Instalaciones	7 días	día 9	día 15	11484,08																							
11	Instalaciones equipos electrónicos	2 días	día 15	día 16	3312,51																							
12	Medidas de atenuación y reflectometría	1 día	día 17	día 17	178,50																							
13	Configuración del sistema	2 días	día 18	día 19	1783,66																							
14	Documentación	6 horas	día 20	día 20	171,06																							
15	Entrega de la Documentación	2 horas	día 20	día 20	57,02																							
16	Procesos de cierre	1 día	día 21	día 21																								
17	Reunión de cierre de proyecto	1 día	día 21	día 21	228,08																							
18	Validación global del proyecto	2 horas	día 21	día 21	57,02																							

* coste estructural amparado en mano de obra

1.8 NORMATIVA ADOPTADA

Para la redacción del presente proyecto de telecomunicaciones se han seguido las siguientes normas:

- Norma UNE 133100-1: 2002: Infraestructura para redes de telecomunicaciones. Parte 1 - Canalizaciones Subterráneas
- Norma UNE 133100-2: 2002: Infraestructura para redes de telecomunicaciones. Parte 2 - Arquetas y cámaras de registro.
- Norma UNE 133100-3: 2002: Infraestructura para redes de telecomunicaciones. Parte 3 - Tramos Interurbanos
- Norma UNE 133100-4: 2002: Infraestructura para redes de telecomunicaciones. Parte 4 - Líneas aéreas
- Norma UNE 133100-5: 2002: Infraestructura para redes de telecomunicaciones. Parte 5 - Instalación en fachada
- Recomendación UIT-T G.652: Características de las fibras y cables ópticos monomodo

Asimismo, se han considerado la regulación del sector de las telecomunicaciones así como las disposiciones referidas a las instalaciones en ámbitos municipales. En concreto:

- prEN 128431) – Mástiles y postes de hormigón prefundido.
- UNE 37507 – Recubrimientos galvanizados en caliente de tornillería y otros elementos de fijación.
- UNE-EN ISO 1461 – Recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos acabados de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.
- UNE-EN 10016-2 – Alambroón de acero no aleado para trefilado o laminado en frío. Parte 2: Características del alambroón de uso general.
- UNE 21019 – Cables de acero galvanizado para conductores de tierra en las líneas eléctricas aéreas.
- UNE 21060 – Cables de acero recubierto de aluminio para líneas eléctricas aéreas.
- Ley 9/2014, de 9 de mayo, Ley General de Telecomunicaciones
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre Ordenación de la Edificación
- RD Legislativo 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la ley de suelo.
- LEY 9/2010, de 18 de octubre, de modificación de la Ley 15/2001, de 14 de diciembre, del Suelo y Ordenación Territorial de Extremadura
- Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 2159/1978, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Planeamiento para el desarrollo y aplicación de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana.

-
- Real Decreto 2187/1978, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Disciplina Urbanística para el desarrollo y aplicación de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana.
 - Real Decreto Legislativo 2/2004, de 5 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley Reguladora de las Haciendas Locales.

1.9 SOLUCION ADOPTADA.

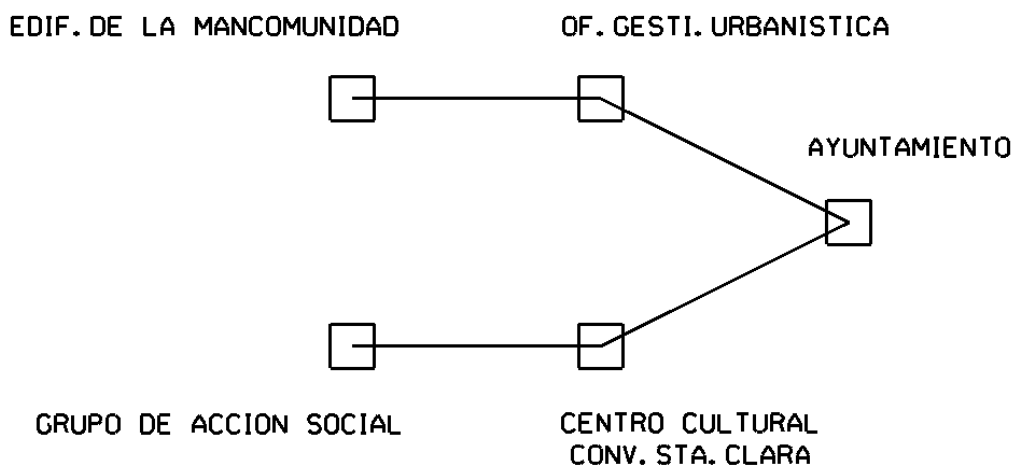
Se ha decidido realizar la instalación del cable discurriendo por las fachadas, procediendo a la instalación en aéreo en aquellos lugares donde la ausencia de fachada o la falta de altura de estas no permitan la instalación del cable.

Se instalará un cable de 8 fibras ópticas y cubierta KT.

1.9.1 TOPOLOGÍA.

La topología adoptada es de árbol. La transmisión se realizará en full-duplex sobre dos fibras, Tx y Rx, siendo el ancho de banda de 1 Ghz.

El cable utilizado es de 8 fibras, tendrá 2 fibras activas y 6 de reserva excepto en el acceso al Centro Cultural Santa Clara que, al utilizarse como entrada y salida, tendrá 4 activas y 4 de reserva.



CABLE 8 KT DE EDIF. MANCOMUNIDAD A OF. GESTI. URBANISTICA. Fibras activas 1 Tx y 2 Rx.

CABLE 8 KT DE EDIF. GESTI. URBANISTICA A AYUNTAMIENTO. Fibras activas 1 Tx y 2 Rx.

CABLE 8 KT DE AYUNTAMIENTO A CAJA DE EMPALME N° 1. Fibras activas 1 Tx y 2 Rx.

CABLE 8 KT DE CAJA DE EMPALME N° 1 A CENTRO CULT. STª ANA. Fibras activas 3 Tx y 4 Rx de entrada, 1 Tx y 2 Rx de salida.

CABLE 8 KT DE CAJA DE EMPALME N° 1 A CAJA DE EMPALME N° 2. Fibras activas 1 Tx y 2 Rx

CABLE 8 KT DE CAJA DE EMPALME N° 2 A GRUPO DE ACCIÓN SOCIAL. Fibras activas 1 Tx y 2 Rx

1.9.2 INSTALACIONES TÉCNICAS.

Para el diseño de la infraestructura a desplegar y los servicios de telecomunicación a implementar se han tenido en consideración lo siguiente:

- Minimizar el número de metros de fibra óptica para dar servicio a todas las sedes y puntos singulares incluidos en el presente diseño.
- Minimizar la obra civil a realizar para la interconexión de Sedes.
- Optimizar la electrónica de red y los conversores de medios.
- Maximizar el número de Sedes a interconectar en los tendidos de fibra óptica.
- Reutilizar las infraestructuras, electrónica y accesos existentes de propiedad municipal.
- Instalar una electrónica de calidad y última generación que permita la implementación de nuevos servicios y ampliar la red en un futuro de forma estable y en alta disponibilidad

Por lo tanto, en todos los despliegues de fibra óptica debe tenerse en cuenta que el cable multifibra debe seguir el mismo trayecto, en la medida de lo posible, que los servicios ya establecidos, como por ejemplo, el alumbrado público, telefonía, electricidad, etc., manteniendo siempre las distancias mínimas de seguridad contempladas en la normativas UNE.

El replanteo inicial de la obra se realizará junto con la Dirección Facultativa a fin de solventar cualquier incidencia sobre el recorrido inicialmente previsto.

La instalación de Cable de F.O. de 8 f.o. y cubierta KT que unirá entre sí los edificios del Ayuntamiento de **Valencia de Alcántara** y las sedes de la Mancomunidad de Municipios, Oficina de Gestión Urbanística, Grupo de Acción Local y Centro Cultural Conventual Santa Clara discurrirá de la siguiente manera:

1.9.2.1 INSTALACIONES DE CABLES EN AÉREO.

Se precisa la construcción de los siguientes pasos aéreos entre fachadas:

Paso entre el número 1 y el número 2 de la plaza de la Constitución. Paso aéreo de 4.5 m de vano. Se realizará con cable 8 KT instalando retenedor y palomilla en ambos lados del cruce.

Paso entre el número 2 y el número 3 de la plaza de la Constitución. Paso aéreo de 3.5 m de vano. Se realizará con cable 8 KT instalando retenedor y palomilla en ambos lados del cruce.

Paso entre el número 18 y el número 23 de la calle Alfacar. Paso aéreo de 6 m de vano. Se realizará con cable 8 KT instalando retenedor y palomilla en ambos lados del cruce.

Paso entre el número 19 y el número 21 de la calle Duquesa de la Victoria. Paso aéreo de 3.5 m de vano. Se realizará con cable 8 KT instalando retenedor y palomilla en ambos lados del cruce.

Paso entre el número 2 de la calle José Cabrera y el número 21 de la calle Duquesa de la Victoria. Paso aéreo de 8 m de vano. Se realizará con cable 8 KT instalando retenedor y palomilla en ambos lados del cruce.

Paso entre el número 25 y el número 27 de la calle Duquesa de la Victoria. Paso aéreo de 3 m de vano. Se realizará con cable 8 KT instalando retenedor y palomilla en ambos lados del cruce.

Paso entre el número 5 y el número 6 del Paseo San Francisco. Paso aéreo de 3 m de vano. Se realizará con cable 8 KT instalando retenedor y palomilla en ambos lados del cruce.

Paso entre el número 6 y el número 7 del Paseo San Francisco. Paso aéreo de 5 m de vano. Se realizará con cable 8 KT instalando retenedor y palomilla en ambos lados del cruce.

Paso entre el número 7 y el número 8 del Paseo San Francisco. Paso aéreo de 18 m de vano. Se realizará con

cable 8 KT sujeto a cable soporte 7x1.6mm. Instalando ancla de pared empotrado o atornillado en ambos extremos.

Paso en la calle Dr. Navarro sin número. Paso aéreo de 9 m de vano. Se realizará con cable 8 KT instalando retenedor y palomilla en ambos lados del cruce.

Paso entre el número 53 de la calle Canalejas y el número 5 de la calle Pizarro. Paso aéreo de 12 m de vano. Se realizará con cable 8 KT instalando retenedor y palomilla en ambos lados del cruce.

Paso entre el número 1 y el número 5 de la plaza de la Constitución. Paso aéreo de 4.5 m de vano. Se realizará con cable 8 KT instalando retenedor y palomilla en ambos lados del cruce.

Paso entre el número 4 de la plaza de la Constitución y el número 2 de la calle Duquesa de la Victoria. Paso aéreo de 2 m de vano. Se realizará con cable 8 KT instalando retenedor y palomilla en ambos lados del cruce.

Paso entre el número 6 y el número 8 de la calle Duquesa de la Victoria. Paso aéreo de 5 m de vano. Se realizará con cable 8 KT instalando retenedor y palomilla en ambos lados del cruce.

Paso entre el número 18 de la calle San Bartolomé y la Iglesia. Paso aéreo de 14 m de vano. Se realizará con cable 8 KT instalando retenedor y palomilla en ambos lados del cruce.

Paso entre el número 1 y el número 2 de la calle Monjas. Paso aéreo de 11 m de vano. Se realizará con cable 8 KT instalando retenedor y palomilla en ambos lados del cruce.

Paso entre el número 1 de la calle Monjas y el número 2 de la plaza Gregorio Bravo. Paso aéreo de 7.5 m de vano. Se realizará con cable 8 KT instalando retenedor y palomilla en ambos lados del cruce.

Paso entre el número 1 y el número 3 de la plaza Gregorio Bravo. Paso aéreo de 7.5 m de vano. Se realizará con cable 8 KT instalando retenedor y palomilla en ambos lados del cruce.

Paso entre el número 5 y el número 20 de la calle Esteban López. Paso aéreo de dos cables en vano de 12.5 m. Se realizarán ambos con cable 8 KT instalando retenedor y palomilla en ambos lados del cruce.

Paso entre el número 21 de la calle Esteban López y el número 2 de parque de San Pedro de Alcántara. Paso aéreo de 11.5 m de vano. Se realizará con cable 8 KT instalando retenedor y palomilla en ambos lados del cruce.

Paso entre el número 1 y el número 9 del parque de San Pedro de Alcántara. Paso aéreo de 12.5 m de vano. Se realizará con cable 8 KT instalando retenedor y palomilla en ambos lados del cruce.

Paso entre el número 8 y el número 9 del parque de San Pedro de Alcántara. Paso aéreo de 9 m de vano. Se realizará con cable 8 KT instalando retenedor y palomilla en ambos lados del cruce.

Paso aéreo sobre la calle Juan Delgado en su intersección con la calle Cristóbal Flores. Paso aéreo de 7 m de vano. Se realizará con cable 8 KT instalando retenedor y palomilla en ambos lados del cruce.

1.9.2.2 TIPO DE CABLES DE FIBRA ÓPTICA Y LONGITUDES DE LAS BOBINAS

El tipo de cable a instalar, así como la longitud de las bobinas serán:

TIPO DE CABLE	LONG. BOBINA
■ 1ª Bobina 8 FO – KT en fachada.	2.432 metros.

1.9.2.3 EMPALMES DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA

Se prevén la instalación de 2 elementos para el empalme de cables de fibra óptica de las siguientes características:

Caja de empalme de 16 fibras ópticas a situar en la calle Esteban López nº 20. Donde se realizarán 6 empalmes de fibra.

Caja de empalme de 16 fibras ópticas a situar en la calle Monjas nº 8. Donde se realizarán 10 empalmes de fibra.

Se realizarán 64 empalmes de fibra para la terminación de los cables en los RACK de interior de los edificios. Los empalmes de las fibras a realizar para su unión con los pigtails se guardarán en el casete destinado a tal fin dentro de las bandejas para RACK de 24 Conectores a instalar.

1.9.2.4 REPARTICIÓN DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA

En el edificio del Ayuntamiento, de la Mancomunidad y de la Oficina de Gestión Urbanística ya existen Rack con posiciones libres, por lo que no se precisa la instalación de otro adicional.

Se instalarán un armarios “RACK Bastidor 19” 6U” para la terminación de la fibra en cada uno de los edificios del Centro Cultural Conventual Santa Clara y del Grupo de Acción Social así como en el edificio de la Junta de Extremadura de la Oficina Comarcal Agraria y el centro de Atención Administrativa en la calle Esteban López nº 20.

En cada Rack, tanto existente como nuevo, se instalará una bandeja para Rack de 19” para 24 conectores SC/APC. Equipada con casete para empalme. Se instalarán y empalmarán 8 pigtails SC/APC a cada cable que termine en cada bandeja.

Se instalarán:

- 3 RACK Bastidor 19” 6U
- 6 bandeja para Rack de 19” para 24 conectores SC
- 64 pigtails SC/APC

La obra diseñada y su ubicación, se refleja en el plano 3, hoja 1, 2 y 3 y plano 4 hoja 1.

1.9.2.5 EQUIPAMIENTO ELECTRONICO

Se instalarán Switch gestionable de nivel 3, Cisco o similar en cada una de las sedes. Excepto en el edificio de la Junta de Extremadura. Que queda pendiente hasta que la Junta de Extremadura, por proyecto aparte, provea los fondos necesarios para su equipación.

1.9.2.6 RESUMEN DE LAS INSTALACIONES TÉCNICAS.

Para la realización de la obra recogida en el presente proyecto, es necesaria la construcción e instalación de la siguiente infraestructura:

INSTALACIONES TÉCNICAS	Cantidad	Unidad
Repartidores ópticos Rack	3	Ud.
Swicht gestionable	5	Ud.
Cables 8 FO cubierta KT	1911	M
Cajas de empalme fibra óptica	2	Ud.

1.9.3 DESMONTAJE.

A priori no se contempla ningún desmontaje en este proyecto.

1.10 CÁLCULOS Y JUSTIFICACIONES TÉCNICAS

Toda la obra será realizada de acuerdo con lo indicado en los planos de este proyecto y los elementos de planta serán instalados siguiendo los métodos y manuales de Construcción que en cada momento tenga en vigor los fabricantes de los mismos y las prescripciones descritas en el pliego de condiciones.

1.10.1 CÁLCULO DE ATENUACIÓN.

Tramo	Longitud (m.)	Empalmes (inc. pigtails)	Atenuación máxima a 1.310 nm (2ªVentana)	Atenuación máxima a 1.550 nm (3ªVentana)	Identificación de las fibras a medir
Mancomunidad-Ofic. Gestión Urbanística.	773	2	1,694 dB	1,632 dB	1 y 2 en la Mancomunidad
Ayuntamiento- Ofic. Gestión Urbanística.	101	2	1,438 dB	1,430 dB	1 y 2 en la Ofic. Gest. Trib.
Ayuntamiento- C.C. Conventual S. Clara	346	3	1,163 dB	1,604 dB	1 y 2 en el Ayuntamiento
C.C. Conv. S. Clara - Grupo. Acc. Social	790	4	1,900 dB	1,837 dB	1 y 2 en el C.C. Conv. S. Clara

1.10.2 CÁLCULO DE TENSIONES DE TENDIDO

1.10.2.1 *CABLE 8 KT AUTOSOPORTADO EN PASO AÉREO DE HASTA 15m. DE VANO.*

Se calcula la tensión de tendido del cable para el caso más desfavorable de un vano de 15m con retenedor de cable y tensión baja (30Kp de tensión máxima). Para vanos más cortos se tenderán como máximo a las mismas tensiones de tendido.

- Tensión máxima: 127,55102 Kp.
 - Cálculo con sección floja. Tensión máxima 30 Kp.
- Coeficiente de seguridad: 1
- Peso lineal: 0,049 kg/m
- Diámetro: 0,007 m.
- Sección útil: 0,813 mm²
- Flecha máxima: 2.9 %

- Módulo de elasticidad: 8664,62793068298 Kp/mm²
- Coeficiente de dilatación: 0,000005 °C⁻¹
 - Vano del tramo = 15 m.
 - Provincia = Cáceres
- Para abordar el cálculo de tensiones acudimos a la ecuación general de cambio de condiciones, que viene expresada por:

$$t_2^2 \left[t_2 + A \frac{a^2 m_1^2}{t_1^2} + B (\theta_2 - \theta_1) - t_1 \right] = A a^2 m_2^2$$

en la que:

- A y B = constantes inherentes al cable
- t_2 = tensión unitaria de montaje del cable sin sobrecargas (en Kp/mm²)
- t_1 = tensión unitaria en el cable después de la introducción de las sobrecargas (Kp/mm²)
- a = luz del vano en proyección horizontal (m), conforme a la definición que seguidamente se dará.
- m_1 = factor de sobrecarga para el cable cargado en cualquier estado posterior al inicial (cociente entre el peso por metro del cable cargado y el peso propio por metro del cable)
- m_2 = factor inicial de sobrecarga = 1
- θ_2 = temperatura del cable en el momento de su fijación (en °C)
- θ_1 = temperatura del cable anclado en el momento de efectuar las sobrecargas en cualquier estado posterior al inicial (en °C)

Como se observa en la ecuación anterior de cambio de condiciones, los parámetros afectados por el subíndice 2 corresponden al estado inicial, es decir, al cable sin más carga que su peso propio.

Los parámetros afectados por el subíndice 1 se pueden hacer corresponder a cualquier estado posterior del cable bajo las sobrecargas que existan en el instante a considerar.

El estado posterior más interesante a estudiar corresponde a aquél en que la tensión del cable sea máxima, en cuyo momento ésta debe ser compatible con la carga de rotura y con el coeficiente de seguridad deseado.

Según características de los cables a usar consideramos los valores siguientes:

Constantes del cable

$$\text{Constante A} = \text{PesoEspecífico} \times \text{MóduloElasticidad} \times 0.000001 / 24 = 60,27060270602712 \times 8664,62793068298 \times 0.000001 / 24 = 1,31144398486476$$

$$\text{Constante B} = \text{MóduloElasticidad} \times \text{CoeficienteDilatación} = 8664,62793068298 \times 0,000005 = 4,33231396534149\text{E}-02$$

• ZONA METEOROLÓGICA

Mediante los Mapas de Vientos y de Hielos se ve el recorrido está en zona B y sin hielo

Como no es zona de hielo $\text{Temp}_{\min} = 0^{\circ}\text{C}$

• SOBRECARGAS PERMANENTES

Dado que los empalmes y otros elementos auxiliares se ubican en los postes, la única sobrecarga permanente es debida al peso del propio cable, luego $m_0 = 1$, por lo cual esta sobrecarga no se considera.

• SOBRECARGAS DE REVISIÓN

En los tendidos aéreos de cables de FO autosoportados no está permitido apoyar directamente sobre el cable ni escalera ni otros medios por lo que **no se considera esta hipótesis** de sobrecarga de revisión.

• SOBRECARGAS METEOROLOGICAS

Por ser zona B, se considera una velocidad máxima del viento de 115 Km/h

$$F_h = \text{PresiónViento} \times \text{FactorEólico} \times \text{VelocidadViento}^2 \times \text{DiametroCable} = 0,0069 \times 0,6 \times 1152 \times 0,007 = 0,3832605 \text{ Kp.}$$

$$F_v = \text{PesoCable} = 0,049 \text{ Kp.}$$

$$m_{1a} = \text{RAIZ}(F_h^2 + F_v^2) / \text{PesoCable} = \text{RAIZ}(0,3832605^2 + 0,049^2) / 0,049 = 7,88530893400467$$

Al no estar en zona climática de hielo $m_{1b} = 0$

○ FACTOR DE SOBRECARGA m_1

Por no ser zona C ni zona D m_1 será m_{1a} . Realizamos los cálculos sin considerar el hielo y un viento de 115km/h.

○ FACTOR DE SOBRECARGA MÁXIMO

$$m_{1\max} = (\text{FechaMáxima} / 100) \times 8 \times \text{CargaMáxima} / (\text{PesoCable} \times \text{Vano} \times \text{CoeficienteSeguridad}) = (2,9 / 100) \times 8 \times 30 / (0,049 \times 15 \times 1) = 9,46938775510204$$

Los factores de sobrecarga m_{1a} y m_{1b} son menores que $m_{1\max}$. El cable soporta las condiciones de instalación.

• TENSIONES DE TENDIDO

Es la tensión inicial con la que se deben montar esto cables debe ser aquella t_2 que bajo las condiciones más desfavorables se transforme en el máximo valor de t_1 admisible.

θ_2 y "a" son datos en el momento del tendido. Por tanto, para hallar t_2 basta entrar en

la ecuación anterior con el valor de m_1 y la mínima θ_1 compatible con la actuación de las sobrecargas correspondientes a m_1 , o lo que es lo mismo, entrar con m_1 y distintos valores de $(\theta_2 - \theta_1)$ para, que una vez obtenidas las distintas t_2 y conociendo la θ_1 mínima compatible, deducir, despejando, la temperatura θ_2 a que corresponde cada una de las t_2 obtenidas. Teniendo así varias parejas (θ_2, t_2) podemos determinar, interpolando, la tensión t_2 correspondiente a la θ_2 que haya en el momento del tendido.

• **TENSIÓN Y FLECHA A LAS TEMPERATURAS ESTANDAR.**

$$t = \text{CargaMáxima} / (\text{Sección} \times \text{coeficienteSeguridad}) = 30 / (0,813 \times 1) = 36,90036900369$$

$$X = A \times (\text{VanoMedio} \times m_1 / t)^2 = 1,31144398486476 \times (15 \times 7,88530893400467 / 36,90036900369)^2 = 13,4743638752137$$

$$Z = -A \times \text{VanoMedio}^2 = -1,31144398486476 \times 15^2 = -295,074896594571$$

• **A -10°C**

$$Y = \text{temperaturaTendido} \times B = -10 \times 4,33231396534149E-02 = -0,433231396534149$$

$$K = X + Y - t = 13,4743638752137 - 0,433231396534149 - 36,90036900369 = -23,8592365250105$$

$$\text{Resolvemos la ecuación } t^3 + Kt^2 + Z = 0$$

$$\text{Resolvemos la ecuación } t^3 - 23,8592365250105t^2 - 295,074896594571 = 0$$

$$t = 24,356627559664 \text{ Kp/mm}^2$$

$$\text{TensiónTendido} = t \times \text{SecciónCable} = 24,356627559664 \times 0,813 = 19,8019382060068 \text{ Kp.}$$

$$\text{Flecha} = 100 \times \text{VanoMedio}^2 \times (\text{PesoCable} / (8 \times \text{TensiónTendido})) = 100 \times 15^2 \times (0,049 / (8 \times 19,8019382060068)) = 6,95954600838998 \text{ cm.}$$

• **A 0°C**

$$Y = \text{temperaturaTendido} \times B = 0 \times 4,33231396534149E-02 = 0$$

$$K = X + Y - t = 13,4743638752137 + 0 - 36,90036900369 = -23,4260051284763$$

$$\text{Resolvemos la ecuación } t^3 + Kt^2 + Z = 0$$

$$\text{Resolvemos la ecuación } t^3 - 23,4260051284763t^2 - 295,074896594571 = 0$$

$$t = 23,9408235651465 \text{ Kp/mm}^2$$

$$\text{TensiónTendido} = t \times \text{SecciónCable} = 23,9408235651465 \times 0,813 = 19,4638895584641 \text{ Kp.}$$

$$\text{Flecha} = 100 \times \text{VanoMedio}^2 \times (\text{PesoCable} / (8 \times \text{TensiónTendido})) = 100 \times 15^2 \times (0,049 / (8 \times 19,4638895584641)) = 7,08041933684682 \text{ cm.}$$

• **A 10°C**

$$Y = \text{temperaturaTendido} \times B = 10 \times 4,33231396534149E-02 = 0,433231396534149$$

$$K = X + Y - t = 13,4743638752137 + 0,433231396534149 - 36,90036900369 = -22,9927737319422$$

$$\text{Resolvemos la ecuación } t^3 + Kt^2 + Z = 0$$

$$\text{Resolvemos la ecuación } t^3 - 22,9927737319422t^2 - 295,074896594571 = 0$$

$$t = 23,525911378087 \text{ Kp/mm}^2$$

$$\text{TensiónTendido} = t \times \text{SecciónCable} = 23,525911378087 \times 0,813 = 19,1265659503848 \text{ Kp.}$$

$$\text{Flecha} = 100 \times \text{VanoMedio2} \times (\text{PesoCable} / (8 \times \text{TensiónTendido})) = 100 \times 152 \times (0,049 / (8 \times 19,1265659503848)) = 7,20529238533944 \text{ cm.}$$

- A 20°C

$$Y = \text{temperaturaTendido} \times B = 20 \times 4,33231396534149E-02 = 0,866462793068298$$

$$K = X + Y - t = 13,4743638752137 + 0,866462793068298 - 36,90036900369 = -22,559542335408$$

$$\text{Resolvemos la ecuación } t^3 + Kt^2 + Z = 0$$

$$\text{Resolvemos la ecuación } t^3 - 22,559542335408t^2 - 295,074896594571 = 0$$

$$t = 23,1119492586322 \text{ Kp/mm}^2$$

$$\text{TensiónTendido} = t \times \text{SecciónCable} = 23,1119492586322 \times 0,813 = 18,7900147472679 \text{ Kp.}$$

$$\text{Flecha} = 100 \times \text{VanoMedio2} \times (\text{PesoCable} / (8 \times \text{TensiónTendido})) = 100 \times 152 \times (0,049 / (8 \times 18,7900147472679)) = 7,33434762311923 \text{ cm.}$$

- A 30°C

$$Y = \text{temperaturaTendido} \times B = 30 \times 4,33231396534149E-02 = 1,29969418960245$$

$$K = X + Y - t = 13,4743638752137 + 1,29969418960245 - 36,90036900369 = -22,1263109388739$$

$$\text{Resolvemos la ecuación } t^3 + Kt^2 + Z = 0$$

$$\text{Resolvemos la ecuación } t^3 - 22,1263109388739t^2 - 295,074896594571 = 0$$

$$t = 22,6989999072462 \text{ Kp/mm}^2$$

$$\text{TensiónTendido} = t \times \text{SecciónCable} = 22,6989999072462 \times 0,813 = 18,4542869245911 \text{ Kp.}$$

$$\text{Flecha} = 100 \times \text{VanoMedio2} \times (\text{PesoCable} / (8 \times \text{TensiónTendido})) = 100 \times 152 \times (0,049 / (8 \times 18,4542869245911)) = 7,4677770299734 \text{ cm.}$$

- A 40°C

$$Y = \text{temperaturaTendido} \times B = 40 \times 4,33231396534149E-02 = 1,7329255861366$$

$$K = X + Y - t = 13,4743638752137 + 1,7329255861366 - 36,90036900369 = -21,6930795423397$$

$$\text{Resolvemos la ecuación } t^3 + Kt^2 + Z = 0$$

$$\text{Resolvemos la ecuación } t^3 - 21,6930795423397t^2 - 295,074896594571 = 0$$

$$t = 22,2871308261898 \text{ Kp/mm}^2$$

$$\text{TensiónTendido} = t \times \text{SecciónCable} = 22,2871308261898 \times 0,813 = 18,1194373616923 \text{ Kp.}$$

$$\text{Flecha} = 100 \times \text{VanoMedio2} \times (\text{PesoCable} / (8 \times \text{TensiónTendido})) = 100 \times 152 \times (0,049 / (8 \times 18,1194373616923)) = 7,60578252232932 \text{ cm.}$$

- A 50°C

$$Y = \text{temperaturaTendido} \times B = 50 \times 4,33231396534149E-02 = 2,16615698267075$$

$$K = X + Y - t = 13,4743638752137 + 2,16615698267075 - 36,90036900369 = -21,2598481458056$$

$$\text{Resolvemos la ecuación } t^3 + Kt^2 + Z = 0$$

$$\text{Resolvemos la ecuación } t^3 - 21,2598481458056t^2 - 295,074896594571 = 0$$

$$t = 21,8764147081007 \text{ Kp/mm}^2$$

$$\text{TensiónTendido} = t \times \text{SecciónCable} = 21,8764147081007 \times 0,813 = 17,7855251576859 \text{ Kp.}$$

$$\text{Flecha} = 100 \times \text{VanoMedio2} \times (\text{PesoCable} / (8 \times \text{TensiónTendido})) = 100 \times 152 \times (0,049 / (8 \times 17,7855251576859)) = 7,70578252232932 \text{ cm.}$$

$17,7855251576859)) = 7,74857637197434 \text{ cm.}$

- A 60°C

$$Y = \text{temperaturaTendido} \times B = 60 \times 4,33231396534149E-02 = 2,59938837920489$$

$$K = X + Y - t = 13,4743638752137 + 2,59938837920489 - 36,90036900369 = -20,8266167492714$$

$$\text{Resolvemos la ecuación } t^3 + Kt^2 + Z = 0$$

$$\text{Resolvemos la ecuación } t^3 - 20,8266167492714t^2 - 295,074896594571 = 0$$

$$t = 21,466929852614 \text{ Kp/mm}^2$$

$$\text{TensiónTendido} = t \times \text{SecciónCable} = 21,466929852614 \times 0,813 = 17,4526139701752 \text{ Kp.}$$

$$\text{Flecha} = 100 \times \text{VanoMedio}^2 \times (\text{PesoCable} / (8 \times \text{TensiónTendido})) = 100 \times 152 \times (0,049 / (8 \times 17,4526139701752)) = 7,89638160997017 \text{ cm.}$$

• RESUMEN DE TENSIONES Y FLECHAS

Temperatura (°C)	Tensión (Kp)	Flecha de tendido (cm) (En vano de 15 metros)
-10	19,80	6,96
0	19,46	7,08
10	19,13	7,21
20	18,79	7,33
30	18,45	7,47
40	18,12	7,61
50	17,79	7,75
60	17,45	7,90

• FLECHA MÁXIMA POR VANOS

Luz vano (m)	Flecha máxima (m)
15	0,36

1.10.2.2 *CABLE 8 KT CON CABLE SOPORTE 7x1.6mm EN PASO AÉREO DE 18m. DE VANO.*

- Cable soporte: Galvanizado 1.6 (Tipo AC) con estas características:

Tensión máxima: 1600 Kp.

Coeficiente de seguridad: 3

Peso lineal: 0,113 kg/m

Diámetro: 0,0074 m.

Sección útil: 14,0743350880823 mm²

Flecha máxima: 2 %

Módulo de elasticidad: 18500 Kp/mm²

Coeficiente de dilatación: 0,0000115 °C⁻¹

Peso específico: 7,85 gr/cm³

- Cable 8 KT con un peso lineal de 0,049 kg/m y un diámetro de 0,007 m.

- Provincia = Cáceres

Cálculo con sección floja. Tensión máxima 100 Kp.

-
- Para abordar el cálculo de tensiones acudimos a la ecuación general de cambio de condiciones, que viene expresada por:

$$t_2^2 \left[t_2 + A \frac{a^2 m_1^2}{t_1^2} + B (\theta_2 - \theta_1) - t_1 \right] = A a^2 m_2^2$$

en la que:

- A y B = constantes inherentes al cable
- t_2 = tensión unitaria de montaje del cable sin sobrecargas (en Kp/mm²)
- t_1 = tensión unitaria en el cable después de la introducción de las sobrecargas (Kp/mm²)
- a = luz del vano en proyección horizontal (m), conforme a la definición que seguidamente se dará.
- m_1 = factor de sobrecarga para el cable cargado en cualquier estado posterior al inicial (cociente entre el peso por metro del cable cargado y el peso propio por metro del cable)
- m_2 = factor inicial de sobrecarga = 1
- θ_2 = temperatura del cable en el momento de su fijación (en °C)
- θ_1 = temperatura del cable anclado en el momento de efectuar las sobrecargas en

cualquier estado posterior al inicial (en °C)

Como se observa en la ecuación anterior de cambio de condiciones, los parámetros afectados por el subíndice 2 corresponden al estado inicial, es decir, al cable sin más carga que su peso propio.

Los parámetros afectados por el subíndice 1 se pueden hacer corresponder a cualquier estado posterior del cable bajo las sobrecargas que existan en el instante a considerar.

El estado posterior más interesante a estudiar corresponde a aquél en que la tensión del cable sea máxima, en cuyo momento ésta debe ser compatible con la carga de rotura y con el coeficiente de seguridad deseado.

Según características de los cables a usar consideramos los valores siguientes:

Constantes del cable

Constante A = $\text{Peso específico}_2 \times \text{Módulo elasticidad} \times 0.000001 / 24 = 7,852 \times 18500 \times 0.000001 / 24 = 4,750067708333333\text{E}-02$

Constante B = $\text{Módulo elasticidad} \times \text{Coeficiente dilatación} = 18500 \times 0,0000115 = 0,21275$

• ZONA METEOROLÓGICA

Mediante los Mapas de Vientos y de Hielos se ve el recorrido está en zona B (velocidad máxima del viento de 115 Km/h) y sin hielo

Como no es zona de hielo $\text{Temp}_{\min} = 0^\circ\text{C}$

• SOBRECARGAS PERMANENTES

Dado que los empalmes y otros elementos auxiliares se ubican en los postes. Las únicas sobrecargas permanentes a considerar son el peso del cable de suspensión, el del cable telefónico y el del alambre de acero para unión de ambos.

$m1p = (\text{PesoCableTelefónico} + \text{PesoCableSoporte} + \text{PesoHiloDeCosido}) / \text{PesoCableSoporte} = (0,049 + 0,113 + 0,01) / 0,113 = 1,52212389380531$

• SOBRECARGAS DE REVISIÓN

No se consideran sobrecargas de revisión.

• SOBRECARGAS METEOROLOGICAS

Por ser zona B, se considera una velocidad máxima del viento de 115 Km/h

$F_h = \text{PresiónViento} \times \text{FactorEólico} \times \text{VelocidadViento}^2 \times (\text{DiametroCableSoportado} + \text{DiametroCableSoporte}) = 0,0069 \times 0,6 \times 115^2 \times (0,007 + 0,0074) = 0,7884216 \text{ Kp.}$

$F_v = \text{PesoCableTelefónico} + \text{PesoCableSoporte} + \text{PesoHiloDeCosido} = 0,049 + 0,113 + 0,01 = 0,172 \text{ Kp.}$

$m1a = \text{RAIZ}(F_h^2 + F_v^2) / \text{PesoCableSoporte} = \text{RAIZ}(0,7884216^2 + 0,172^2) / 0,113 = 7,14128377869661$

Al no estar en zona climática de hielo $m1b = 0$

○ **FACTOR DE SOBRECARGA m_{1ap}**

Como $m_{1a} > m_{1b}$, entonces $m_{1ab} = 7,14128377869661$

○ **FACTOR DE SOBRECARGA MÁXIMO**

$$m_{1max} = (FlechaMáxima / 100) \times 8 \times CargaMáxima / (PesoCableSoporte \times Vano \times CoeficienteSeguridad) = (2 / 100) \times 8 \times 300 / (0,113 \times 18 \times 3) = 7,86627335299902$$

El factor de sobrecarga m_1 es menor que m_{1max} . El cable soporta las condiciones de instalación.

• **TENSIONES DE TENDIDO**

Es la tensión inicial con la que se deben montar estos cables debe ser aquella t_2 que bajo las condiciones más desfavorables se transforme en el máximo valor de t_1 admisible.

θ_2 y "a" son datos en el momento del tendido. Por tanto, para hallar t_2 basta entrar en la ecuación anterior con el valor de m_1 y la mínima θ_1 compatible con la actuación de las sobrecargas correspondientes a m_1 , o lo que es lo mismo, entrar con m_1 y distintos valores de $(\theta_2 - \theta_1)$ para, que una vez obtenidas las distintas t_2 y conociendo la θ_1 mínima compatible, deducir, despejando, la temperatura θ_2 a que corresponde cada una de las t_2 obtenidas. Teniendo así varias parejas (θ_2, t_2) podemos determinar, interpolando, la tensión t_2 correspondiente a la θ_2 que haya en el momento del tendido.

• **TENSIÓN Y FLECHA A LAS TEMPERATURAS ESTANDAR.**

$$t = Carga\ máxima / (Sección \times CoeficienteSeguridad) = 300 / (14,0743350880823 \times 3) = 7,10513138803105$$

$$X = A \times (Vano\ medio \times m_1 / t)^2 = 4,75006770833333E-02 \times (18 \times 7,14128377869661 / 7,10513138803105)^2 = 15,5472351190315$$

$$Z = -A \times Vano\ medio^2 = -4,75006770833333E-02 \times 18^2 = -15,390219375$$

• **A -10°C**

$$Y = temperaturaTendido \times B = -10 \times 0,21275 = -2,1275$$

$$K = X + Y - t = 15,5472351190315 - 2,1275 - 7,10513138803105 = 6,31460373100049$$

$$\text{Resolvemos la ecuación } t^3 + Kt^2 + Z = 0$$

$$\text{Resolvemos la ecuación } t^3 + 6,31460373100049t^2 - 15,390219375 = 0$$

$$t = 1,41138462036931\text{ kp/mm}^2$$

$$TensiónTendido = t \times SecciónCableSoporte = 19,8643000852434 \times 14,0743350880823 = 19,8643000852434\text{ Kp.}$$

$$Flecha = 100 \times VanoMedio^2 \times (pesoCableSoporte / (8 \times TensiónTendido)) = 100 \times 18^2 \times (0,113 / (8 \times 19,8643000852434)) = 23,0388182838606\text{ cm.}$$

- A 0°C

$$Y = \text{temperaturaTendido} \times B = 0 \times 0,21275 = 0$$

$$K = X + Y - t = 15,5472351190315 + 0 - 7,10513138803105 = 8,44210373100049$$

$$\text{Resolvemos la ecuación } t^3 + Kt^2 + Z = 0$$

$$\text{Resolvemos la ecuación } t^3 + 8,44210373100049t^2 - 15,390219375 = 0$$

$$t = 1,25950672002159 \text{ kp/mm}^2$$

$$\text{TensiónTendido} = t \times \text{SecciónCableSoporte} = 17,7267196232753 \times 14,0743350880823 = 17,7267196232753 \text{ Kp.}$$

$$\text{Flecha} = 100 \times \text{VanoMedio2} \times (\text{pesoCableSoporte} / (8 \times \text{TensiónTendido})) = 100 \times 182 \times (0,113 / (8 \times 17,7267196232753)) = 25,8169593543468 \text{ cm.}$$

- A 10°C

$$Y = \text{temperaturaTendido} \times B = 10 \times 0,21275 = 2,1275$$

$$K = X + Y - t = 15,5472351190315 + 2,1275 - 7,10513138803105 = 10,5696037310005$$

$$\text{Resolvemos la ecuación } t^3 + Kt^2 + Z = 0$$

$$\text{Resolvemos la ecuación } t^3 + 10,5696037310005t^2 - 15,390219375 = 0$$

$$t = 1,14613950668803 \text{ kp/mm}^2$$

$$\text{TensiónTendido} = t \times \text{SecciónCableSoporte} = 16,1311514748167 \times 14,0743350880823 = 16,1311514748167 \text{ Kp.}$$

$$\text{Flecha} = 100 \times \text{VanoMedio2} \times (\text{pesoCableSoporte} / (8 \times \text{TensiónTendido})) = 100 \times 182 \times (0,113 / (8 \times 16,1311514748167)) = 28,3705723496841 \text{ cm.}$$

- A 20°C

$$Y = \text{temperaturaTendido} \times B = 20 \times 0,21275 = 4,255$$

$$K = X + Y - t = 15,5472351190315 + 4,255 - 7,10513138803105 = 12,6971037310005$$

$$\text{Resolvemos la ecuación } t^3 + Kt^2 + Z = 0$$

$$\text{Resolvemos la ecuación } t^3 + 12,6971037310005t^2 - 15,390219375 = 0$$

$$t = 1,05777669767996 \text{ kp/mm}^2$$

$$\text{TensiónTendido} = t \times \text{SecciónCableSoporte} = 14,8875036915128 \times 14,0743350880823 = 14,8875036915128 \text{ Kp.}$$

$$\text{Flecha} = 100 \times \text{VanoMedio2} \times (\text{pesoCableSoporte} / (8 \times \text{TensiónTendido})) = 100 \times 182 \times (0,113 / (8 \times 14,8875036915128)) = 30,7405465337282 \text{ cm.}$$

- A 30°C

$$Y = \text{temperaturaTendido} \times B = 30 \times 0,21275 = 6,3825$$

$$K = X + Y - t = 15,5472351190315 + 6,3825 - 7,10513138803105 = 14,8246037310005$$

$$\text{Resolvemos la ecuación } t^3 + Kt^2 + Z = 0$$

$$\text{Resolvemos la ecuación } t^3 + 14,8246037310005t^2 - 15,390219375 = 0$$

$$t = 0,986597415275719 \text{ kp/mm}^2$$

$$\text{TensiónTendido} = t \times \text{SecciónCableSoporte} = 13,8857026196263 \times 14,0743350880823 = 13,8857026196263 \text{ Kp.}$$

$$\text{Flecha} = 100 \times \text{VanoMedio2} \times (\text{pesoCableSoporte} / (8 \times \text{TensiónTendido})) = 100 \times 182 \times (0,113 / (8 \times 13,8857026196263)) = 32,9583610233125 \text{ cm.}$$

- A 40°C

$$Y = \text{temperaturaTendido} \times B = 40 \times 0,21275 = 8,51$$

$$K = X + Y - t = 15,5472351190315 + 8,51 - 7,10513138803105 = 16,9521037310005$$

$$\text{Resolvemos la ecuación } t^3 + Kt^2 + Z = 0$$

$$\text{Resolvemos la ecuación } t^3 + 16,9521037310005t^2 - 15,390219375 = 0$$

$$t = 0,92776970063949 \text{ kp/mm}^2$$

$$\text{TensiónTendido} = t \times \text{SecciónCableSoporte} = 13,05774165137 \times 14,0743350880823 = 13,05774165137 \text{ Kp.}$$

$$\text{Flecha} = 100 \times \text{VanoMedio2} \times (\text{pesoCableSoporte} / (8 \times \text{TensiónTendido})) = 100 \times 182 \times (0,113 / (8 \times 13,05774165137)) = 35,0481738893942 \text{ cm.}$$

- A 50°C

$$Y = \text{temperaturaTendido} \times B = 50 \times 0,21275 = 10,6375$$

$$K = X + Y - t = 15,5472351190315 + 10,6375 - 7,10513138803105 = 19,0796037310005$$

$$\text{Resolvemos la ecuación } t^3 + Kt^2 + Z = 0$$

$$\text{Resolvemos la ecuación } t^3 + 19,0796037310005t^2 - 15,390219375 = 0$$

$$t = 0,878145785552692 \text{ kp/mm}^2$$

$$\text{TensiónTendido} = t \times \text{SecciónCableSoporte} = 12,3593180420558 \times 14,0743350880823 = 12,3593180420558 \text{ Kp.}$$

$$\text{Flecha} = 100 \times \text{VanoMedio2} \times (\text{pesoCableSoporte} / (8 \times \text{TensiónTendido})) = 100 \times 182 \times (0,113 / (8 \times 12,3593180420558)) = 37,0287420748237 \text{ cm.}$$

- A 60°C

$$Y = \text{temperaturaTendido} \times B = 60 \times 0,21275 = 12,765$$

$$K = X + Y - t = 15,5472351190315 + 12,765 - 7,10513138803105 = 21,2071037310005$$

$$\text{Resolvemos la ecuación } t^3 + Kt^2 + Z = 0$$

$$\text{Resolvemos la ecuación } t^3 + 21,2071037310005t^2 - 15,390219375 = 0$$

$$t = 0,835584029611429 \text{ kp/mm}^2$$

$$\text{TensiónTendido} = t \times \text{SecciónCableSoporte} = 11,7602896270013 \times 14,0743350880823 = 11,7602896270013 \text{ Kp.}$$

$$\text{Flecha} = 100 \times \text{VanoMedio2} \times (\text{pesoCableSoporte} / (8 \times \text{TensiónTendido})) = 100 \times 182 \times (0,113 / (8 \times 11,7602896270013)) = 38,9148579257137 \text{ cm.}$$

RESUMEN DE TENSIONES Y FLECHAS

Temperatura (°C)	Tensión (Kp)	Flecha de tendido (cm) (En vano de 18 metros)
-10	19,86	23,04
0	17,73	25,82
10	16,13	28,37
20	14,89	30,74
30	13,89	32,96
40	13,06	35,05
50	12,36	37,03
60	11,76	38,91

FLECHA MÁXIMA POR VANOS

Luz vano (m)	Flecha máxima (m)
18	0,33

En Badajoz, a 19 de octubre de 2016



Miguel Ángel Gallego Gallego
Ingeniero Técnico de Telecomunicación
Colegiado 3295