



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Plan de despliegue de una red de telecomunicaciones de
fibra óptica FTTH (Fiber to the home).

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

AUTOR/A: Pineda Fuster, Nerea

Tutor/a: Orts Grau, Salvador

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Plan de despliegue de una red de telecomunicaciones de fibra óptica FTTH (Fiber to the home).

Documento N°1: MEMÓRIA

Fin de Grado

Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

AUTOR/A: Nerea Pineda Fuster

Tutor/a: Salvador Orts Grau

Cotutor/a externo: José Manuel Moreno Bolívar

Prácticas: PTV Telecom

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023



RESUMEN

El proyecto consiste en el despliegue de una red de fibra óptica hasta el hogar (FTTH) en un barrio de Alicante. Se diseñará e implementará un proyecto óptimo para abarcar unas 2500 viviendas y poder ofrecer internet de alta velocidad. Se trata de una zona nueva a diseñar, por lo que se partirá desde cero. El proceso implica realizar un estudio previo, un replanteo del proyecto, un diseño óptimo, la distribución de la fibra y la ubicación de los equipos. Una vez finalizado, se presenta al jefe de obra para su aprobación y posibles modificaciones, y se procede a la instalación. Se presentará un presupuesto total detallado. Este trabajo contribuye al conocimiento sobre el despliegue de redes FTTH en áreas residenciales y proporciona una guía metódica para el éxito del proyecto. Además, se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular con el ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura), el ODS 10 (Reducción de las desigualdades) y el ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles), impulsando el desarrollo sostenible, la igualdad y la inclusión en el barrio de Alicante.

RESUM

El projecte consistix en el desplegament d'una xarxa de fibra òptica fins al domicili (FTTH) en un barri d'Alacant. Es dissenyarà i implementarà un projecte òptim per a abastar unes 2500 vivendes i poder oferir internet d'alta velocitat. Es tracta d'una zona nova a dissenyar, pel que es partirà de zero. El procés implica realitzar un estudi prèvi, un replantejament del projecte, un disseny òptim, la distribució de la fibra i la ubicació dels equips. Una vegada finalitzat, es presenta al cap d'obra per a la seua aprovació i possibles modificacions, i es procedeix a la instal·lació. Es presentarà un pressupost total detallat. Aquest treball contribuïx al coneixement sobre el desplegament de xarxes FTTH en àrees residencials i proporciona una guia metodològica per a l'èxit del projecte. A més, s'alinea amb els Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS), en particular amb l'ODS 9 (Indústria, innovació i infraestructura), l'ODS 10 (Reducció de les desigualtats) i l'ODS 11 (Ciutats i comunitats sostenibles), impulsant el desenvolupament sostenible, la igualtat i la inclusió en el barri d'Alacant.

SUMMARY

The project consists of deploying a fiber-to-the-home (FTTH) network in a neighborhood in Alicante. An optimal project will be designed and implemented to cover approximately 2500 households and provide high-speed internet. It is a new area to be designed, starting from scratch. The process involves conducting a preliminary study, rethinking the project, optimizing the design, distributing the fiber, and locating the equipment. Once completed, it is presented to the site manager for approval and possible modifications, and then the installation proceeds. A detailed overall budget will be presented. This work contributes to the knowledge about FTTH network deployment in residential areas and provides a methodical guide for project success. Furthermore, it aligns with the Sustainable Development Goals (SDGs), particularly SDG 9 (Industry, Innovation, and Infrastructure), SDG 10 (Reduced Inequalities), and SDG 11 (Sustainable Cities and Communities), promoting sustainable development, equality, and inclusion in the neighborhood of Alicante.



Contenido

1.	Contexto y justificación	5
1.1	Relación del Trabajo Final de Grado (TFG) con los ODS.	5
2.	Objetivo	6
3.	Metodología utilizada.....	7
4.	Fibra óptica hasta el hogar (FTTH).....	8
4.1	Conceptos y arquitectura	8
4.1.1	OLT.....	8
4.1.2	ONT.....	9
4.1.3	SPLITTER	10
4.1.4	ESQUEMA DE ARQUITECTURA	11
4.2	Características, ventajas y desventajas	11
5.	Estudio de la zona.....	12
5.1	Delimitación de la zona	13
5.2	Área geográfica a tratar: Florida Alta	16
6.	Despliegue de FTTH.....	19
6.1	Replanteo	19
6.1.1	Ubicar el plano	21
6.1.2	Viviendas y locales.....	22
6.1.3	Información adicional.....	25
6.2	Diseño.....	26
6.2.1	Elementos del diseño	26
6.2.2	Leyenda	32
6.2.3	Verticales	32
6.2.4	Porcentajes y viviendas totales	34
6.2.5	Ubicación de las CTO	37
6.2.6	Ubicar la caja de empalmes	40
6.2.7	Distribución de la fibra	41
6.2.8	Carta de empalmes	41
6.2.9	Últimas etiquetas	48
7.	Replanteo conjunto al jefe de obra	51
7.1	Solución de problemas	51
9.	Perdidas fibra troncal	54



9.1 Pérdidas de la fibra óptica	56
9.2 Medición total teórica de las pérdidas de fibra óptica.....	59
10. Posible seguimiento de instalación	61
10.1 Ejemplo de albarán de reforma de cajas.....	61
10.2 Ejemplo de albarán de reforma de cables.....	63
10.3 Actualización del plano.....	66
11. Conclusiones.....	68
12. Bibliografía.....	69

1. Contexto y justificación

La conectividad a Internet es cada vez más importante en nuestra sociedad debido al creciente uso de la tecnología en nuestra vida diaria. Existe una gran demanda de conexión a Internet debido a la facilidad y comodidad de acceder a la información, así como a la capacidad de comunicarse y realizar una multitud de actividades.

En este contexto, la evolución de las redes ha dado lugar a la tecnología de Fibra Óptica hasta el Hogar (FTTH), la cual se ha demostrado como la solución más eficiente para proporcionar una conexión a Internet de alta velocidad y calidad. La red FTTH ha adquirido gran importancia en los últimos años y se ha convertido en una de las tecnologías más utilizadas en la industria de las telecomunicaciones.

Por lo tanto, el objetivo de este proyecto es diseñar y desplegar una red FTTH en una zona específica de Alicante, eligiendo la ubicación óptima, con el fin de ofrecer servicios de alta velocidad a los hogares y empresas de la zona. Este despliegue permitirá que los residentes de la zona accedan a una conexión a Internet de alta velocidad, mejorando así su calidad de vida. Además, se espera que tenga un impacto positivo en el desarrollo económico y social de la zona.

1.1 Relación del Trabajo Final de Grado (TFG) con los ODS.

El desarrollo de este Trabajo de Fin de Grado (TFG) tiene un impacto significativo en varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular en los ODS 9, 10 y 11. A continuación, se presenta el análisis del impacto en cada uno de ellos y la tabla 1, correspondiente con los puntos relacionados en ella:

Objetivos de Desarrollo Sostenibles	Alto	Medio	Bajo	No Procede
ODS 1. Fin de la pobreza.				X
ODS 2. Hambre cero.				X
ODS 3. Salud y bienestar.				X
ODS 4. Educación de calidad.				X
ODS 5. Igualdad de género.				X
ODS 6. Agua limpia y saneamiento.				X
ODS 7. Energía asequible y no contaminante.				X
ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico.				X
ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras.	X			
ODS 10. Reducción de las desigualdades.	X			
ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles.	X			
ODS 12. Producción y consumo responsables.				X
ODS 13. Acción por el clima.				X
ODS 14. Vida submarina.				X
ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres.				X

ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas.				X
ODS 17. Alianzas para lograr objetivos.				X

Tabla 1: Relación del trabajo con los ODS de la agenda 2030

- ODS 9: Industria, innovación e infraestructura

El objetivo principal del ODS 9 es promover la industrialización inclusiva y sostenible, así como fomentar el desarrollo de economías dinámicas y competitivas mediante la implementación de innovación e infraestructura adecuada. En este contexto, el presente TFG implica la instalación de una extensa red de fibra óptica, lo que contribuye directamente a la consecución de este objetivo. La infraestructura de fibra óptica proporciona una base sólida para el acceso a la información, la comunicación y las tecnologías, promoviendo un desarrollo sostenible y equitativo.

- ODS 10: Reducción de las desigualdades

El ODS 10 se centra en abordar la reducción de las desigualdades en todas sus formas. En relación con el tema desarrollado en este TFG, la instalación de fibra óptica tiene un impacto positivo en la reducción de la brecha digital y en la promoción de la igualdad de oportunidades. Al proporcionar acceso a un mayor número de personas a través de la conectividad de alta velocidad, se superan barreras previas y se brinda la oportunidad de acceder a la información y las tecnologías a aquellos individuos que anteriormente no tenían dicha posibilidad.

- ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles

El ODS 11 busca promover el progreso hacia entornos urbanos y comunidades más sostenibles. En el marco de este proyecto, la instalación de la infraestructura de fibra óptica contribuye directamente a la sostenibilidad de las ciudades y comunidades al facilitar el acceso a la información. Esto evita desplazamientos innecesarios, mejora la toma de decisiones y la gestión de recursos, y fomenta la participación ciudadana en la construcción de un futuro más sostenible.

En resumen, el desarrollo de este TFG tiene un impacto positivo en los ODS 9, 10 y 11 al promover la industrialización inclusiva y sostenible, reducir las desigualdades y contribuir al progreso de ciudades y comunidades sostenibles. La instalación de fibra óptica como infraestructura clave proporciona acceso a la información, la comunicación y las tecnologías, fomentando un desarrollo equitativo y sostenible en línea con los objetivos de la Agenda 2030.

2. Objetivo

El objetivo principal de este proyecto es llevar a cabo un estudio total de la zona de Alicante con el fin de identificar la ubicación óptima para el despliegue de una red de Fibra Óptica hasta el Hogar (FTTH). Además, se busca diseñar e implementar dicha red en la zona seleccionada de aproximadamente 2500 hogares y empresas en un plazo de 2 meses. El objetivo es ofrecer una



velocidad de conexión y calidad de servicio superiores a los de la competencia, diseñando para cubrir aproximadamente un 40 % de la demanda existente en la zona.

Para lograr esto, se han establecido los siguientes objetivos específicos:

- Realizar un análisis detallado de la infraestructura actual de la zona, teniendo en cuenta aspectos como la topografía, la densidad de población y la demografía. Además de un estudio de mercado evaluando la competencia y tipo de habitantes.
- Identificar el barrio más adecuado para el despliegue de la red FTTH, basándose en los resultados obtenidos del análisis de infraestructura y el estudio de mercado.
- Diseñar un plan de despliegue para la red FTTH en la zona seleccionada, considerando aspectos técnicos y económicos.
- Obtener un diseño óptimo y realista, que proporcione servicio a la zona delimitada y cumpla con los requisitos y necesidades de los usuarios.
- Calcular el presupuesto detallados del proyecto, unos costos de forma teórica que pueden variar a la hora de la instalación.
- Obtener una conclusión del proyecto que den viabilidad al despliegue de red FTTH.

Al alcanzar estos objetivos, se espera poder llevar a cabo un despliegue exitoso de la red FTTH en la zona de Alicante, mejorando significativamente el acceso a Internet de alta velocidad y contribuyendo al desarrollo tecnológico y económico de la comunidad.

3. Metodología utilizada

La metodología utilizada para llevar a cabo este proyecto se divide en las siguientes fases:

1. Estudio de la zona de Alicante e identificación de la ubicación óptima: En esta etapa se llevará a cabo un análisis de la infraestructura existente en la zona de Alicante. Se seleccionará el barrio más idóneo para el despliegue de la red FTTH, tomando en consideración aspectos técnicos, económicos, así como otros factores como la densidad de población y la demanda de servicios de Internet.
2. Diseño de la estrategia de despliegue: En esta fase se diseñará detalladamente una estrategia de despliegue para la red FTTH en la zona seleccionada, incluyendo todos los pasos seguidos para obtener el diseño completo y la planificación de la FTTH.
3. Evaluación del presupuesto: En esta fase se evaluará el presupuesto teórico total de conexión de la red FTTH implementada, una vez realizado todo el diseño completo y calculado sus materiales teóricos. A través del estudio de los materiales utilizados y los cálculos necesarios para obtener el costo teórico y detallado de este proyecto.
4. Análisis final: junto todos los pasos seguidos y todos los resultados obtenidos, poder analizar el proyecto y demostrar su viabilidad y para poder instalarse de forma real y conseguir complacer a los usuarios con los servicios de internet a alta velocidad.



En resumen, la metodología empleada en este proyecto es de naturaleza mixta. Por un lado, se utiliza un enfoque cuantitativo para el análisis de datos y la evaluación de la calidad de la conexión. Por otro lado, se emplea un enfoque cualitativo para recopilar información sobre aspectos sociales, conocer las necesidades y describir la situación actual de la infraestructura de telecomunicaciones y la calidad de la conexión.

4. Fibra óptica hasta el hogar (FTTH)

La tecnología FTTH, conocida como “Fiber To The Home” o “Fibra Óptica hasta el Hogar”, permite llevar la conexión de un punto central hasta el usuario, como sería directo a una residencia, edificio, local, etc. Actualmente es una tecnología muy avanzada en el sector de las telecomunicaciones por sus conexiones de banda ancha de alta velocidad.

A lo largo del tiempo, las redes de telecomunicaciones y las tecnologías de transmisión de datos han experimentado cambios significativos. En la actualidad, existe un gran despliegue de fibra óptica en España, por su gran calidad y confiabilidad, y con gran influencia en países vecinos. Con el tiempo, se han utilizado diferentes medios y tecnologías de transmisión de datos, entre ellos la fibra óptica, pero también cables como el par trenzado, el coaxial, radiofrecuencia y satélite. Las redes de telecomunicaciones actuales se han convertido en una infraestructura crítica para la sociedad por la gran evolución de estas nuevas tecnologías.

4.1 Conceptos y arquitectura

La fibra óptica hasta el hogar (FTTH) es una tecnología PON (Passive Optical Network), la red óptica pasiva solo utiliza componentes de fibra y pasivos, siendo así un gran sistema de acceso de fibra que se ha ido desarrollando y evolucionando. Actualmente el estándar utilizado es la versión GPON “Gigabit-capable Passive Optical Network/ Red Óptica Pasiva con Capacidad Gigabit” que es el conjunto de técnicas para transportar de forma óptima la información, entre otras funciones.

La tecnología FTTH implica la utilización de cables de fibra óptica que conectan el nodo central (OLT) con la unidad de terminación de red (ONT) dentro del hogar de cada usuario. Las fibras ópticas son capaces de transmitir cantidad de información a altas velocidades y con mayor estabilidad de la señal que otros medios de transmisión. La FTTH ofrece una velocidad de conexión mucho más rápida y una mayor confiabilidad que otras tecnologías de acceso a Internet tradicionales, como la DSL o la conexión por cable coaxial.

4.1.1 OLT

El OLT es el componente central en una red PON y se encarga del control, la gestión y la distribución de la señal óptica hacia las ONT. Es el componente que proporciona conectividad de

fibra óptica, el soporte para los diferentes protocolos de comunicación y las capacidades de gestión remota.

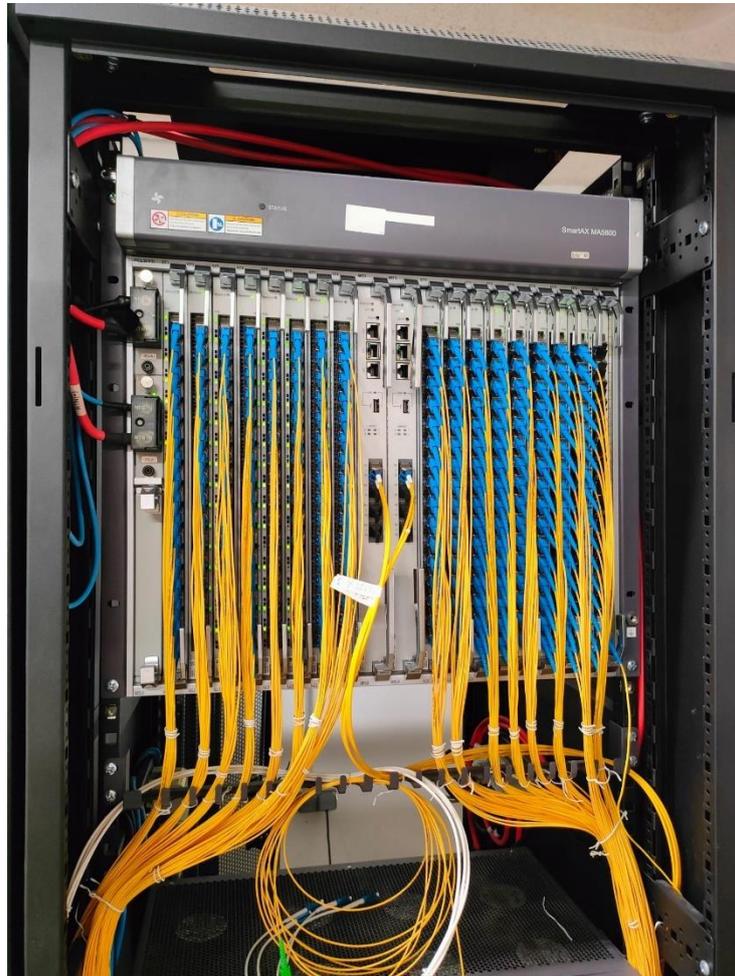


Ilustración 1: OLT real, cabecera de PTV Telecom, cabecera de Valencia

4.1.2 ONT

El ONT (Optical Network Terminal) es un dispositivo ubicado en el lado del cliente en una red PON. También conocido como ONU (Optical Network Unit), el ONT actúa como la interfaz entre el usuario final y la red de fibra óptica. Se encarga de recibir la señal del OLT y convertirla en señal eléctrica para el cliente. Proporciona interfaces de conexión, configuración, y puede ofrecer una variedad de servicios basados en IP.



Ilustración 2: ONT real, ejemplo comercial, ONT HUAWEI HG8240H

4.1.3 SPLITTER

Un elemento para poder proporcionar una correcta conexión de fibra es el splitter. Es el medio necesario para dividir la señal óptica proveniente del OLT y distribuirla hacia las ONT. Simplemente, al ser elementos pasivos, se limitan a agrupar o dividir la señal de fibra sin modificarla. Además, son muy flexibles, pueden añadir o remplazarse para adaptarse a la cantidad de clientes. Estos dispositivos son fundamentales para distribuir eficientemente la señal sin pérdidas y para poder abarcar al máximo la señal desde el OLT.



Ilustración 3: Ejemplo comercial, Splitter Casette 1x8

4.1.4 ESQUEMA DE ARQUITECTURA

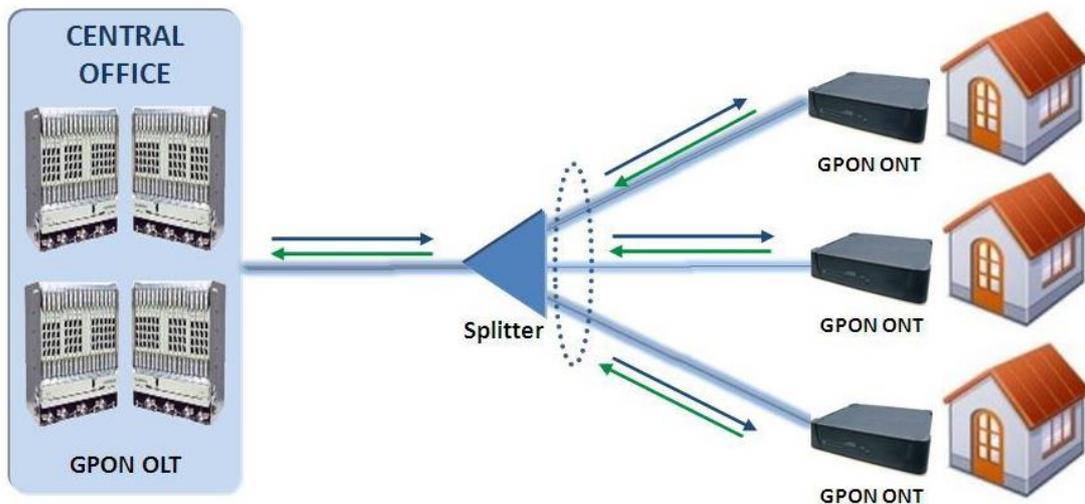


Ilustración 4: Esquema de arquitectura GPON

El esquema de arquitectura típica GPON, como se observa en la ilustración 4, desde la OLT central proporciona toda señal, a través de los Splitters, esta red de fibra óptica va dividiéndose a múltiples usuarios. Si hubiera más niveles de Splitters, este de primer nivel, a su vez se volverían a subdividir para poder abarcar a más usuarios, y así, hasta llegar a cada ONT, es decir, a cada usuario correspondiente. Esta arquitectura permite ofrecer servicios de alta velocidad y capacidad a los usuarios finales mediante la utilización eficiente de la fibra óptica y la división de la señal en múltiples rutas.

4.2 Características, ventajas y desventajas

La FTTH ofrece múltiples ventajas muy llamativas para los usuarios, como ya mencionadas, entre ellas se encuentran la calidad, la estabilidad en la señal de Internet y la alta velocidad de conexión, con anchos de banda muy grandes que alcanzan los 2.4 Gbps de bajada y 1.2 Gbps de subida. Podría tener una conexión totalmente simétrica, lo que significa que las velocidades de carga y descarga son las mismas, pero normalmente se utiliza 2.4/1.2 Gbps (Gigabits por segundo).

Otras grandes ventajas son su seguridad, la información viaja cifrada mediante un encriptado AES (Advanced Encryption Standard), su sencillez, no necesita elementos activos entre OLT y ONT y su mantenimiento es de forma remota. Esta tecnología permite conexiones de hasta 20 Km entre OLT y ONT, frente a los 5.5 Km de las antiguas conexiones xDSL, donde la velocidad de conexión cae al incrementar la distancia.

Este conjunto de características permite una mejor calidad de video, la realización de videoconferencias y el uso de aplicaciones y servicios que requieren una gran cantidad de información, además de los múltiples dispositivos conectados sin pérdidas. Con un óptimo plan de despliegue y un eficaz estudio del mercado, es una inversión altamente rentable.

No obstante, también tiene algún inconveniente como la necesidad de un personal especializado que se requiere para desempeñar las funciones. Como por ejemplo la función de un fusionador, conocido como técnico de fusión de fibras, es realizar empalmes precisos y confiables entre fibras ópticas para garantizar una conexión de calidad, minimizar las pérdidas de señal y mantener la fiabilidad y el rendimiento de la red de fibra óptica. Para esta actividad se requiere mucha precisión por el pequeño diámetro de las fibras y su alta sensibilidad a los daños, aparte del equipo especializado para realizarlo.



Ilustración 5: Técnico de fusión de fibra realizando una conexión

Otra cosa por tratar es el hecho que el plan de despliegue conlleva un tiempo de diseño y optimización y que es una tecnología en evolución, pero aún no puede colocarse en lugares con menos conexiones a la red. Además de que cada conexión de fibra ONT debe estar registrado previamente en su OLT principal, con su hardware específico.

En resumen, la tecnología FTTH ofrece numerosas ventajas y a pesar de tener algún inconveniente, sigue siendo una opción deseable para aquellos usuarios que busquen una conexión de Internet rápida y confiable, y, además, su implementación está en continua expansión para ofrecer los beneficios de la fibra óptica a más usuarios en todo el mundo.

5. Estudio de la zona

El proyecto se enfoca en la provincia de Alicante, donde se realizará un estudio de la zona óptima para comenzar el despliegue de FTTH. Dentro de la provincia de Alicante, las tres principales comarcas son el Alicantí con 491.975 habitantes, La Vega Baja con 361.146 habitantes y el Baix de Vinalopó con 298.070 habitantes, como se observa en la Tabla 2.

Población total	
Provincia de Alicante	1.881.762
Por comarcas	
el Comtat	28.112
l'Alcoià	110.283
Alto Vinalopó	52.557
El Medio Vinalopó	169.898
la Marina Alta	179.651
la Marina Baixa	190.070
l'Alacantí	491.975
el Baix Vinalopó	298.070
La Vega Baja	361.146

Tabla 2: Población por comarcas de la Provincia de Alicante

Comenzando por la comarca más extensa, dentro de ella se encuentra la ciudad de mayor densidad, Alicante, que es la capital de la provincia. La población total de Alicante es de 337.304 habitantes, dato del 2021 obtenido por el INE (Instituto Nacional de Estadística), con una extensión de 200.8 km² y una densidad de 1.679,8 habitantes por metro cuadrado. Seguido por las poblaciones de Elche con 234.205 y Torrevieja con 82.842 habitantes en 2021.

El municipio de Alicante ha experimentado un crecimiento considerable en comparación con años anteriores, siendo así el municipio que abarca un 17,90% de la población de la provincia de Alicante. Por ejemplo, en 1990 había aproximadamente 267.485 habitantes, y los últimos datos recogidos en 2021 muestran un total de 337.304 habitantes, como se muestra en la Tabla 3.

Personas/Año	TOTAL			
	1996	2000	2010	2022
Alacant/Alicante	274.577	276.886	334.418	338.577

Tabla 3: Relación entre número de habitantes en los diferentes años en Alicante

Para realizar el primer despliegue de fibra óptica, es necesario delimitar una zona adecuada que cumpla con los siguientes criterios: facilidad de extensión, alta densidad de población, baja tasa de penetración de servicios de telecomunicaciones e infraestructuras existentes.

5.1 Delimitación de la zona

Para elegir la primera zona a tratar con el despliegue de FTTH, al observar la ilustración 6, lo primero que se aprecia es la distribución de las calles. En la zona central y noroeste se observan calles más uniformes e irregulares, correspondientes al centro y casco antiguo del municipio. En contraste, toda la zona de la derecha cuenta con una mejor estructuración. Al analizar la densidad de población que se muestra en la Tabla 4, se identifican barrios con una alta densidad

de población, que coinciden en los barrios citados anteriormente del centro y la zona noroeste, que en conjunto no son tan óptimos. Sin embargo, la zona del este presenta un porcentaje ligeramente menor de densidad de población, pero cuenta con otras ventajas, como la disposición de las calles.

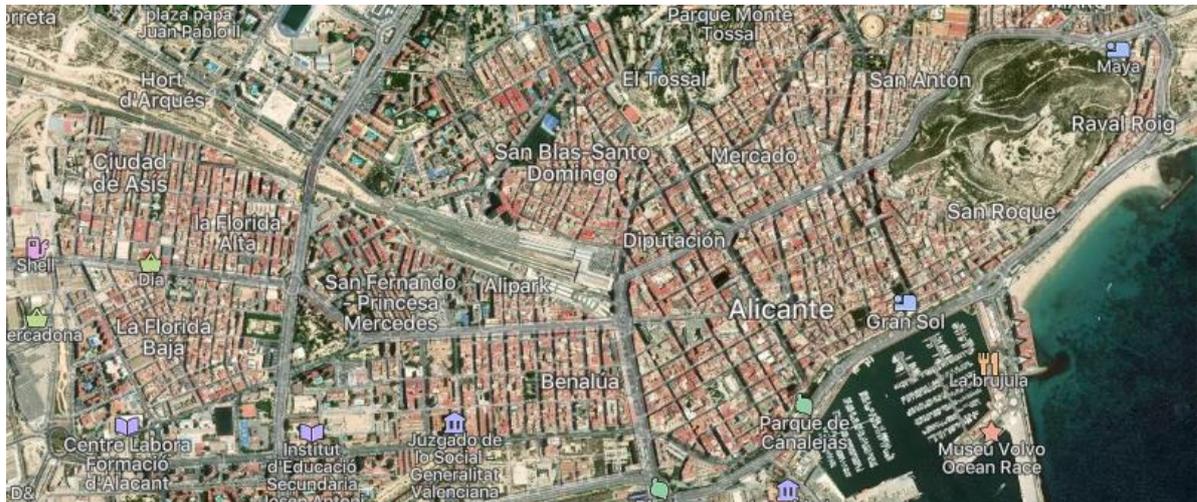


Ilustración 6: vista de Alicante

Las calles rectas y paralelas ofrecen rutas de tendido más eficientes y directas, evitando cambios bruscos y reduciendo costos. El diseño se vuelve más rápido y sencillo debido a la facilidad de acceso a las viviendas, lo que también agiliza el proceso de instalación. Al iniciar un proyecto, este tipo de infraestructuras presentan una mayor flexibilidad para la expansión futura de la red de fibra óptica, gracias a su estructura lógica y ordenada.

Barrio	Total nº habitantes
Centro	5.683
Ensanche diputación	14.633
Mercado	9.073
San Blas - santo domingo	8.978
Polígono san Blas	12.697
Campoamor	12.271
Altozano - conde lumiares	10.607
Los ángeles	11.362
Benalua	9250
Florida alta	5142
Florida baja	10781
Ciudad de Asís	6.543
Polígono babel	7888
Pla del bon repos	13.622
Carolinas altas	18.842
Carolinas bajas	10.149
Albufereta	10.380
Cabo de las huertas	16.547
Playa de san juan	26.725

Tabla 4: Relaciona los diferentes barrios de Alicante con sus número de habitantes totales

En la Tabla 4 se detalla la densidad de población de los barrios más concurridos, se han excluido las zonas con menos de 5000 habitantes y se ha resaltado de color azul las zonas este destacables para el diseño.

Estas cuatro zonas destacadas son Benalúa, Florida Alta, Florida Baja y el Polígono de Babel, ubicadas en la zona este de Alicante. Se trata de áreas más recientes con nuevas infraestructuras, grandes edificios y una concentración empresarial significativa. Estas zonas ofrecen beneficios como una mayor demanda de servicios que requieren una alta velocidad de Internet y un aumento del potencial de colaboración empresarial. Es decir, se fomenta la colaboración entre empresas para generar oportunidades de sinergia en el desarrollo de nuevos servicios o soluciones tecnológicas, lo que aumenta la demanda de conectividad proporcionada por FTTH. Una vez instalada, esta red puede generar un efecto positivo en la economía local al estar fácilmente disponible y atractiva para nuevos negocios, lo que a su vez impulsa el crecimiento económico y la creación de empleo.

Una vez elegida la zona aproximada basándonos en la ubicación geográfica, la elección óptima recae en la zona de Florida Alta, que se encuentra en un extremo y presenta varias ventajas clave:

- Expansión futura: Al estar ubicada en un extremo geográfico, facilita la futura expansión de la red de FTTH, proporcionando una base sólida desde la cual se puede ampliar gradualmente hacia otras áreas.
- Menor interferencia de zonas centrales: Las zonas centrales suelen tener una mayor densidad de población o infraestructuras más complejas de gestionar. Al seleccionar una

zona periférica como Florida Alta, se mejora el diseño y se simplifica la planificación de la red.

- Accesibilidad a áreas periféricas: Las áreas periféricas suelen ser más complejas de alcanzar y podrían tener una conectividad más deficiente o limitada. Al comenzar el despliegue de FTTH desde los extremos, se obtiene una ventaja en términos de accesibilidad a estas zonas y la posibilidad de brindarles una conectividad mejorada.

En resumen, la elección de Florida Alta como zona óptima para el despliegue de FTTH se basa en su ubicación estratégica en un extremo geográfico, lo que facilita la expansión futura, reduce la interferencia de zonas centrales y proporciona acceso mejorado a áreas periféricas. Estos factores contribuyen a maximizar los beneficios y la eficiencia del despliegue de la red de fibra óptica.

5.2 Área geográfica a tratar: Florida Alta

La zona a tratar es el barrio de Florida Alta. El barrio de la Florida Alta se crea durante la primera mitad del siglo XX, y conforma una de las numerosas barriadas asociadas a conjuntos fabriles o infraestructuras de transporte aparecidas en Alicante tras la consecución del ensanche, durante el primer tercio del siglo. Mientras que el ensanche es ocupado por los grupos dirigentes de la ciudad, este tipo de barrios periféricos son ocupados por población fundamentalmente obrera.

Se trata de un sector fundamentalmente residencial, aunque existen aún numerosos enclaves industriales en el interior del ámbito delimitado. El barrio se estructura a partir de una trama ortogonal que se apoya en los dos importantes ejes urbanos: Avenida de Orihuela y Gran Vía. En esta zona predomina la manzana cerrada y compacta, de una altura predominante de cuatro plantas, sin embargo, existen conjuntos de manzanas unifamiliares de una sola planta y también otros bloques de cinco y siete plantas. Se localizan algunos espacios públicos de calidad, que compensan la elevada compacidad de la trama.

El barrio delimitado posee una accesibilidad muy buena, ya que se encuentra a escasos kilómetros del centro tradicional, y queda envuelto por dos importantes vías, como son la Gran Vía y la Avenida de Orihuela, como se observa en Ilustración 7.

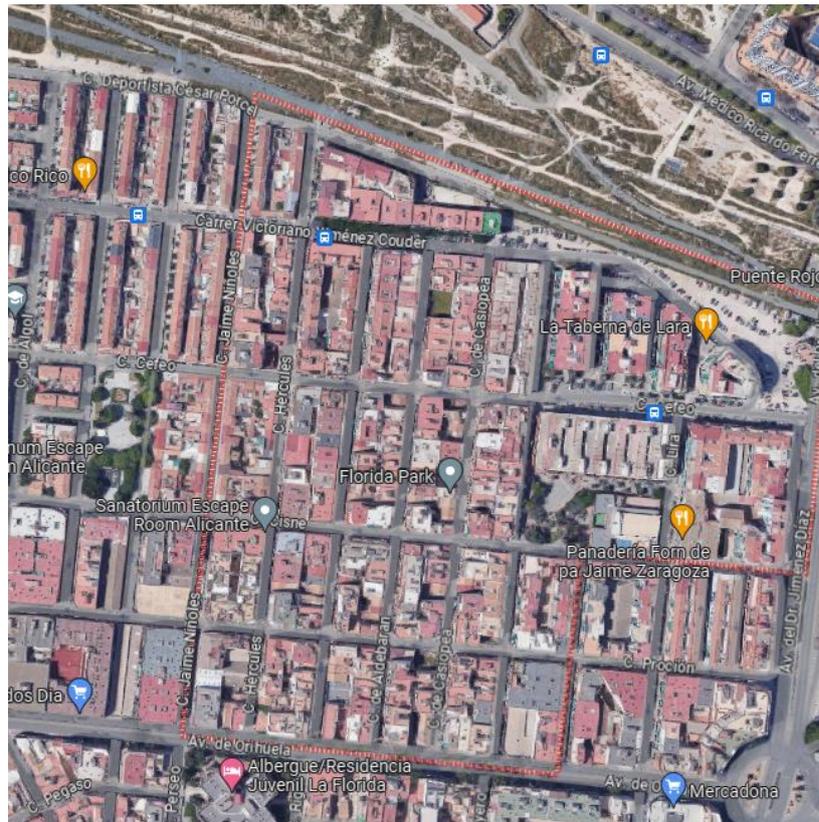


Ilustración 7: Delimitación de Florida Alta

La densidad de población de Florida Alta se mantiene desde el 2011 hasta la actualidad, con muy pocas variaciones, sobre los 5150 habitantes, como se observa en la Tabla 5. Esto junto a la parte conjunta de la ciudad de Asis serán un total de unos 8000 habitantes, aproximadamente 6500 viviendas.

	TOTAL										
Población/Año	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	5.272	5.215	5.160	5.130	5.001	4.947	4.980	5.119	5.236	5.139	5.142

Tabla 5: Relación de la densidad de población con el paso del tiempo en Florida Alta

Otro factor importante que justifica la elección de Florida Alta es su demografía, ya que cuenta con una población mayoritariamente joven y en constante crecimiento, lo que indica una mayor demanda de servicios de alta velocidad y calidad. Asimismo, el barrio cuenta con una importante presencia de empresas y negocios que también podrían beneficiarse de la conexión a una red de fibra óptica FTTH.

En cuanto a su distribución por tramos de edad de un informe del 2022 se comprende en 893 habitantes de 0-19 años, 3094 habitantes de 20-64 años y 1249 habitantes de 65 o más, se puede ver representado en el Gráfico 1.

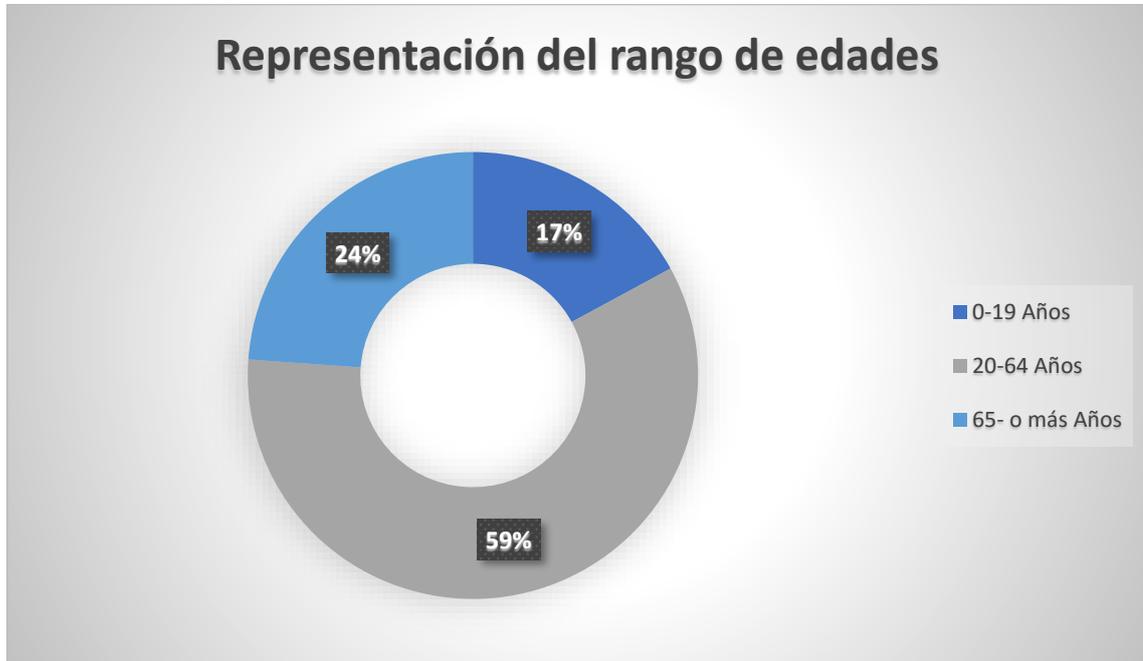


Gráfico 1: Representación con porcentajes del rango de edad en Florida Alta

En conclusión, la elección del barrio de Florida Alta para el despliegue de una red de fibra óptica FTTH es una decisión adecuada debido a varios factores. En primer lugar, el barrio presenta una topografía favorable para la instalación de la red, ya que no presenta grandes desniveles ni obstáculos que dificulten la colocación de los cables de fibra óptica. Además, Florida Alta cuenta con una densidad de población considerablemente alta, lo que indica un gran potencial de demanda para los servicios de telecomunicaciones.

En el barrio de Florida Alta en Alicante, hay múltiples proveedores y una competencia significativa en el sector de las telecomunicaciones, lo que ha impulsado mejoras en la infraestructura de red y una amplia variedad de opciones de conexión, como fibra óptica, ADSL, cable y redes inalámbricas. Estas características son relevantes para evaluar los aspectos positivos y negativos de la competencia al diseñar el despliegue de FTTH en el barrio. Por un lado, la competencia impulsa a los proveedores a mejorar la calidad del servicio y ofrecer precios más competitivos, lo que beneficia a los residentes con conexiones de alta velocidad y accesibles. Sin embargo, la intensa competencia puede dificultar la entrada de nuevos proveedores y limitar la rentabilidad a largo plazo.

En resumen, la elección de Florida Alta para el despliegue de una red de fibra óptica FTTH se basa en una serie de factores estratégicos que permiten ofrecer servicios de alta velocidad y calidad a una población densa y en crecimiento, así como a empresas y negocios que buscan una conexión confiable y de alto rendimiento.

6. Despliegue de FTTH

El diseño del despliegue de FTTH involucra la planificación y la creación de un esquema detallado que define cómo se construirá y expandirá la red de fibra óptica. Este proceso implica la identificación de rutas óptimas, la selección de equipos y componentes adecuados, y la definición de la arquitectura de la red, incluyendo la ubicación de puntos de acceso, cajas de empalmes y otros elementos clave.

6.1 Replanteo

La zona de diseño abarca Florida Alta y la Ciudad de Ascis. Este proyecto se dividirá en múltiples zonas internas con el objetivo de mejorar su diseño. La zona que se plantea para este proyecto representa el diseño completo de la primera parte ubicada en la derecha, separa por barreras físicas y aproximación de viviendas.



Ilustración 8: Secciones dentro de la zona de Florida Alta

En la primera fase del diseño de la zona, conocida como replanteo, se realizarán varias acciones fundamentales. En primer lugar, se obtendrá el plano de la zona a través de la Sede Electrónica del Catastro, como aparece en la Ilustración 8, una plataforma digital proporcionada por el organismo catastral encargado de gestionar la información y los datos relacionados con la

propiedad inmobiliaria en un país determinado. Dicha plataforma proporcionará información detallada sobre la distribución de viviendas y locales en el área objetivo.



Ilustración 9: Descarga del plano de Catastro

El proceso utilizado implica revisar cada vivienda de forma individual para obtener el número total de unidades residenciales y locales. Esto garantiza la precisión y exactitud del proyecto, teniendo en cuenta a todos los posibles clientes futuros al momento de la instalación de FTTH.

Para llevar a cabo este proceso, se utiliza la Sede Electrónica del Catastro, como se mencionó anteriormente. Esta plataforma permite a los ciudadanos y profesionales acceder y realizar trámites relacionados con la información catastral de manera electrónica. Una vez configurada la geolocalización de la zona a tratar en el sitio web, se muestra información específica sobre la propiedad inmobiliaria ubicada en esa ubicación geográfica, como se muestra en la Ilustración 9.



Ilustración 11: Ubicación de los portales y las calles

En la Ilustración 11 también se ha añadido una capa de fachada para mejorar la visualización del plano y contrastar la diferencia entre la fachada y sus interiores. También se ha añadido información referida a ubicación de plazas y calles peatonales.

6.1.2 Viviendas y locales

Una vez en esta etapa, es necesario revisar las viviendas y tomar nota de la información necesaria. Esto puede incluir datos como el número de referencia catastral, la descripción de la propiedad, la superficie, los usos permitidos, los límites del terreno y otras características relevantes. Sin embargo, en términos generales, se registran el número de viviendas y locales.



Ilustración 12: Numeración de las viviendas

Para llevar a cabo este proceso, se visualiza la información desde la página web, tal como se muestra en la Ilustración 12. Posteriormente, se realiza un recuento del número total de unidades residenciales por vivienda. Esta etapa es crucial para obtener una comprensión precisa de la distribución de las viviendas y planificar adecuadamente los servicios necesarios. En la ilustración 13 se observa el recuento de cada vivienda.

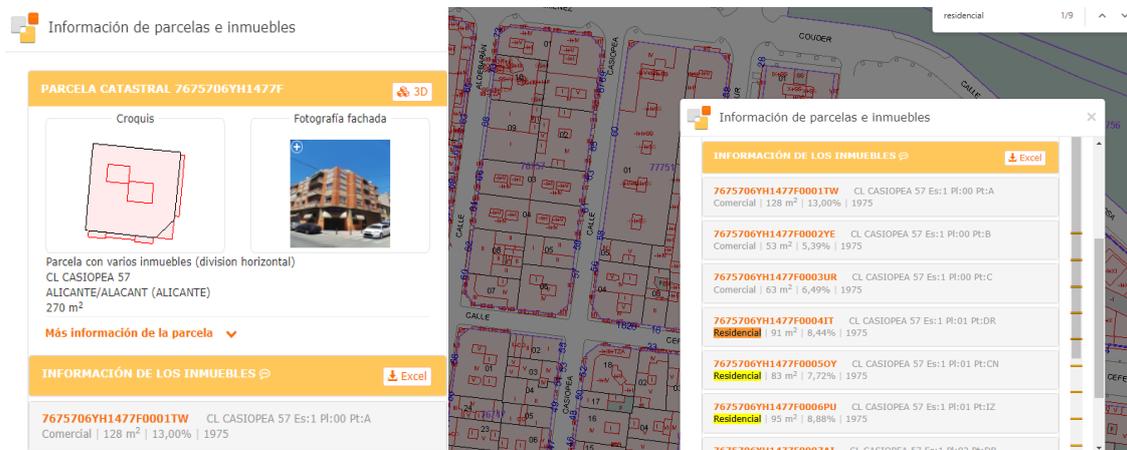


Ilustración 13: Ejemplo del recuento de las viviendas



6.1.2.1 Reglamento de Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones (ICT)

En este apartado hay otras anotaciones importantes. El Reglamento de Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones (ICT) de 2002 es una normativa que establece las pautas y requisitos para la instalación de infraestructuras de telecomunicaciones en edificios residenciales. Este reglamento tiene como objetivo principal garantizar la disponibilidad y accesibilidad de servicios de telecomunicaciones, como telefonía, internet y televisión, en todas las viviendas. Existe una modificación que se consolida en el Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo (BOE 1-04-2011), por el que se aprueba el reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios.

Algunos de estos aspectos importantes son:

1. **Canalizaciones y conductos:** El reglamento exige contar con canalizaciones y conductos adecuados que permitan la instalación de cables de telecomunicaciones en los edificios. Estos conductos deben permitir el acceso y la interconexión de los diferentes servicios, facilitando la distribución de las conexiones.
2. **Espacios técnicos:** Se especifica la necesidad de disponer de espacios técnicos dedicados, como cuartos de telecomunicaciones o armarios, para alojar los equipos y las conexiones de telecomunicaciones. Estos espacios deben cumplir con requisitos de accesibilidad y seguridad, proporcionando un entorno adecuado para el despliegue y el mantenimiento de los sistemas.
3. **Cableado interno:** El reglamento establece las características y requisitos técnicos para el cableado interno en las viviendas, incluyendo la calidad de los cables y las conexiones. Esto garantiza una transmisión adecuada de los servicios de telecomunicaciones, asegurando una conexión confiable y de calidad en cada unidad residencial.
4. **Compatibilidad:** Se establecen normas de compatibilidad entre las infraestructuras de telecomunicaciones y los servicios ofrecidos por los proveedores. Esto asegura que los usuarios puedan acceder a los servicios de diferentes operadores sin problemas de incompatibilidad, fomentando la libre elección y la competencia en el mercado.

Estos aspectos clave del Reglamento ICT de 2002 son fundamentales para garantizar una adecuada instalación de las infraestructuras de telecomunicaciones en edificios residenciales, promoviendo la conectividad y la disponibilidad de servicios de comunicación para los usuarios.

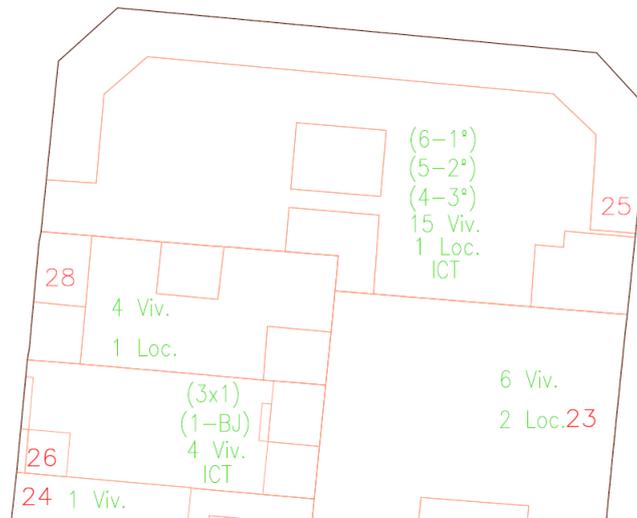


Ilustración 14: Ejemplo de etiqueta de distribución de las viviendas que se rigen por el Reglamento ICT

Siguiendo estas pautas relacionadas con esta normativa, en el diseño es importante tener en cuenta y destacar las viviendas construidas a partir del año 2002 aproximadamente. El procedimiento consiste en identificarlas como "ICT" y registrar el número total de viviendas y locales, así como la distribución de las viviendas por planta. Por ejemplo, como se muestra en la Ilustración 14, el portal 25 está compuesto por 15 viviendas, distribuidas en 6 en la primera planta, 5 en la segunda planta y 4 en la tercera planta, además de un local adicional. Otro ejemplo es el portal 26, que consta de 3 alturas, con una vivienda en cada una (3x1), y 1 vivienda en el bajo (1-BJ), sumando un total de 4 viviendas.

6.1.3 Información adicional

El último paso en el replanteo implica ubicar y destacar objetos y detalles del diseño. Es necesario identificar la ubicación de los tubos por donde ingresan los cables de red para un posible uso futuro. También es importante señalar las viviendas que no disponen de cableado en la fachada, lo cual implica que en la distribución de las conexiones no se podrá pasar por esas viviendas.

Además, es necesario marcar los puntos donde existen saltos entre calles, es decir, cambios de dirección o intersecciones, para poder seguir una ruta óptima y utilizar recursos en buen estado. Esto implica identificar los saltos que se encuentren en buenas condiciones, lo cual es fundamental para asegurar un camino eficiente y un uso adecuado de los recursos disponibles.

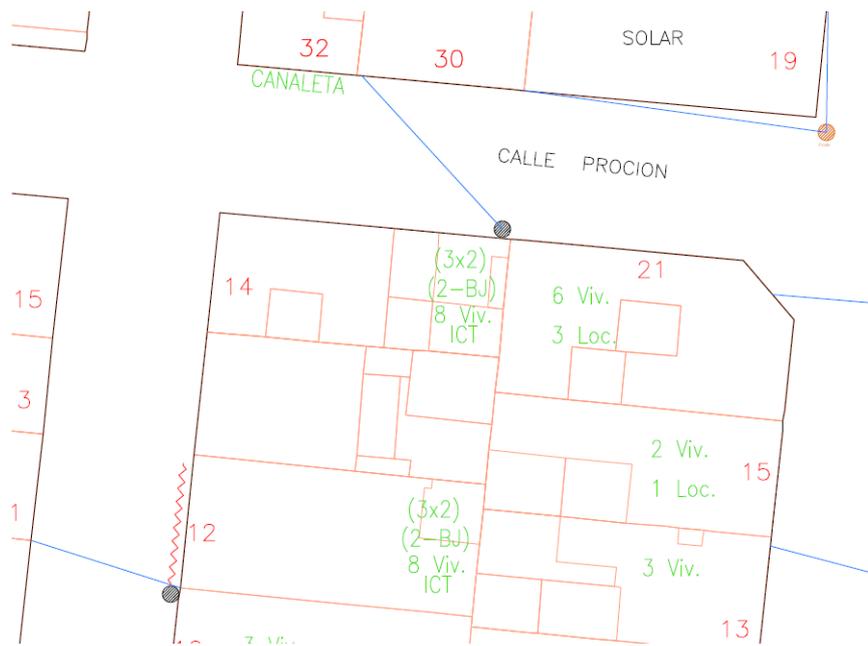


Ilustración 15: Ejemplo de señal de elementos como los saltos, tubos y postes.

Como se muestra en la Ilustración 15, se pueden apreciar los objetos mencionados anteriormente. En el Anexo del plano 1 se detallan los símbolos correspondientes. En resumen, los círculos negros representan los tubos, mientras que el símbolo marrón representa un poste. En general, se evita utilizar los postes debido a su complejidad. Además, pueden aparecer otros elementos como un "Solar", que indica la ausencia de viviendas en esa ubicación, y una "Canaleta", que indica un lugar por donde se puede pasar, es importante para los instaladores para que estén informados y lleven el material adecuado.

Normalmente, esta información se obtiene a través de herramientas como Google Maps, lo cual agiliza el proceso. En caso de que surjan problemas o dificultades, también se puede visitar la zona para aclarar áreas más complejas y obtener información adicional.

6.2 Diseño

6.2.1 Elementos del diseño

Es importante resaltar algunos elementos adicionales ampliamente utilizados en el diseño del proyecto para el despliegue de FTTH. Estos elementos desempeñan un papel fundamental en la implementación y funcionamiento eficiente de la red. Algunos de ellos son los siguientes:

6.2.1.1 Caja terminal óptica

Son los componentes responsables de dividir la señal óptica para los usuarios, proporcionando 16 salidas que pueden conectarse directamente a los clientes o a través de cajas satélite.

- CTO (Caja Terminal Óptica Exterior): Esta caja cuenta con 1 fibra de entrada y puede ofrecer hasta 16 salidas gracias a la presencia de un splitter de 1:16 en su interior. Además, tiene la capacidad de instalar hasta 64 fibras ópticas y permitir la realización de empalmes (hasta 96 empalmes), lo que facilita la creación de ramificaciones adicionales de fibra.



Ilustración 16: Ejemplo empleado para las CTO en el diseño

En la Ilustración 16 se muestra el diseño empleado para representar las CTO en el plano, donde triángulo es el paso e indica hacia donde van dirigidas las fibras y el número la cantidad de bocas/tomas que incluye. Su ejemplo real comercial se muestra en la Ilustración 17, proporcionada por la empresa PTV Telecom, es una distribución PLC 16F exterior ip68.



Ilustración 17: Ejemplo de CTO comercial de la empresa PTV.

- CMI (Caja Multioperador Interior): Cumple una función similar a la CTO, pero se utiliza para distribuciones interiores. La CMI dispone de 3 fibras de entrada y puede ofrecer hasta 48 salidas mediante la incorporación de 3 splitters de 1:16 en su interior.



Ilustración 18: Ejemplo empleado para las CMI en el diseño

En la Ilustración 18 se muestra el diseño empleado para representar las CMI en el plano, donde triángulo es el paso e indica hacia donde van dirigidas las fibras, el número la cantidad de bocas/tomas que incluye con las fusiones empleadas y las líneas su distribución hacia los FDB de interior. Su ejemplo real comercial se muestra en la Ilustración 19.



Ilustración 19: Ejemplo comercial de CMI M 48 SC/PC de la empresa PTV Telecom

6.2.1.2 FDB

Los FDB (Fiber Distribution Box o Caja de Distribución de Fibra) son dispositivos utilizados en las redes de fibra óptica para distribuir y gestionar las conexiones de fibra hacia los usuarios finales. Estas cajas proporcionan un punto centralizado donde se pueden realizar empalmes, conexiones y distribución de las fibras ópticas.

Existen los FDB exteriores e interiores como se observa en la Ilustración 20.

Su representación en el plano es la siguiente:

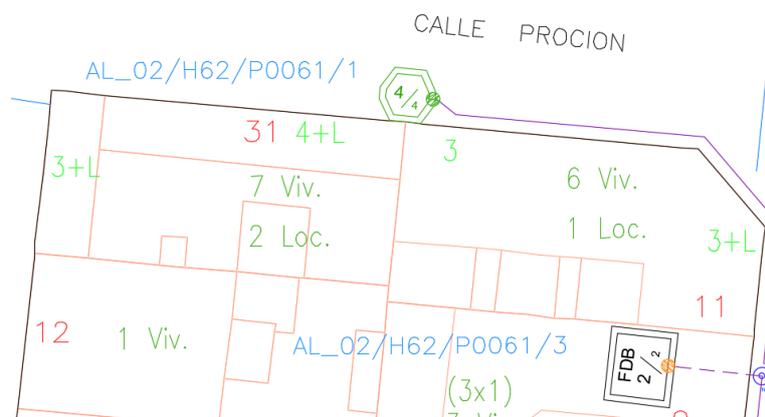


Ilustración 20: Ejemplo del diseño de los FDB interiores y exteriores

El FDB exterior se coloca en el exterior de la fachada representado por el hexágono verde, que incluye el número de bocas empleado y el número de fusiones, al igual que el FDB interior, representado con un cuadrado blanco. Un ejemplo real comercial se muestra en la Ilustración 21, que es una caja de FDB Exterior 8/12 F-12 A, de la empresa de PTV Telecom.



Ilustración 21: Ejemplo comercial FDB EXT 8/12 F-12 A de PTV Telecom

6.2.1.3 Caja de empalme (CE)

Estas cajas desempeñan un papel fundamental al asilar las fusiones de las fibras ópticas, permitiendo su distribución hacia diferentes puntos de la red. Las anotaciones técnicas se realizan de la siguiente manera:

- Se encargan de albergar las fusiones de la fibra óptica para su distribución en varios puntos de la red.

- Se utilizan las CTO como cajas de empalme siempre que la fibra sea superior a F.O. 64.



Ilustración 22: Representación en el plano de una CE

En la Ilustración 22 se muestra el diseño empleado para representar las CE en el plano, donde triángulo es el paso e indica hacia donde van dirigidas las fibras, además de indicar cada salida con un punto de color.

6.2.1.4 Fibras distribución horizontal

Es la fibra utilizada para comunicar las CTO. Hay varios modelos dependiendo del número de fibras y tubos. En concreto en este diseño va a utilizarse, la fibra de 8 (indicada de color morado), la fibra de 24 (indicada de color gris) y la fibra de 64 (indicada de color azul), como se muestra en la Ilustración 23.



Ilustración 23: Ejemplo de representación en el plano de las distintas fibras empleadas en el diseño

La elección de la fibra depende de las necesidades del diseño y del precio de esta, por ejemplo, el precio de la fibra de 8 es más económico que las fibras superiores y con ello se reduce el número de fusiones, por tanto, el coste final.



Ilustración 24: Ejemplo fibra de 24, PTV

En la Ilustración 24 se puede observar una fibra de 24 con sus 6 tubos internos de 4 fibras cada uno. Otro ejemplo es en la Ilustración 25, en la que aparece una fibra de 8, con sus 4 tubos internos, se aprecia en la derecha dos tubos de cerca y sus dos fibras internas, que por su colorimetría hace referencia la roja es la fibra 1 y la verde la 2, siendo las impares las activas y las pares las de reserva. En la parte de la derecha se observa la fibra al descubierto donde muestra la forma de cómo están trenzadas las fibras con fibras de Kevlar para evitar romperse en su uso.

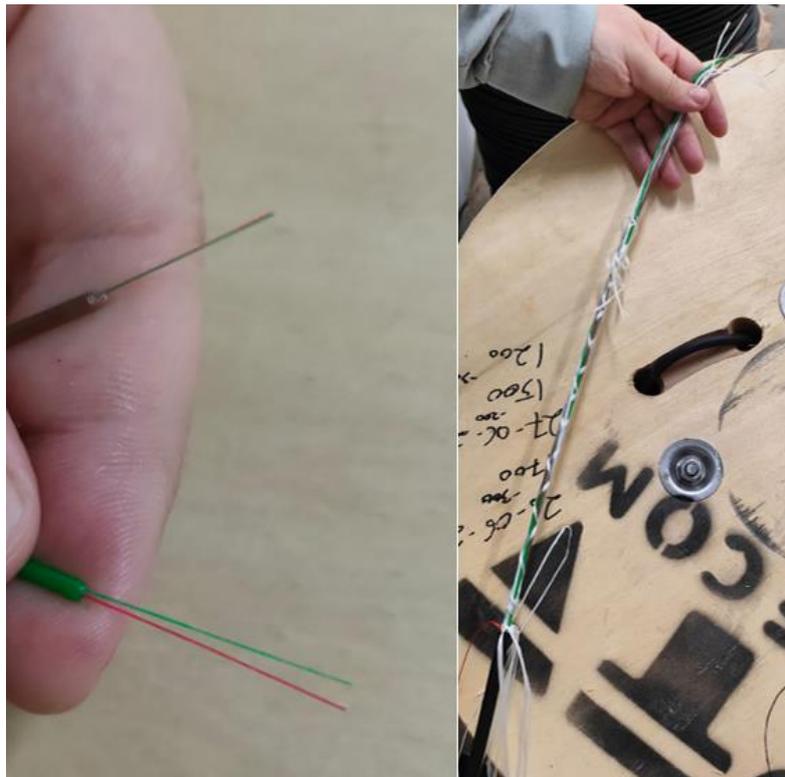


Ilustración 25: Ejemplo comercial de fibra de 8, fibras internas y forma interior

6.2.2 Leyenda

La leyenda empleada garantiza la uniformidad en todo el diseño y ayuda a proporcionar una comprensión clara de los elementos presentes, facilitando así la visualización para todas las personas involucradas en el proyecto. Esta leyenda incluye todos los elementos utilizados, entre otros, y proporciona una breve descripción de cada uno de ellos.

En el Anexo 1, se encuentra el Plano de Leyenda que proporciona una descripción detallada de todos los elementos utilizados en el diseño del proyecto (Nombre del Proyecto, Año, Anexo 1).

6.2.3 Verticales

Para poder ubicar las CTO es necesario primeramente identificar las verticales. Estas son los conductos verticales por donde se transporta el cable de fibra óptica desde la planta baja hasta el último piso. Estas verticales deben ser diseñadas y construidas de manera que permitan una instalación y acceso fácil y seguro de los cables de fibra óptica en cada planta o unidad residencial.

La ubicación de las verticales en un edificio debe cumplir con normas y consideraciones específicas para garantizar un despliegue eficiente y efectivo de la red de fibra óptica. Estas consideraciones pueden incluir aspectos como la estética del edificio, una distribución equitativa que llegue a todas las residencias, y un mantenimiento accesible. Todo esto se rige por la normativa de instalación de verticales para FTTH.

El procedimiento para localizar las verticales es similar al de buscar los elementos anteriores, ya sea a través de la herramienta de Google Maps o mediante una inspección física. Como se puede apreciar en la Ilustración 26, es necesario tomar nota en cada vivienda de la ubicación de las verticales, indicando el número de plantas y señalando la presencia de locales (L) o viviendas en plantas bajas (B).

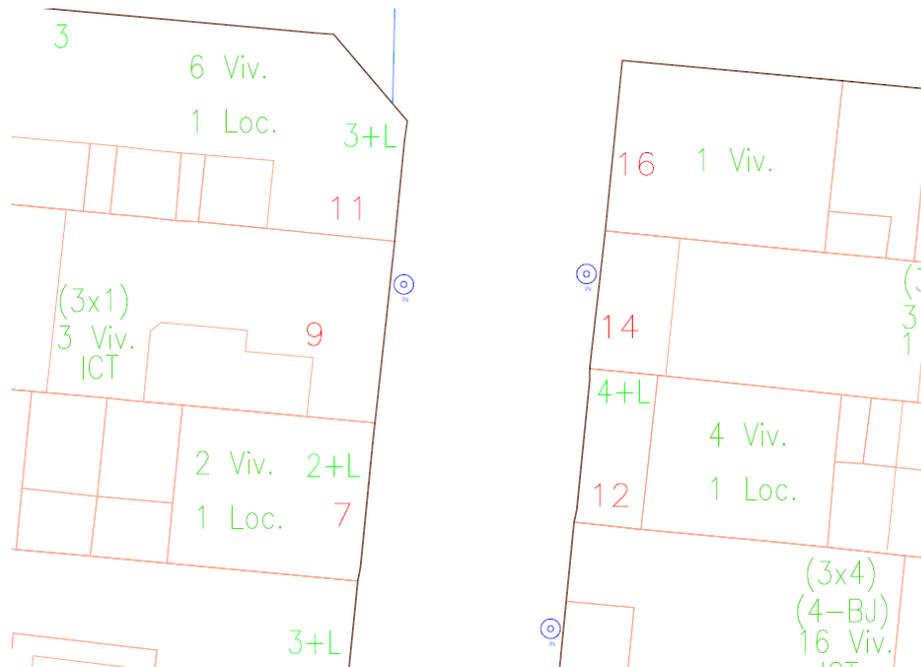


Ilustración 26: Ejemplo de diseño con la ubicación de las verticales

En la Ilustración 26 se representa el símbolo de entrada por fachada (círculo azul), que es una alternativa a las verticales. Esta opción se utiliza cuando no se disponen de verticales en el edificio o cuando es más conveniente desde el punto de vista técnico o estético. Consiste en un tubo que se conecta directamente a la fachada del edificio, a través del cual se realiza la conexión a la ICT (Infraestructura Común de Telecomunicaciones).

La ICT engloba los elementos y dispositivos necesarios para la conexión de los servicios de telecomunicaciones en el edificio. De esta manera, se logra el paso de los cables de fibra óptica hacia las viviendas, permitiendo la distribución de los servicios de telecomunicaciones.



Ilustración 27: Ejemplo real de una entrada por fachada en el portal 6 y una parte de la bajante del portal 8

La Ilustración 27 muestra un ejemplo real donde se puede apreciar la entrada por fachada en el portal 6, seguido de la vertical del portal 8.

6.2.4 Porcentajes y viviendas totales

Para determinar el número necesario de CTO, se realiza el siguiente procedimiento. En primer lugar, se obtiene el número total de viviendas y locales en la zona. A continuación, este valor se divide por la capacidad de cada CTO. De esta manera, se obtiene el número de CTO requeridos para cubrir todas las conexiones por manzana, es decir, alcanzar el 100% de cobertura.

Sin embargo, en el diseño de un despliegue de FTTH, no es óptimo diseñar para una cobertura del 100% en todas las manzanas. Esto se debe a diferentes factores, como la rentabilidad económica, los posibles costes adicionales que podrían no ser cubiertos, el largo plazo para recuperar la inversión y la constante evolución de la tecnología de fibra óptica.

En este caso, se ha elegido un diseño aproximado de cobertura del 40% por manzana. Esto se debe a que se trata de una zona nueva en proceso de expansión y diseño. Este enfoque permite una mayor eficiencia económica y flexibilidad para adaptarse a futuros cambios y mejoras en la infraestructura de fibra óptica.

Además, es importante tener en cuenta que cada CTO tiene disponibles 16 bocas de conexión, es decir, cada CTO le entra 1 fibra que va a un splitter 1:16, habilitando las 16 posibles posiciones. Estas bocas representan los puntos de acceso donde se pueden conectar los cables de fibra óptica provenientes de las viviendas y locales, permitiendo así la conexión a la red de telecomunicaciones.



$$\frac{N^{\circ} \text{ de viviendas por manzana}}{N^{\circ} \text{ de bocas}} = N^{\circ} \text{ de CTO}$$

Al utilizar esta fórmula, se puede determinar el número de CTO requeridos para lograr una cobertura del 100%. Sin embargo, como se ha mencionado previamente, se ha de diseñar para alcanzar aproximadamente el 40% de cobertura por manzana.

$$\frac{N^{\circ} \text{ de viviendas por manzana} * 40\%}{N^{\circ} \text{ de bocas}} = N^{\circ} \text{ de CTO (al 40\%)}$$

Una vez se tiene el número de cajas por manzana para su futura ubicación, es importante determinar la cantidad de viviendas que tendrá cada CTO para facilitar la distribución por manzana.

$$\frac{\text{Viviendas}}{\text{CTO}} = \frac{N^{\circ} \text{ de viviendas por manzana}}{N^{\circ} \text{ de CTO}(40\%)}$$

Con todos estos valores se ha elaborado la Tabla 6 que proporciona todos los datos necesarios para el diseño.

PROYECTO		NEREA PINEDA				
VIV+LOC Pro.			2849			
Spliters Pro.				LIMITE PORCENTAJE		VIV/CTO
NºManzana	V+L	CTO	40%	100%	PONES	
A01	171	4	4	11	1	43
A02	124	3	3	8	0,75	41
A03	148	4	4	9	1	37
A04	96	2	2	6	0,5	48
A05	95	2	2	6	0,5	48
A06	151	3	4	9	0,75	50
A07	123	3	3	8	0,75	41
A08	97	2	2	6	0,5	49
A09	129	3	3	8	0,75	43
A10	155	4	4	10	1	39
A11	353	9	9	22	2,25	39
A12	58	1	1	4	0,25	58
A13	69	2	2	4	0,5	35
A14	80	2	2	5	0,5	40
A15	123	3	3	8	0,75	41
A16	118	3	3	7	0,75	39
A17	84	2	2	5	0,5	42
A18	71	2	2	4	0,5	36
A19	73	2	2	5	0,5	37
A20	63	1	2	4	0,25	63
A21	72	2	2	5	0,5	36
A22	82	2	2	5	0,5	41
A23	68	1	2	4	0,25	68
A24	83	2	2	5	0,5	42
A25	163	4	4	10	1	41
TOTALES			REAL			
25	2849	68	38,19%	89	17	

Tabla 6: Representación de los cálculos por manzana del cálculo de las CTO

Esta información recopilada se representa en el plano, tal como se muestra en la Ilustración 28.

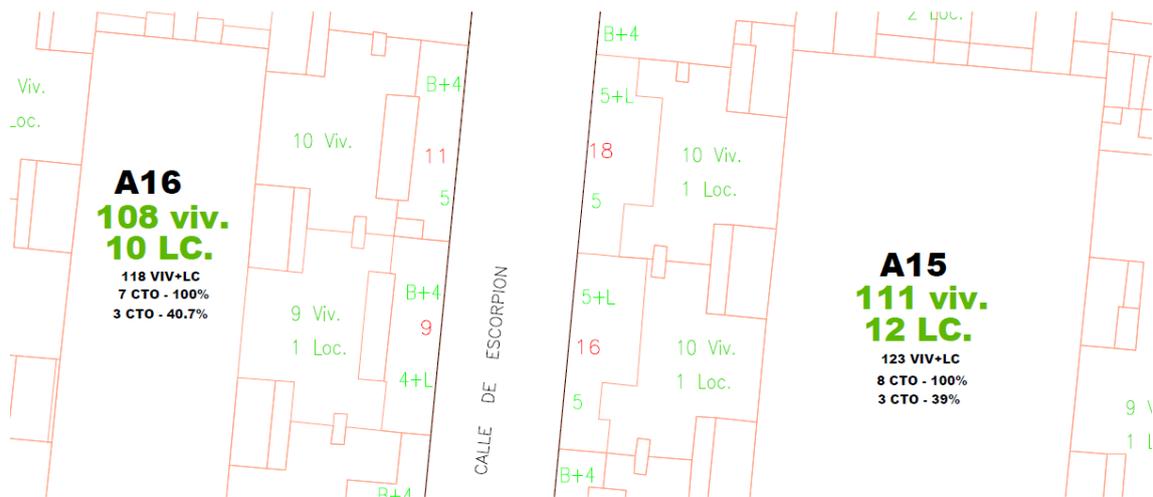


Ilustración 28: Ejemplo de la representación en el plano de los datos de la Tabla 6

6.2.5 Ubicación de las CTO

La ubicación estratégica de las CTO es crucial una vez se conoce la cantidad de usuarios que abarca cada una, evitando superar los 50 usuarios por CTO. Se deben colocar de forma estratégica, teniendo en cuenta puntos fuertes del diseño, con el objetivo de lograr una distribución equitativa de las conexiones, fácil accesibilidad y evitar complicaciones innecesarias.

Es fundamental establecer conexiones óptimas para evitar recorridos largos, áreas con interferencias y pérdidas de señal innecesarias. Existen ubicaciones más favorables para su colocación, considerando tanto el espacio disponible como la necesidad de una distribución equitativa que cubra toda la manzana de manera adecuada.

Es importante mantener una distancia mínima de 50 metros entre las CTO para garantizar una distribución coherente, y la distancia máxima desde la CTO hasta el último cliente, incluyendo la vertical, no debe superar los 80 metros. Otra opción para evitar conflictos es utilizar ubicaciones donde ya existan CTO de otras compañías.

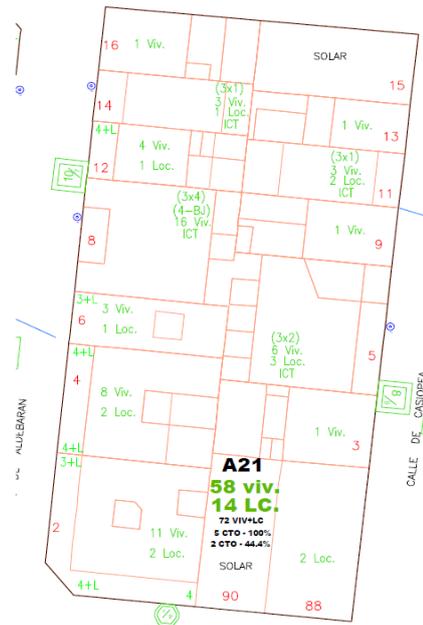


Ilustración 30: Ejemplo de la manzana A21 que utiliza un FDB para poder acceder a todas las viviendas

6.2.5.1 Etiquetas de los elementos

La correcta identificación de los elementos es crucial una vez se ha definido la ruta de implementación. Esto permite un acceso rápido y eficiente a cada elemento del proyecto. Cada elemento se etiqueta de manera específica para mantener una consistencia en todos los proyectos:

- Se asigna una identificación a cada CTO/CMI utilizando etiquetas:
AL_02/H62/P0001
(Cabecera/Proyecto/Número de caja)

En este caso, "AL_02" representa la cabecera número 2 correspondiente a Alicante, "H62" es el nombre del proyecto que se ha establecido según su ubicación, y el número indica la posición numérica de cada caja dentro del mismo proyecto, estos valores se observan en la Ilustración 31.



Ilustración 31: Ejemplo de la etiquetación de las CTO

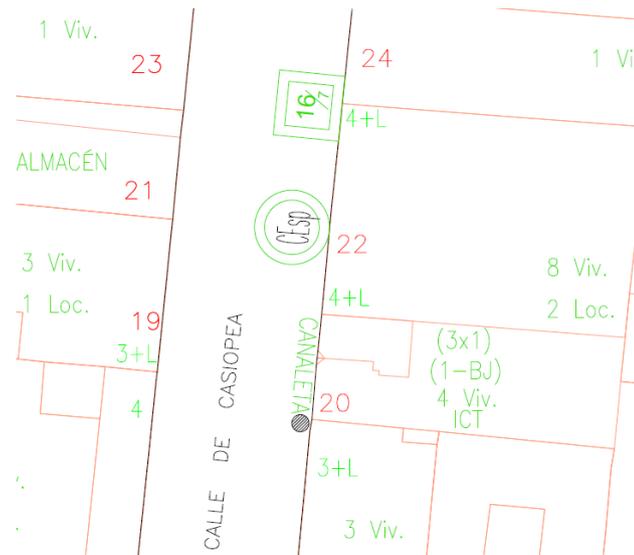


Ilustración 33: Representación de la CE y la elección de su ubicación

En este proyecto, se ha seleccionado la calle Casiopea, en las proximidades del portal 22, como ubicación para la caja de empalme con splitters. Esta ubicación estratégica permite abarcar las primeras 10 manzanas del proyecto, así como algunas cajas adicionales cercanas, cubriendo así la mitad superior del despliegue. A partir de este punto, se buscará optimizar la ruta más adecuada para distribuir y agrupar las conexiones de fibra óptica hacia el resto de las cajas del proyecto.

La caja de empalme con splitters es el punto de llegada de la fibra troncal, que es la línea principal de transmisión en la red de fibra óptica. A partir de esta caja, la señal de fibra óptica se divide utilizando splitters en múltiples trayectos que se dirigen hacia cada vivienda o local que requiere conexión.

6.2.7 Distribución de la fibra

La caja de empalmes distribuye este proyecto en tres grupos de fibras completas. Un grupo de fibras completo, compuesto por 64 fibras, que abarca desde la caja 1 hasta la 32 (P0001 a P0032). Otro grupo de fibras completo, también con 64 fibras, que va desde la caja 33 hasta la 64 (P0033 a P0064). Y finalmente, un grupo de fibras completo con 8 fibras, que cubre desde la caja 65 hasta la 68 (P0065 a P0068). En este proyecto se ha realizado una optimización para asegurar la compatibilidad entre las fibras y las cajas, pero es posible ajustar y cortar las fibras antes para adaptarse a un número específico de cajas. Este enfoque permite obtener un proyecto más adecuado para la zona y más sencillo de implementar.

6.2.8 Carta de empalmes

Una carta de empalmes es un documento técnico utilizado en proyectos de fibra óptica para registrar y documentar los empalmes realizados entre los cables de fibra óptica. Esta carta proporciona información detallada sobre los empalmes, incluyendo la ubicación de cada empalme y las fibras ópticas involucradas.

Esta carta es importante para mantener un registro detallado de los empalmes realizados, lo cual facilita el mantenimiento y la solución de problemas en el futuro. También es útil para realizar comprobaciones y verificaciones posteriores, así como para garantizar la calidad y la integridad de la instalación de fibra óptica.

En este proyecto, como se menciona anteriormente, se emplean dos fibras completas de 64 y una de 8. Para su implementación, se utiliza una hoja de cálculo en Excel, en la cual se indica el uso del splitter (1:4) junto con sus salidas designadas por letras (A, B, C, D). También se registra la ubicación, añadiendo información del portal si es necesario, y el número correspondiente de la CTO.

A continuación, se representan las fibras en la hoja de cálculo para indicar las cajas que abarcan y cómo se fusionan, siguiendo el diseño que se muestra en la Ilustración 34.

1	FC	1
2		2
3		3
4		4
5		5
6		6
7		7
8		8
1	FC	1
2		2
3		3
4		4
5		5
6		6
1	FC	1
2		2
3		3
4		4
1	FC	1
2		2

1	FB	1
2		2
3		3
4		4
5		5
6		6
7		7
8		8
9		9
10		10
11		11
12		12
13		13
14		14
15		15
16		16
17		17
18		18
19		19
20		20
21		21
22		22
23		23
24		24

1	FB	1
2		2
3		3
4		4
5		5
6		6
7		7
8		8
9		9
10		10
11		11
12		12
13		13
14		14
15		15
16		16
17		17
18		18
19		19
20		20
21		21
22		22
23		23
24		24
25		25
26		26

1	FB	1
2		2
3		3
4		4
5		5
6		6
7		7
8		8
9		9
10		10
11		11
12		12
13		13
14		14
15		15
16		16
17		17
18		18
19		19
20		20
21		21
22		22
23		23
24		24
25		25
26		26

Ilustración 34: Ejemplo de representación de alguno de los diferentes tipo de fibras

En la Ilustración 34 se muestra un ejemplo del diseño de los diferentes tipos de fibra y su distribución. En la primera columna se encuentra una fibra de 8, donde se pueden observar los 8 cables que la componen. Estos cables se dividen en 4 tubos, cada uno de los cuales contiene 2 fibras. Dentro de cada tubo, una fibra se utiliza como activa y se representa en color amarillo, mientras que la otra fibra, de color blanco, se reserva para posibles cambios futuros.

La fibra activa es aquella que se fusiona y se utiliza para las conexiones actuales, mientras que la fibra de reserva se mantiene como una medida de precaución en caso de errores o un aumento en el número de clientes en una CTO. A cada caja se le asignan estas dos fibras para garantizar la conectividad y permitir futuras modificaciones si es necesario.

En cambio, a medida que aumenta el número de fibras, su distribución también cambia. Por ejemplo, al observar la Ilustración 34, la fibra de 24 consta de 24 cables divididos en 6 tubos, con 4 cables en el interior de cada tubo. Otro ejemplo es la fibra de 64, que se representa en la Ilustración 34, hasta la fibra 26, pero en realidad consta de 64 fibras divididas en 8 tubos, con 8 fibras en cada uno de ellos.

Las fibras se disponen siempre de mayor a menor tamaño, siendo las fibras más pequeñas ubicadas hacia la derecha. Para iniciar, desde la caja de empalmes se utilizan dos fibras completas y una de ocho. En las primeras 32 cajas se coloca la primera fibra de 64, comenzando desde el extremo más lejano, es decir, la caja P0001. A continuación, se utiliza una fibra de 8 que abarca desde la caja P0001 hasta la P0008, completando esta sección. Luego se continúa con una fibra de 24 que va desde la caja P0008 hasta la P00024, en el punto donde se finalizó la fibra de 8.

CARTA EMPALMES		DIRECCION		IDE	
SPLITTER/SALIDA					
SP01/A	CALLE PERIODISTA ESPINOSA Nº3 (FACH.LAT.IZQUIERDA)	P0001	1	1	1
SP01/B	CALLE PERIODISTA ESPINOSA Nº1	P0002	2	2	2
SP01/C	CALLE CEFEO Nº4	P0003	3	3	3
SP01/D	CALLE PISCIS Nº2	P0004	4	4	4
SP02/A	CALLE PISCIS Nº1	P0005	5	5	5
SP02/B	CALLE PISCIS Nº1 (FACH.TRASERA)	P0006	6	6	6
SP02/C	PASAJE ACUARIO Nº8	P0007	7	7	7
SP02/D	CALLE DE LA CRUZ DEL SUR Nº28 (FACH.TRASERA)	P0008	8	8	8
SP03/A	PASAJE ACUARIO Nº3	P0009	9	9	9
SP03/B	CALLE DE LA CRUZ DEL SUR Nº24	P0010	10	10	10
SP03/C	CALLE DE LA CRUZ DEL SUR Nº28	P0011	11	11	11
SP03/D	CALLE DE LA CRUZ DEL SUR Nº55	P0012	12	12	12
SP04/A	CALLE CASIOPEA Nº56	P0013	13	13	13

Ilustración 35: Prncio de la carta de empalmes del proyecto

Una vez concluida la fibra de 24, se continúa con la fibra principal de 64, desde la caja P0025 hasta la P0032, como se muestra en la Ilustración 35. Esta secuencia se realiza por motivos económicos y para facilitar posibles reparaciones o modificaciones. En términos económicos, la fibra de 64 tiene un mayor costo debido a la cantidad de cables y tubos que transporta en su interior, mientras que las fibras de 24 y 8 son más económicas. Además, si es necesario realizar una modificación o si se produce una avería en alguna fibra, cuanto menor sea el número de fibras, menor será la cantidad de clientes afectados, ya que los tubos interiores transportan

menos fibras y, por lo tanto, el impacto de un corte será menor en términos de usuarios afectados.

SP03/D	CALLE DE LA CRUZ DEL SUR Nº55	P0012	23	23	23	23
			24	24	24	24
SP04/A	CALLE CASIOPEA Nº56	P0013	25	25		
			26	26		
SP04/B	CALLE DE ALDEBARAN (FACH.LAT.DERECHA)	P0014	27	27	1	1
			28	28	2	2
SP04/C	CALLE CASIOPEA Nº59	P0015	29	29		
			30	30		
SP04/D	CALLE DE ALDEBARAN Nº58 (FACH.LAT.IZQUIERDA)	P0016	31	31		
			32	32		

Ilustración 37: Ejemplo de inserción representada en la carta de empalmes

En la fibra de 64, se realiza una fusión con una fibra de 8 que se dirige hacia la caja P0014 y se corta en ese punto, ya que no hay más cajas a las que se deba acceder.

Es importante intentar no mezclar fibras entre los diferentes paquetes de splitters para no acomplejar las fusiones ni las instalaciones.

Los FDB también deben mostrarse en la carta de empalmes, debajo de cada CTO al que están conectados. Se representan con otro diseño para diferenciarlos, generalmente utilizando mangueras de fibras de 8, como se muestra en la Ilustración 38.

*		CALLE ESCORPION Nº12 (FACH.LAT.IZQ.)	4/P0059/1			
*	SP15/D	CALLE DE LA CRUZ DEL SUR Nº11	P0060	55	55	
				56	56	
*		CALLE DE CASIOPEA Nº14	2/P0060/1			
*		CALLE DE CASIOPEA Nº12	2/P0060/2			
*	SP16/A	CALLE DE ALDEBARAN Nº3	P0061	57	57	1
				58	58	2
*		CALLE PROCION Nº31	4/P0061/1			
*		AVENIDA ORIHUELA Nº96	4/P0061/2			
*		CALLE DE ALDEBARAN Nº9	2/P0061/3			
*		CALLE DE ALDEBARAN Nº12	P0062	59	59	3

Ilustración 38: Ejemplo de los FDB representados en la carta de empalmes

6.2.8.1 Fusiones

En la carta de empalmes, se representan las fusiones de las fibras ópticas. Las fusiones son procesos en los cuales se unen dos o más fibras para establecer una conexión óptica continua y segura.

Para representar las fusiones en la carta de empalmes, se realiza una representación visual en la cual se indican las fibras que se fusionan. Es importante destacar que las fusiones se realizan en tubos completos y no se pueden dividir. Además, se deben fusionar tanto las fibras activas como las reservas para garantizar un funcionamiento adecuado.

Por último, se muestra la caja P0006, que contiene una fibra de 24. Como se mencionó anteriormente, las bocas siguen siendo las mismas, pero el número de fusiones cambia. Al ser una fibra de 24, en su interior tiene tubos con 4 fibras. En esta caja, se encuentran las fibras (11-12), por lo que se debe fusionar la fibra 11 (que es la fibra activa) con las dos fibras anteriores para completar el tubo, lo que suma un total de 3 fusiones (16/3).

Por ejemplo, en la Ilustración 40, se puede observar la caja P0056 que tiene dos FDB (Fibra Distribuidora de Bucles) con 2 bocas cada uno. En la caja principal, por donde pasa una fibra de 8 (7-8), se obtiene un total de 12 bocas y 5 fusiones. Esto se debe a las 4 fusiones correspondientes a los FDB y la fusión de la propia fibra de la caja principal, lo que se representa como (12/5).

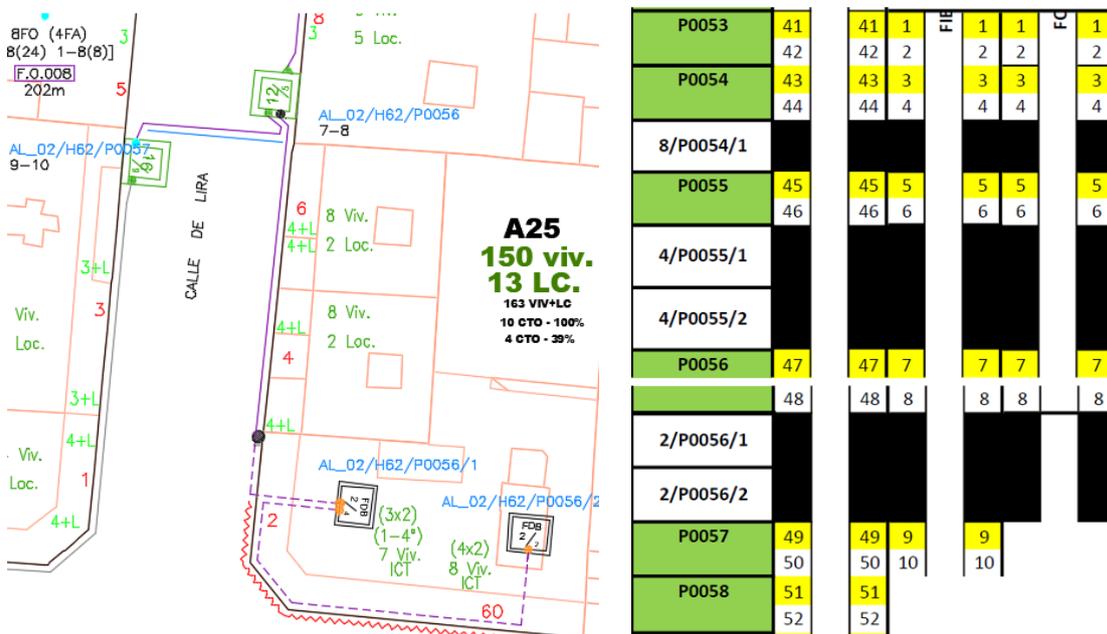


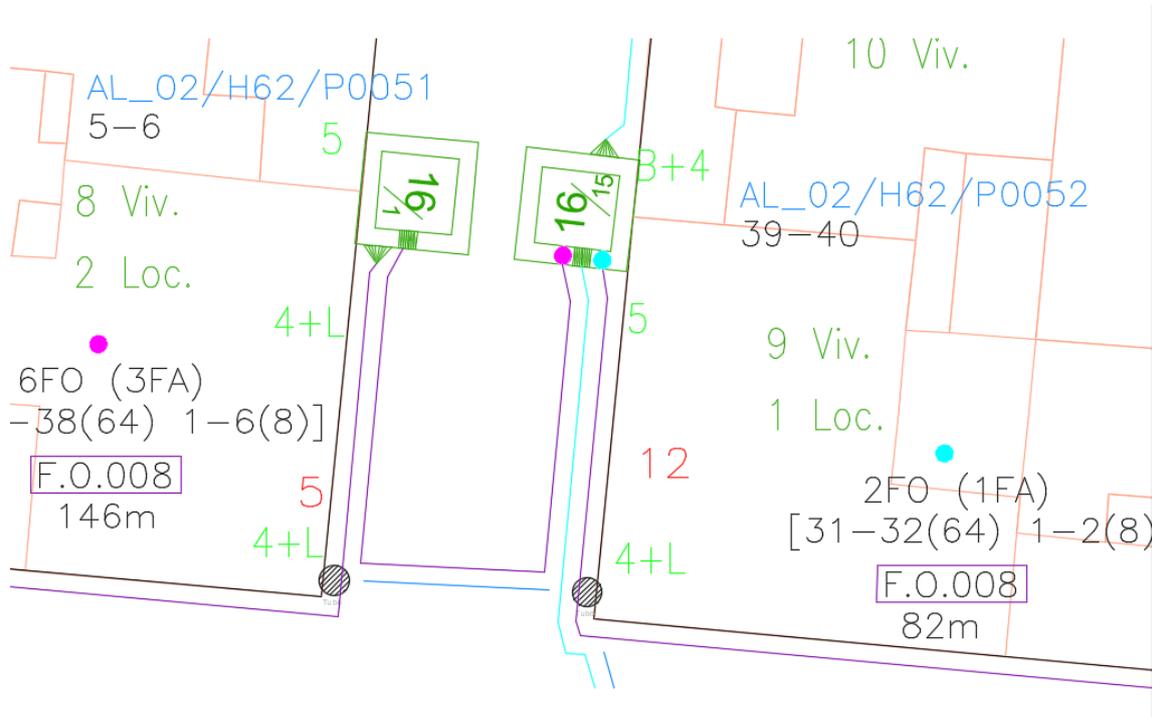
Ilustración 40: Ejemplo de la representación de plano y carta de empalme de los FDB

Al analizar la misma imagen, se observa la caja P0057, donde termina una fibra de 8. En este caso, el resultado es (16/9), lo que indica que las mangueras de las conexiones con los FDB no afectan a las fusiones posteriores.

Existen otros casos en los que se utilizan inserciones para conectar con otras cajas. En el ejemplo de la Ilustración 41, se puede observar que desde la caja P0052 se debe establecer conexión con la caja P0051, que a su vez continúa hacia la P0059 y la P0049, así como con otra caja adicional, la P0048. Para lograr estas conexiones fuera del camino principal, se utilizan dos inserciones diferentes con fibras de 8.

En la carta de empalmes, se refleja esta situación como se muestra en la imagen. Se utilizan dos fibras de 8, una de ellas emplea un solo tubo para la caja P0048, mientras que la otra fibra de 8 utiliza 3 tubos para las demás cajas. En la caja principal de estas cajas, se deben fusionar estas fibras utilizadas. En este caso, se fusiona la fibra empleada (fibra 39) con las fibras de las inserciones. Sin embargo, dado que las inserciones cortan un tubo completo de la fibra de 64, se

fusiona el tubo entero. En total, se realizan 15 fusiones, que se representan en la caja como (16/15).



SP11/D	GRAN VIA CONDE DE CASAS ROJAS Nº3 (FACH.TRASERA)	P0044	23	23	23	23
			24	24	24	24
SP12/A	CALLE DE LIRA Nº12 (FACH.TRASERA)	P0045	25	25	1	1
			26	2	2	2
SP12/B	CALLE DE LIRA Nº18	P0046	27	27		
			28			
SP12/C	CALLE CISNE Nº9	P0047	29	29		
			30			
SP12/D	CALLE LIRA Nº7	P0048	31	31	1	1
			32	2	2	2
SP13/A	CALLE CISNE Nº15	P0049	33	33	1	1
			34	2	2	2
SP13/B	CALLE LA CRUZ DEL SUR Nº16	P0050	35	35	3	3
			36	4	4	4
SP13/C	CALLE ESCORPION Nº5	P0051	37	37	5	5
			38	6	6	6
SP13/D	CALLE ESCORPION Nº12	P0052	39	39		
			40			
	GRAN VIA CONDE DE CASAS ROJAS Nº4	P0053	41	41	1	1
			42			

Ilustración 41: Ejemplo de la representación de plano y carta de empalme de las inserciones

6.2.9 Últimas etiquetas

Como se menciona anteriormente, después de realizar las fusiones, es necesario etiquetarlas en el plano siguiendo ciertas pautas.

Al igual que se debe colocar debajo de la etiqueta de cada caja la fibra que pasa por ella, por ejemplo, en la caja P0032 que era (63-64), es necesario indicar el número de fibras activas y el número de fibras de reserva utilizadas en cada tramo del cable, como se muestra en la Ilustración 42. Esta práctica permite mantener una mayor organización y facilita la realización y verificación de la carta de empalmes.

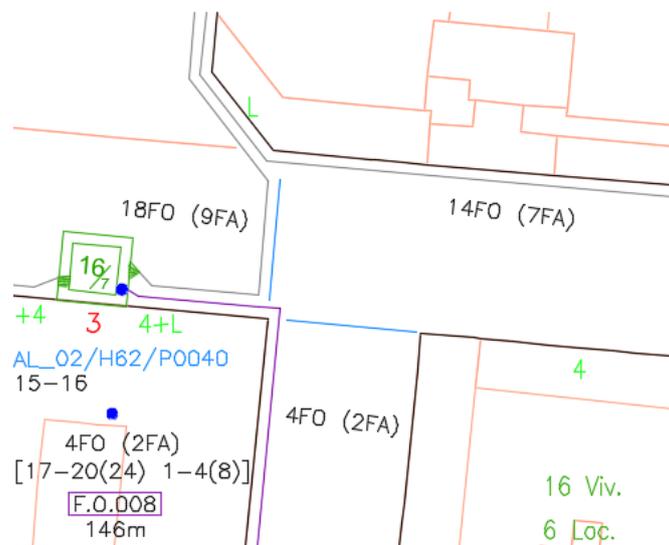


Ilustración 42: Ejemplo de indicación de las fibras en cada tramo

Las etiquetas mencionadas son el ejemplo de 14FO (7FA), 18FO (9FA) y 2FO (1FA). Sirve para saber en todo momento que fibra se está utilizando.

Otra etiqueta que se utiliza en la carta de empalmes es para indicar el uso de inserciones. Se representa mediante un punto que sustituye al cuadrado de entrada en el diagrama. Este punto hace referencia a otra ubicación con su información correspondiente. Por ejemplo, en la Ilustración 43, la caja P0030 tiene dos inserciones. Una de ellas se dirige a la caja P0029, indicada con un punto rojo, y la otra va hacia otras 4 cajas, indicada con un punto azul.

La etiqueta del punto rojo en este caso indica las fibras activas y de reserva que se encuentran en el último tramo (2FO (1FA)). También se indica la conexión de fusiones entre la fibra 9-10 de la fibra de 24 y la fibra 1-2 de la fibra de 8, lo cual se representa como [9-10(24) 1-2(8)]. A continuación, se indica cómo es la fibra de la inserción (F.O.008) y se especifica la longitud total del cable en metros.

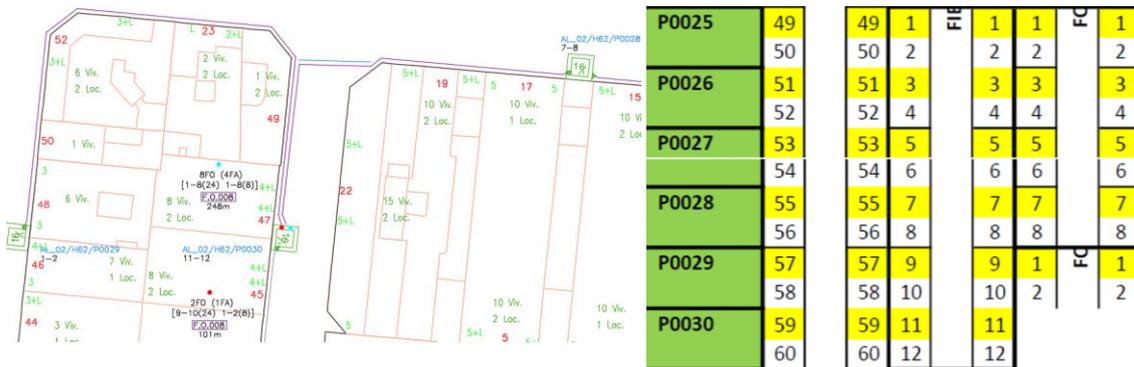


Ilustración 43: Etiqueta de indicación de las inserciones utilizadas

La marca con el punto de color también tiene la función de indicar el final de una fibra completada. En la Ilustración 44 se puede observar cómo se indica la fibra en cuestión, las fusiones con la fibra de mayor tamaño, indicando de qué fibra a qué fibra se realizan, y los metros totales correspondientes

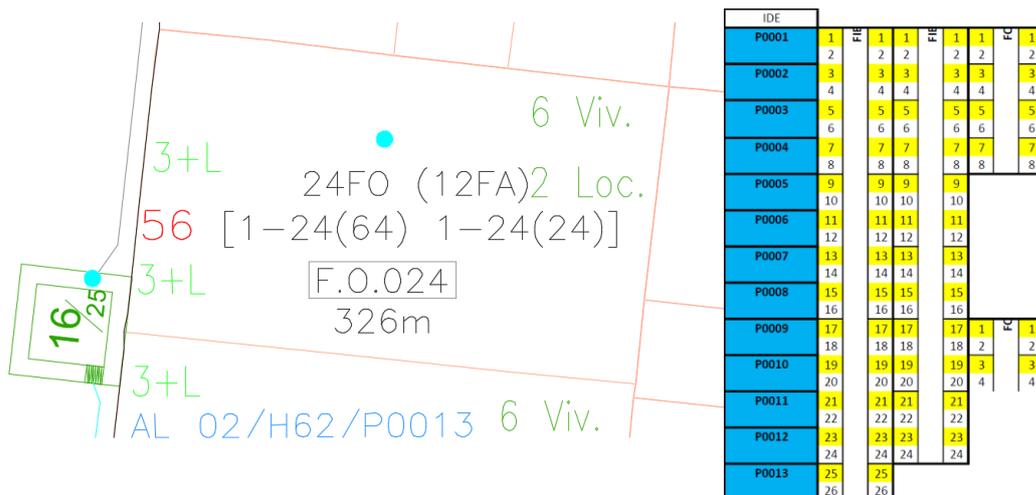


Ilustración 44: Etiqueta correspondiente de la inserción de la fibra de 24 terminada

La caja de empalmes tiene una forma distinta de etiquetarse. En lugar de indicar las fusiones de una fibra a otra, se indican las cajas utilizadas y las fibras principales que se emplean, así como el total de metros empleados en esa sección de empalmes, se muestra en la Ilustración 45.

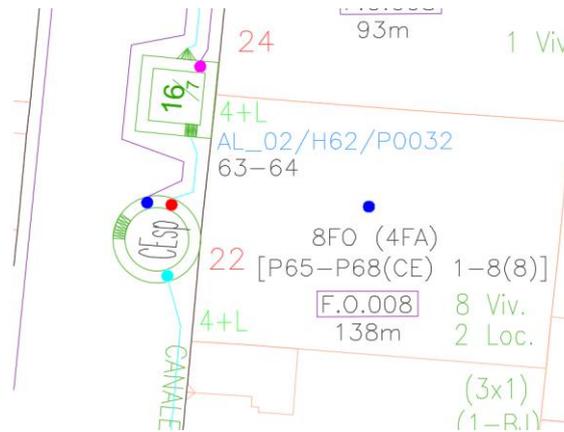


Ilustración 45: Etiqueta de la caja de empalme

7. Replanteo conjunto al jefe de obra

El jefe de obra en estos casos es el responsable del proyecto de construcción o instalación. El jefe de obra es el encargado de coordinar y supervisar todas las actividades relacionadas con la ejecución del proyecto, incluyendo la planificación, asignación de recursos, seguimiento del progreso, resolución de problemas y aseguramiento de la calidad.

Una vez completado el replanteo del diseño, es necesario llevar a cabo una revisión conjunta con el jefe de obra, quien debe dar su aprobación a todos los elementos del diseño.

Durante esta revisión, se deben verificar elementos exteriores como la disponibilidad de infraestructuras, la viabilidad de cruces y el acceso a las azoteas. También se debe comprobar la posibilidad de ubicación de los diferentes elementos del proyecto.

Además, es importante realizar mediciones y comprobaciones de los elementos interiores, como las CMI y las verticales, para asegurarse de que cumplen con las normativas establecidas. También se debe verificar el acceso a las ICT.

En resumen, esta revisión conjunta con el jefe de obra tiene como objetivo asegurar que todos los elementos del diseño se ajusten a las necesidades del proyecto y cumplan con las regulaciones correspondientes.

7.1 Solución de problemas

Después de revisar el proyecto con el jefe técnico y verificar todos los puntos mencionados anteriormente, se ha identificado un problema con un salto en particular. El salto ubicado en la calle Cisne necesita ser corregido debido a modificaciones requeridas y al deterioro que presenta actualmente. Además, el Ayuntamiento de Alicante ha decidido retirarlo debido a las molestias que ocasiona a los vecinos.

La ubicación específica del salto problemático se muestra en la Ilustración 46. Es necesario encontrar una solución alternativa que permita acceder a la manzana superior. En este

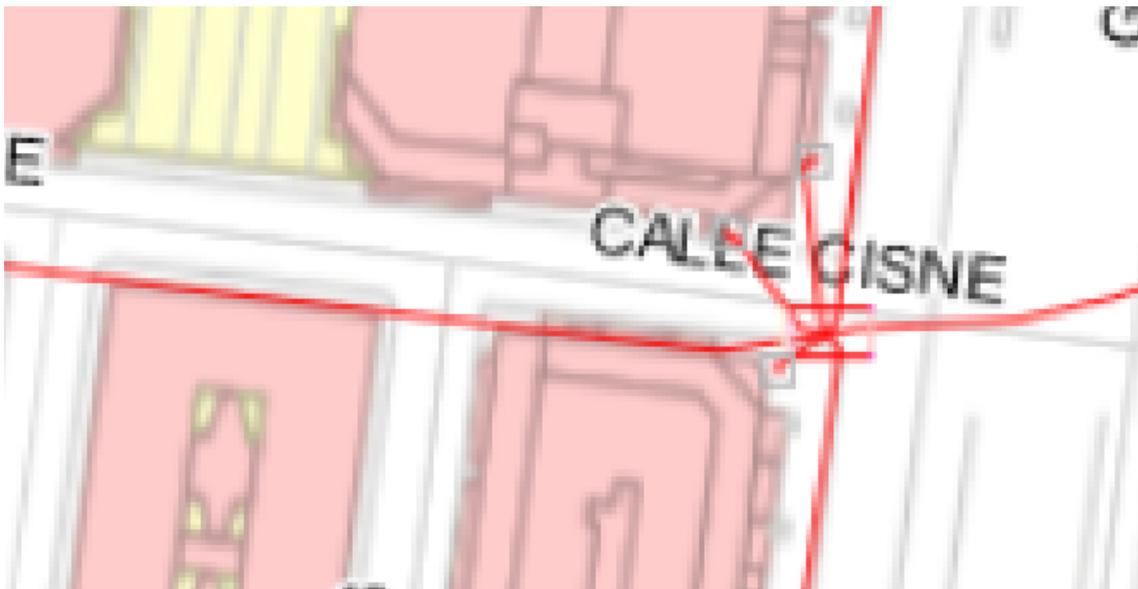


Ilustración 47: Plano proporcionado por el departamento de infraestructuras con los canalizados existentes para la solución del problema

La Ilustración 47 muestra datos proporcionados por el departamento de infraestructuras, donde afortunadamente se puede apreciar la presencia de una canalización en la esquina de esta manzana, la cual puede ser utilizada para acceder a ella.

Una vez se ha interpretado la información, es necesario realizar las modificaciones correspondientes en el plano del proyecto. Posteriormente, se procederá a realizar una verificación adicional por parte del jefe de obra antes de proceder con la implementación.

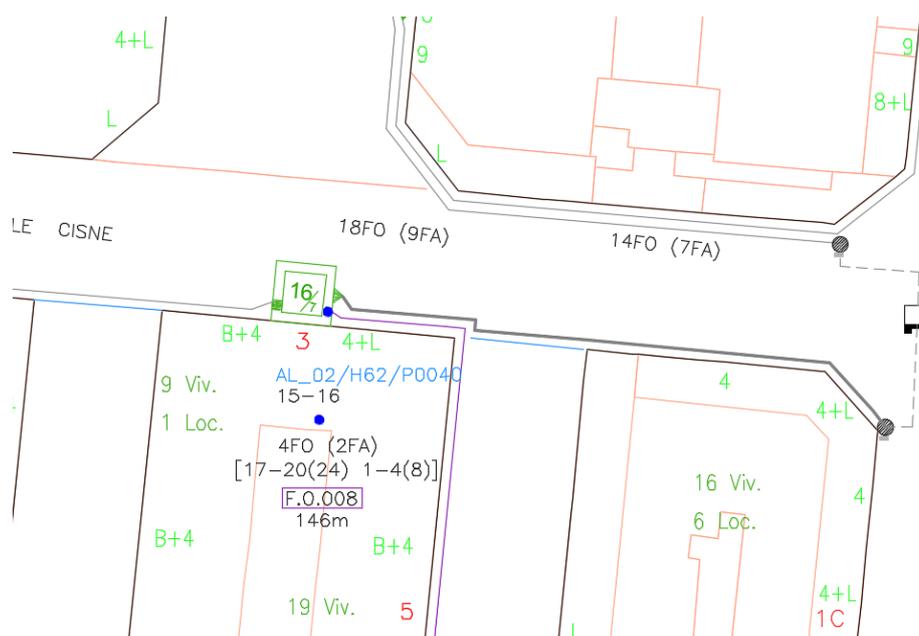


Ilustración 48: Modificación del plano para utilizando el canalizado óptimo

Además de los cambios en el diseño, es necesario realizar ajustes en las medidas, aunque en este caso particular, no se generan muchos cambios significativos. Estos ajustes afectan principalmente a las medidas del cable de fibra de 24. Además, al tratarse de un canalizado, se debe agregar la longitud de los tubos, que es aproximadamente 3.5 metros, y se añade un 10% adicional a la longitud total del canalizado para tener en cuenta posibles variaciones.

*Metros totales F24 = metros cable + 2(tubos) * 3.5m + 18m (cable canalizado) * 10%*

$$\text{Metros totales F24} = 249 + 2 * 3.5 + 18 * 10\% = 275.8 \text{ m}$$

La diferencia en base a los 226 m anteriores es de 49.8 m por esta variación. La utilización de un canalizado existente, perteneciente a Telefónica, implica un acuerdo de alquiler mensual gestionado con ellos para su utilización. Este acuerdo se incluye dentro del proyecto marco, lo cual significa que se está utilizando una infraestructura de telecomunicaciones proporcionada por Telefónica a cambio de un pago mensual. El costo del alquiler dependerá de los metros utilizados y los elementos incluidos en dicho canalizado.

9. Perdidas fibra troncal

La fibra troncal es la fibra que va desde el centro de procesamiento de datos (CPD), conocida como la cabecera, hasta el proyecto final. La CPD de este proyecto está ubicada en Alicante en Calle Pintor Velázquez, es la segunda cabecera de Alicante situada en un almacén de la empresa de PTV.

En las redes de fibra óptica, existen pérdidas de señal debido a diversos factores. Estas pérdidas se producen principalmente por la atenuación de la señal óptica a medida que viaja a lo largo de la fibra y por las reflexiones o dispersión de la luz en los empalmes, conectores y otros componentes de la red.

En general, las pérdidas en las redes de FTTH suelen ser bajas. Las fibras ópticas utilizadas en estas redes están diseñadas para minimizar la atenuación de la señal y reducir al máximo las pérdidas. La atenuación típica de las fibras ópticas monomodo utilizadas en las redes FTTH es de alrededor de 0.2 dB/km.

La zona de Florida Alta está ubicada a un extremo de la cabecera, esto afecta en la distancia y las fusiones para acceder a ella. Las zonas hasta llegar a la zona se han supuesto para tener una aproximación del número de metros y empalmes que se tienen que hacer, en parte esto mejorará en futuro por la reducción de las pérdidas por que van en función de la distancia que recorren las fibras.

En la Ilustración 49, se muestra las cajas de empalmes mínimas necesarias para llegar hasta el proyecto de Florida Alta, estas después se podrán ramificar en otras para abarcar más zonas futuras. Desde la cabecera, ubicada a la derecha, sale con una fibra de 768, es la fibra más grande que se emplea en esta empresa, y de ahí va ramificándose y pasando por las distintas CE hasta llegar a la última CE que conecta con la CE de Florida Alta utilizando una fibra de 24.

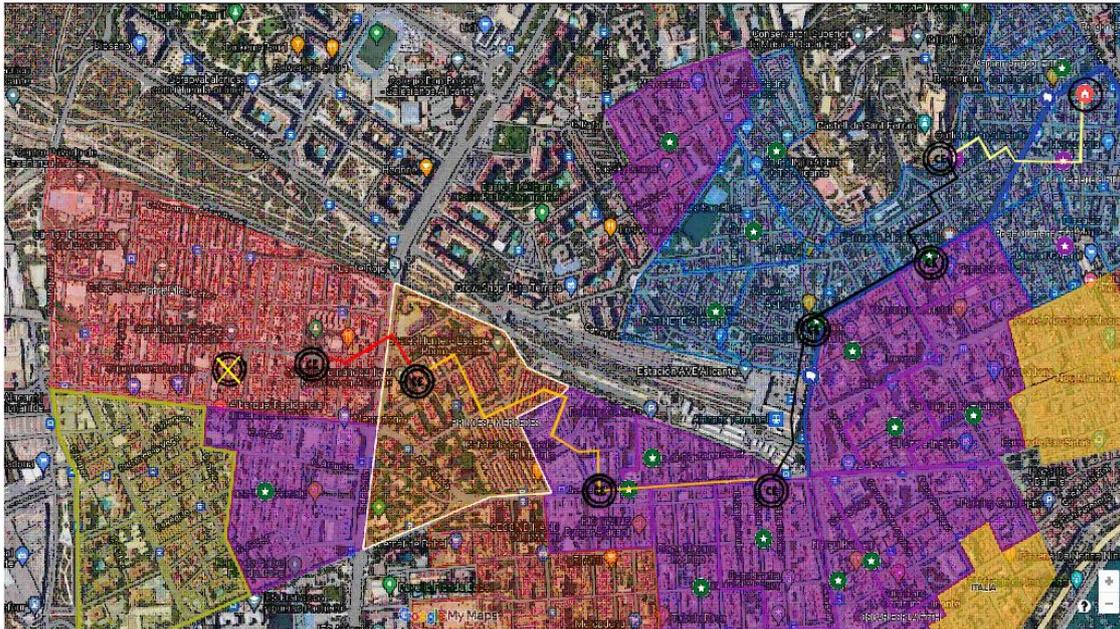


Ilustración 49: Recorrido necesario para conectar la caja de empalmes del proyecto en la cabecera de Alicante

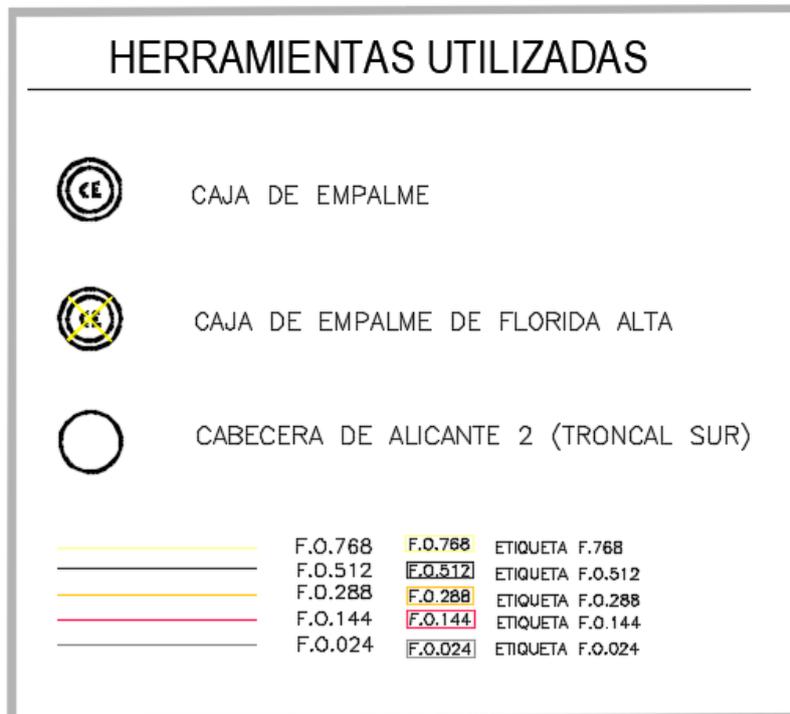


Ilustración 50: Leyenda empleada para distinguir los tramos de fibra de la cabecera a el proyecto

9.1 Pérdidas de la fibra óptica

Hay distintas longitudes de onda a las que trabaja la fibra, existe la longitud de la señal de televisión con un valor de 1550 nm y la señal de retorno a 1310 nm, unidades que miden las ondas electromagnéticas. A menor longitud de onda mayor frecuencia, es decir, mayor atenuación. Cada frecuencia tiene una atenuación medida en dB/Km.

Según los datos proporcionados por el fabricante se puede estimar una atenuación media de la fibra la cual depende de la longitud de onda, para una longitud de onda de 1310 nm hay una atenuación menor o igual de 0.36dB/Km y para 1550 nm su atención es menor o igual de 0.22 dB/Km, como se muestra en la Ilustración 51. En la empresa en cuestión, la longitud de onda empleada para el internet es de 1490 nm. Los valores se calculan para esta longitud de onda que se corresponden con los mismos valores que la longitud de onda de 1310 nm, al ser un valor de longitud de onda más bajo se calculan las pérdidas en esta para ver el caso menor favorable y tener unos valores óptimos con los resultados y la futura instalación.

FIBRA ÓPTICA MONO MODO

LTEMs	UNITS	SPECIFICATION	
		G652D	G657A
Fiber type		G652D	G657A
Attenuation	dB/km	1310nm ≤ 0.36 1550nm ≤ 0.22	
Chromatic Dispersion	ps/nm.km	1310nm ≤ 3.5 1550nm ≤ 18 1625nm ≤ 22	
Zero Dispersion Slope	ps/nm ² .km	≤ 0.092	
Zero Dispersion Wavelength	nm	1300 ~ 1324	
Cut-off Wavelength (λ _{cc})	nm	≤ 1260	
Attenuation vs. Bending (60mm x100turns)	dB	(30mm radius, 100ring) ≤ 0.1 @ 1625nm	(10mm radius, 1ring) ≤ 1.5 @ 1625nm
Mode Field Diameter	μm	9.2 ± 0.4 at 1310nm	9.2 ± 0.4 at 1310nm
Core-Clad Concentricity	μm	≤ 0.5	≤ 0.5
Cladding Diameter	μm	125 ± 1	125 ± 1
Cladding Non-circularity	%	≤ 0.8	≤ 0.8
Coating Diameter	μm	245 ± 5	245 ± 5
Proof Test	Gpa	≥ 0.69	≥ 0.69

Ilustración 51: Características técnicas de la fibra

Para obtener la atenuación de la fibra desde la cabecera hasta el proyecto de Florida Alta, es necesario tener en cuenta las distintas cajas de empalmes por las que atraviesa, ya sea debido a cambios de fibra o cortes en el tubo. Como se puede observar, en el primer tramo desde la

cabecera hasta la CE más cercana hay una fibra de 768, y luego cambia a una fibra de 512 en tres tramos diferentes, que incluyen 4 CEs diferentes. A continuación, hay dos tramos de fibra de 288 con 2 CEs, un tramo de 144 con 1 CE y, por último, la fibra de 24 que conecta con la CE del proyecto. Para conocer las pérdidas producidas, es necesario verificar la distribución de la fibra desde la cabecera hasta la CTO más lejana del proyecto, que es el punto con mayores pérdidas posibles, y así comprobar si cumple con las especificaciones.

No se sabe la exactitud de los posibles futuros proyectos que se ejecutarán, por ello estos cálculos pueden tener variaciones en casos futuro.

Dicho anteriormente, hay que medir un único tramo conjunto del recorrido, entonces se han de contabilizar los metros totales de fibra con su respectiva atenuación, las fusiones realizadas para unirse y los splitters empleados.

Tras realizar las medidas desde cabecera a la última caja de empalme se obtiene un total de 3,24 Km. A lo que se deben sumar los metros del interior del proyecto. Desde el Plano 3, se puede observar que la CTO más lejana a la CE es la P0001, de donde finaliza una rama del despliegue. Desde el plano, con las etiquetas correspondientes de la P0001 hasta la CE se obtiene la distancia total.

$$\text{Distancia P0001 a CE(FloridaAlta)} = \text{Dist. F. 8} + \text{Dist. F. 24} + \text{Dist. F64}$$

$$\text{Distancia P0001 a CE(FloridaAlta)} = 202 \text{ m} + 326 \text{ m} + 920 \text{ m} = 1448 \text{ m}$$

Para obtener la distancia total de fibra empleada:

$$\text{Distancia total de fibra} = \text{Dist. P0001 a CE} + \text{Dist. de cabecera a última CE}$$

$$\text{Distancia total de fibra} = 1448 \text{ m} + 3240 \text{ m} = 4688 \text{ m} = 4.688 \text{ Km}$$

En relación con las pérdidas máximas mencionadas anteriormente, se calcula:

$$\text{Pérdidas en dB (1350 nm)} \leq 0.36 \text{ dB/Km}$$

$$\text{Pérdidas en dB (1550 nm)} \leq 0.22 \text{ dB/Km}$$

Para 1350 nm:

$$\text{Pérdidas en dB} = 4.688 \text{ Km} * 0.36 \frac{\text{dB}}{\text{Km}} = 1.671 \text{ dB}$$

Para 1550 nm:

$$\text{Pérdidas en dB} = 4.688 \text{ Km} * 0.22 \frac{\text{dB}}{\text{Km}} = 1.031 \text{ dB}$$

Desde la última CTO hay que añadir el splitter 1x16 que incluye esta para llegar hasta el último cliente y añadir sus pérdidas correspondientes. Además del splitter 1x4 que incluye la CE del proyecto poder abarcar todo el diseño.

PLC Splitter Test Data

Product Name	PLC Splitter			Product Type			PLC-1×16 IN:NONE 1.2M OUT:SC/APC 0.6M		
Product batch	PLC116-GY26			Inspection Standard			《YD/T 2000.1-2014》		
Testing Parameter	Insertion Loss (dB)			PDL(dB)			Return Loss (dB)		
Require wavelength (nm)	1260-1650								
Operating Wavelength (nm)	1310	1490	1550	1310	1490	1550	1310	1490	1550
Testing Standard(dB)	≤13.6			≤0.3			≥60		
Port 1	13.05	13.44	13.35	0.21	0.24	0.04	64.68	64.53	60.30
Port 2	13.25	13.13	13.48	0.16	0.06	0.16	62.90	64.01	64.35
Port 3	13.04	13.45	13.45	0.23	0.07	0.04	60.07	62.57	64.72
Port 4	13.45	13.06	13.06	0.20	0.14	0.06	61.78	60.73	64.61
Port 5	13.03	13.17	13.29	0.14	0.12	0.23	64.31	64.61	61.91
Port 6	13.46	13.01	13.48	0.23	0.08	0.12	62.49	63.15	62.81
Port 7	13.09	13.18	13.46	0.13	0.03	0.08	63.97	64.54	64.07
Port 8	13.41	13.20	13.46	0.11	0.07	0.08	60.43	61.25	60.38
Port 9	13.35	13.24	13.43	0.10	0.19	0.22	63.17	62.14	61.26
Port 10	13.08	13.23	13.33	0.23	0.12	0.12	63.92	63.37	64.08
Port 11	13.35	13.21	13.17	0.21	0.15	0.05	64.19	61.67	63.44
Port 12	13.05	13.15	13.25	0.19	0.18	0.21	64.91	64.51	60.03
Port 13	13.05	13.32	13.01	0.15	0.13	0.08	60.50	62.42	64.55
Port 14	13.36	13.47	13.26	0.18	0.17	0.06	64.20	62.32	63.18
Port 15	13.07	13.41	13.28	0.09	0.21	0.08	63.26	61.06	64.84
Port 16	13.31	13.34	13.04	0.03	0.17	0.17	60.67	60.20	60.76
Uniformity	0.43	0.46	0.47	Appearance			Pass		

PLC Splitter Test Data

Product Name	PLC Splitter			Product Type			PLC-1×4 NONE 2M		
Product Batch	PLC104-IO02			Inspection Standard			《YD/T 2000.1-2014》		
Testing Parameter	Insertion Loss (dB)			PDL(dB)			Return Loss (dB)		
Require wavelength (nm)	1260-1650								
Operating Wavelength (nm)	1310	1490	1550	1310	1490	1550	1310	1490	1550
Testing Standard(dB)	≤7.1			≤0.3			≥55		
Port 1	6.41	6.43	6.65	0.04	0.10	0.16	57.12	59.74	58.29
Port 2	6.42	6.50	6.65	0.08	0.17	0.03	56.66	55.88	59.60
Port 3	6.52	6.43	6.58	0.17	0.12	0.02	58.03	57.62	55.58
Port 4	6.48	6.34	6.74	0.16	0.13	0.17	59.61	59.49	55.64
Uniformity	0.11	0.16	0.16	Appearance			Pass		

Ilustración 52: Características técnicas de los Splitters utilizados

En la ilustración 52, se observa que las pérdidas de inserción del Splitter 1x16 debe ser menor o igual a 13.6 dB y el del Splitter 1x4 debe ser menor o igual a 7.1 dB, se utilizan estos valores por ser los peores casos que deben cumplirse y donde más pérdidas van a haber.

$$\text{Pérdidas en Splitter } 1x16 \leq 13.5 \text{ dB}$$

$$\text{Pérdidas en Splitter } 1x4 \leq 7.2 \text{ dB}$$

Por último, se debe tener en cuenta las fusiones implicadas. Solo se va a observar un camino único, por ello, existe una fusión en cada CE. En total son ocho fusiones, desde la cabecera a la última CE. Aparte de las fusiones del propio proyecto relacionadas con la P0001.

Para poder entenderse las fusiones del proyecto involucradas se ha realizado un esquema con la zona de la carta de parcheo, como se muestra en la Ilustración 53.

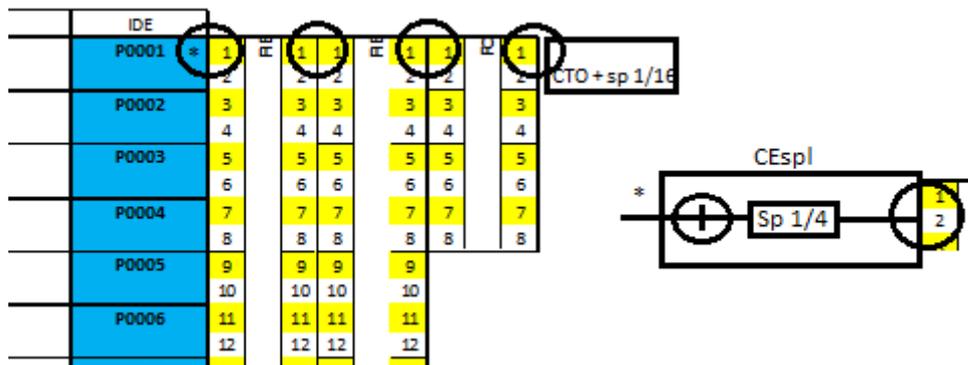


Ilustración 53: Fusiones realizadas para llegar de la CE hasta P0001

Desde la derecha a la izquierda, en primer lugar, se encuentra la fusión de la CTO con la fibra de 8. En el interior de la CTO se encuentra el splitter 1/16, pero este no requiere ninguna fusión ya que se conecta directamente a cada usuario. En segundo lugar, se realiza la fusión entre la fibra de 8 y la de 24, seguida de la fusión entre la de 24 y la de 64. Por último, se realiza la fusión entre la fibra de 64 y la caja de empalme. Sin embargo, en el esquema de la derecha se observa que la caja de empalme contiene un splitter 1/4 en su interior, el cual requiere una fusión en la entrada y otra en la salida para conectarse con la fibra de 64. En total, se realizan 5 fusiones. Estas junto a las 8 de la cabecera suman un total de 13 fusiones entre la cabecera y la caja más lejana del proyecto.

El empalme de fibra óptica también genera pérdidas en la misma. Al unir dos fibras ópticas de extremo a extremo, el empalme tiene como objetivo garantizar que la luz que pasa a través de este, sea casi tan fuerte como la fibra virgen en sí. Para la fibra monomodo en este proyecto, la pérdida de empalme por fusión típicamente puede ser inferior a 0.01 dB, este es un valor teórico que posteriormente se tiene que comprobar para su verificación real.

$$\text{Pérdidas por fusiones} = N^{\circ} \text{ de fusiones} * \text{Pérdida estandard por fusión}$$

$$\text{Pérdidas por fusiones} = 13 * 0.01 = 0.13 \text{ dB}$$

9.2 Medición total teórica de las pérdidas de fibra óptica

Para calcular el "balance de pérdidas" o para medir las pérdidas totales en la fibra óptica, se deben considerar los tipos de pérdidas mencionados anteriormente. Además, también es importante considerar el margen de ahorro de potencia de la luz (debido al envejecimiento de la fibra, las curvaturas y torsiones accidentales, etc.).

De esta manera, el cálculo de las pérdidas totales en fibra óptica es el siguiente:



Pérdidas tot. (1310 nm)

$$= \text{Pérd. de la fibra} + \text{Pérd. Sp. 1/16} + \text{Pérd. Sp1/4} + \text{Pérd. fusiones}$$

$$\text{Pérdidas tot. (1310 nm)} = 1.671 + 13.6 + 7.1 + 0.13 = 22.501 \text{ dB}$$

Pérdidas tot. (1550 nm)

$$= \text{Pérd. de la fibra} + \text{Pérd. Sp. 1/16} + \text{Pérd. Sp1/4} + \text{Pérd. fusiones}$$

$$\text{Pérdidas tot. (1550 nm)} = 1.031 + 13.6 + 7.1 + 0.13 = 21.861 \text{ dB}$$

Para poder interpretar estas pérdidas, hay que ver los valores de la salida de la cabecera. Es decir, desde la cabecera hay unos valores de salida que dependen de la longitud de onda en la que se ejecuta, los valores son los siguientes:

$$\text{Salida de cabecera (1310 nm)} = +5 \text{ dB}$$

$$\text{Salida de cabecera (1550 nm)} = +22 \text{ dB}$$

Los resultados aprobados por la empresa, deben tener unos valores comprendidos entre dos valores para que los resultados sean aptos, sin pérdidas elevadas para una buena conexión. Estos valores deben ser:

Para 1350 nm:

$$-24 \text{ dB} \leq \text{Valor total} \leq -16 \text{ dB}$$

Para 1550 nm:

$$+2 \text{ dB} \leq \text{Valor total} \leq -4 \text{ dB}$$

Con los valores de pérdidas obtenidos:

Para 1350 nm:

$$\text{Valor total} = \text{Salida de cabecera (1310 nm)} - \text{Pérdidas tot. (1310 nm)}$$

$$\text{Valor total} = (+5) - 22.501 = -17.501 \text{ dB}$$

Para 1550 nm:

$$\text{Valor total} = \text{Salida de cabecera (1550 nm)} - \text{Pérdidas tot. (1550 nm)}$$

$$\text{Valor total} = (+22) - 21.861 = 0.139 \text{ dB}$$

Con lo que se puede comprobar:

Para 1350 nm:

$$-24 \text{ dB} \leq -17.501 \text{ dB} \leq -16 \text{ dB}$$



Para 1550 nm:

$$+2 \text{ dB} \leq 0.139 \text{ dB} \leq -4 \text{ dB}$$

Como se observa, los valores finales son correctos y entran dentro de los rangos establecidos. Se confirma que los valores de pérdidas son bajos, y se demuestra que esta tecnología de red tiene pocas pérdidas en función a su alta velocidad de internet. Cabe recordar que estos valores son teóricos y una vez instalado se debe volver a medir cada paso realizado para verificar un correcto despliegue con un funcionamiento adecuado. Estos cálculos se deben presentar al jefe de obra del proyecto, el cual, es el que tiene que aprobar la futura instalación y encargarse de la ejecución de su instalación en función de los datos teóricos.

10. Posible seguimiento de instalación

Después de la instalación, el equipo de reforma informa sobre los cambios realizados y el motivo de estos. A continuación, se ejemplificarán algunos informes para mostrar una posible situación. Estos informes detallan los materiales implicados y las variaciones con respecto al plano principal. A continuación, el equipo de diseño confirma, modifica y actualiza el diseño para dejar el plano correspondiente listo. Este documento se divide en dos secciones: la sección de cables y la de cajas, para asegurar un seguimiento correcto.

10.1 Ejemplo de albarán de reforma de cajas

En este albarán se presenta un documento informando los elementos relacionados con las cajas involucradas, junto a sus fusiones, inserciones y/o sangrados. Junto al informe se presenta un plano de la zona afectada y las modificaciones realizadas si hay. Por ejemplo, el cambio de ubicación de una CTO, justificando su movimiento, u otro cambio relacionado.

En este ejemplo, como se observa en la Ilustración 54, se observa el albarán de cajas, del primer tramo del proyecto. Este el plano que envían los técnicos de reforma a los diseñadores para indicar los cambios y la instalación finalizada, con los cambios correspondientes.



Ilustración 54: Plano de representación del albarán de cajas tras su instalación

Como puede observarse en la Ilustración 54, en cada CTO se indica que se ha utilizado, mediante unos códigos proporcionados, para ver qué elementos se han utilizado en cada uno. Por ejemplo, en la P0003 se indica (1x36; 1x37; 1x35), que esto significa que esta caja incluye una CTO (36), una fusión (35) y un sangrado (37). Además, también se indica el cambio de ubicación de la P0001, el motivo de este cambio puede ser por el problema con los vecinos o por la falta de espacio.

Aparte del plano, es necesario presentar el informe correspondiente con la información detallada de los materiales empleados, los técnicos involucrados y los detalles necesarios para aprobar los costos de la instalación.

RUTA DE RED: FTVA DEPÓSITO CONSUMO 50026 50028 DELEGACIÓN VALENCIA FECHA: 22.06.23

Código	Nombre	Firma	Colaborador	Producción conjunta con:	Firma
			7834	XXXXXXXXXXXXXXXXXX	<i>[Firma]</i>
Colaborador	Producción conjunta con:	Firma			
9170	XXXXXXXXXXXXXXXXXX	<i>[Firma]</i>			
9522	XXXXXXXXXXXXXXXXXX	<i>[Firma]</i>			

PRODUCCIÓN	CE	Fusiones	Tubo	Fusiones FTTH	CTO/CM	Sengrado	Inserción	FDB	Número de trabajadores	Total facturado (€)	TOTAL FACTURADO POR TRABAJADOR
	(31)	(28)	(32)	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)			
				13	5	3	2		3	101.68	33.69

DIRECCIÓN DE LA ZONA DONDE SE REALIZAN LOS TRABAJOS

CONSUMO	NO REALIZA CONSUMO		CAJA EMPALME		SPLITTER		VARIOS		OTROS	
	CM/CTO	Cantidad	FDB	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad
	INS0071-PTV		INS0073-PTV		CNT0008		257TL		INS0040	
	INS0081-PTV		INS0090-PTV		CNT0023		44200		5800B	
	INS0080-PTV	5	INS0082-PTV		CNT0030	5	INS0076		5800N	
	INS0132				INS0117		CNT0024		HER0068	
					INS0264		CBL0074PTV		56510	
					INS0119		CNT0009-PTV		56065	
					INS0112		CNT0032		HER389	

Vº de Obra	<i>[Firma]</i>
Firmado interesado	<i>[Firma]</i>
Diseño	<i>[Firma]</i>
Actualizado avance de obra	<i>[Firma]</i>
Albarán consumo	
Número albarán	

Ilustración 55: Ejemplo de parte real del albarán de reforma de cajas

En la fotografía se muestra un parte de las cajas utilizadas. En la ilustración 55, se observa el informe de los técnicos de reforma, específicamente los dos especializados en instalación, cada uno identificado con su propio código de trabajador (9170 y 9522), y el especialista en fusiones (7834). También se incluyen datos como la fecha correspondiente y la información del plano en cuestión. Cada elemento del plano se nombra con un código estándar, por ejemplo, las CTO se indican con el número (36) y las inserciones con el número (38). En el informe, en la sección superior, se proporciona el número total de material empleado. Luego, se calcula un costo total a repartir entre el número de trabajadores, considerando el precio correspondiente de cada elemento. En este caso, el total asciende a 101.68€ a repartir entre los tres trabajadores, con un resultado de 33.69€ cada uno.

En la parte inferior se observan los elementos utilizados para llevar a cabo una actualización de stock en el almacén y mantener un control de albaranes y una buena organización. Por ejemplo, en este caso solo se utilizan 5 CTO con su código de almacén (NS0080-PTV), junto a sus 5 splitters para su correcto funcionamiento con el código (CNT0030). Cada parte debe estar firmada por el propio diseñador, el jefe de obra y los técnicos correspondientes, junto con una numeración de almacenamiento para tener una gestión adecuada.

10.2 Ejemplo de albarán de reforma de cables

En la parte de la instalación de los cables, tiene un procedimiento similar. Una vez instaladas las cajas se ha de instalar el cable que una las CTO. En el plano impreso se resalta por donde se ha puesto el cable por si hay modificaciones, en este caso no hay cambios, simplemente el cable que une la P0001 con la P0002, por la reubicación de esta primera. Cada cable se resalta de forma diferente para indicar cuantos metros hay de cada tipo. Por ejemplo, como se observa en



ALBARAN DE RED (CABLEADOR)

RUTA DE RED: FTV	DEPOSITO CONSUMO: 50028	DELEGACION: VALENCIA	FECHA: 22.06.23
COLABORADOR 7834	NOMBRE: XXXXXXXXXXXXXXXX	FIRMA	
COLABORADOR 9170	NOMBRE: XXXXXXXXXXXXXXXX	FIRMA	
COLABORADOR 9522	NOMBRE: XXXXXXXXX	FIRMA	
COLABORADOR	NOMBRE:	FIRMA	
COLABORADOR	NOMBRE:	FIRMA	

PRODUCCIÓN	Tipo Trabajo	Metros Factur.	Metros Reserv.	Metros Retales.	Fibra	ZONA	IMPORTE								
	SUSTITUCION DE CABLE (3)														
FIBRA BRIDAS (26)															
FIBRA GRAPEADA (22)	208m	12m	10m	F8			203.84								
CABLE TRONCAL (60)															
FIBRA MANDRIL (25)															
		Metros Factur.	Metros Reserv.	Metros Retales.	Fibra	ZONA	IMPORTE								
FIBRA CANALIZADA (33)															
		Metros Factur.	NºSaltos	Tipo de fibra		ZONA	IMPORTE								
FIBRA SALTO (21)	9	1	F8				8.82								
		Metros Factur.	Nº Arquetas	Tipo de subconductor		ZONA	IMPORTE								
INSTALACION SUBCONDUCTO (61)															
		Cantidad			ZONA	IMPORTE									
TUBO FACHADA (32)															
consumo	Manguera	Cantidad	Manguera	Cantidad	Varios	Cantidad	Canalizado	Cantidad	VºBº Jefe de Obra	Diseño	TOTAL ALBARAN	212.66			
	CBL0153-PTV		CBL0095-PTV		580XB		INS0055						TOTAL COLABORADOR	70.89	
	CBL0058-PTV		CBL0062-PTV		580XN		INS0065		Última modificación 27/07/2021	Numero de Colaboradores					
	CBL0059-PTV		CBL0096-PTV		580KV		INS0092								
	CBL0098-PTV		CBL0084-PTV		88909		INS0133								
	CBL0060-PTV		CBL0097-PTV		CBL0094-PTV		INS0115								
	CBL0093-PTV		CBL0063-PTV				INS0067								
	CBL0061-PTV														
	Observaciones:														

Ilustración 57: Ejemplo de parte real del albarán de reforma de cajas

En la ilustración 57, se observa este primer parte realizado en la instalación del cable. Aparecen 208 metros de cable traqueado, este número se vuelve a comprobar en la distancia teórica en el plano, el parte es apto cuando este valor no tiene una variación del diez por ciento. Es decir, la medida teórica es de 202 y en el parte se indican 208.

$$M. \text{teóricos} + M. \text{teóricos} * 10 \% \leq M. \text{instalados} \leq M. \text{teóricos} + M. \text{teóricos} * 10 \%$$

$$181.1 \leq 202 - 202 * 10 \% \leq 208$$

$$208 \leq 202 + 202 * 10 \% \leq 222.2$$

$$181.1 \leq 208 \leq 222.2$$

Como se ha comprobado, el valor de 208 metros cumple con los requisitos, entonces el parte queda actualizado y aprobado por la empresa.

Los otros valores son metros reservados y metros retractados, estos no se cuentan a la hora de calcular el coste total del parte, es fibra que se deja para reparaciones futuras o metros perdidos que no se han podido utilizar.

10.3 Actualización del plano

Una vez aprobados los partes, hay que editar y actualizar el plano con una nueva versión para siempre tener todo el departamento acceso a la versión apta. Para indicar que el cable ya está instalado se señala con una línea con mayor grosor y de color verde, para que sea fácil de identificar. Dentro de un mismo plano, a medida que se vaya instalando el proyecto se ha de ir actualizando el plano para tener un control tanto diseño como reforma. En la Ilustración 58, se muestra el avance del proyecto real instalado.



Ilustración 58: Actualización real del plano tras su instalación

La parte de la instalación también debe indicarse en el plano, como se observa en la Ilustración 59, en esta parte hay que rodear las cajas instaladas, en este caso las cinco CTO. Además de proporcionar la información aportada al proyecto, por ejemplo, siempre siguiendo el mismo orden, hay que indicar la fecha, los operarios y la cantidad de cada elemento incluido.

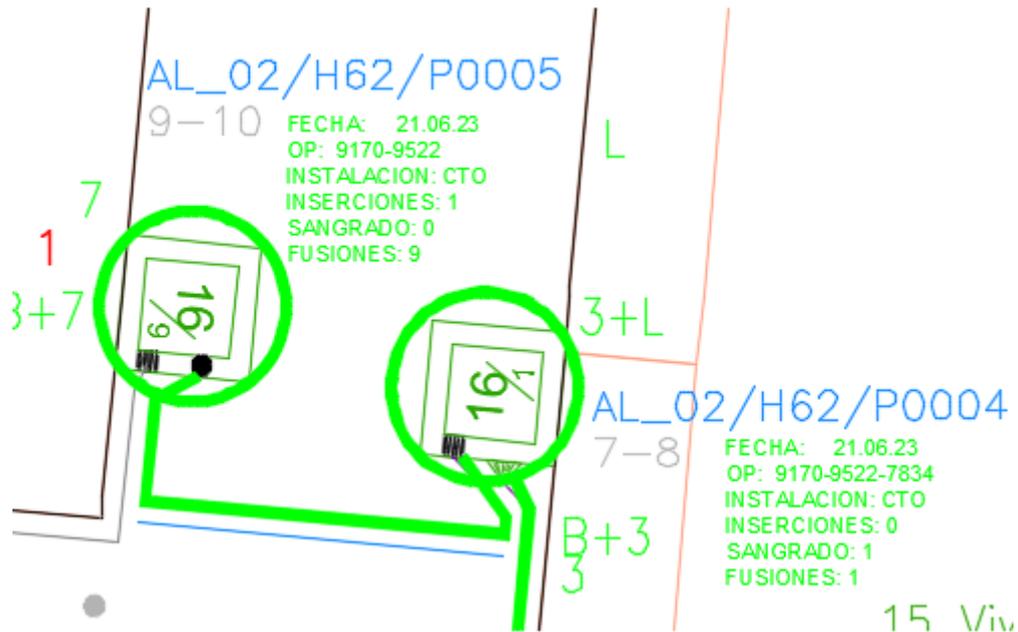


Ilustración 59: Actualización del plano tras la primera instalación, información de las cajas

Si la instalación consta de días diferentes hay que indicarlo añadiéndola con el signo '+' sin borrar la información ya indicada. Es decir, por ejemplo, una vez ya realizado esta instalación se añade, el día siguiente y con los mismos operarios, una inserción para un FDB interno de 2 bocas (las cuales necesita 1 inserción y 2 fusiones), el resultado sería:

FECHA: 21.06.23 + 22.06.23

OP: 9170-9522-7834 + 9170-9522-7834

Instalación: CTO + FDB

Inserciones: 0 + 1

Sangrado: 1 + 0

Fusiones: 1 + 2

En resumen, el seguimiento y actualización constante de la instalación de FTTH en el proyecto son elementos clave para garantizar un despliegue exitoso y eficiente de la red de fibra óptica. Este enfoque permite identificar desviaciones, tomar acciones correctivas y mantener un control preciso del stock y los albaranes. En general, asegura el cumplimiento de objetivos y una gestión eficiente del proyecto de FTTH.



11. Conclusiones

Una vez finalizado el proyecto, se destaca la relevancia del departamento de diseño en el ámbito de la fibra óptica hasta el hogar (FTTH). Este proyecto, iniciado desde cero, envuelve un íntegro estudio de la zona objetivo para identificar el mejor enfoque para el despliegue de la fibra. Se llevó a cabo un diseño integral que abarcó la obtención del plano, el replanteo de la zona y la consideración de todos los datos relevantes. Se logró un diseño óptimo, adaptando las infraestructuras necesarias y satisfaciendo las necesidades de los clientes, garantizando así un proyecto exitoso para la empresa en cuestión.

La complejidad del diseño demuestra el gran avance de la fibra óptica, capaz de llegar a todas las viviendas requeridas en cada proyecto, con variaciones y redistribuciones según sea necesario. Se superaron dificultades, como los cambios realizados para acceder a una manzana específica debido al mal estado de un salto en particular. Estos desafíos ofrecieron la oportunidad de adquirir nuevos conocimientos y encontrar soluciones ante obstáculos reales.

Una vez implementado el proyecto, pueden surgir problemas reales adicionales, como la colocación de una caja en un lugar diferente al diseñado o la complejidad de pasar el cable por una fachada, lo cual requiere modificaciones durante la implementación realizada por el personal de reformas.

En conclusión, se presenta un presupuesto teórico que se implementará próximamente en el barrio de Florida Alta. Este logro representa una gran satisfacción, ya que, gracias a este proyecto, muchas personas podrán disfrutar de internet de alta velocidad. Además, este trabajo ha sentado las bases para futuros despliegues reales de redes FTTH y ha proporcionado un profundo conocimiento sobre esta tecnología ampliamente utilizada en la actualidad, con un futuro prometedor y en constante evolución.



12. Bibliografía

Alicante en cifras. Evolución de la población por zonas.

<https://www.alicanteencifras.com/m02-poblacion.htm#p01b>

Descripción urbanística. Gobierno de España. http://habitat.aq.upm.es/bbv/fichas/2001/fu-barrios/fu01_03014006.pdf

Florida Alta. https://www.wikiwand.com/es/Florida_Alta

Información Florida Alta. <https://www.informacion.es/alicante/2019/04/25/barrio-florida-alicante-contamos-historia-5428540.html>

Informa social Alicante.

<https://www.alicante.es/sites/default/files/documentos/202204/informe-social-2020-1.pdf>

Instituto Nacional de Estadística. Densidad de población.

<https://www.ine.es/jaxiT3/Tabla.htm?t=2856&L=0>

Fibra óptica: la historia de sus orígenes. <https://blogthinkbig.com/fibra-optica-origen>

Los despliegues de fibra óptica en España. <https://nae.global/es/la-importancia-de-los-despliegues-ftth-en-espana/>

Fibra hasta el hogar (Fiber to the home o FTTH).

<https://www.computerweekly.com/es/definicion/Fibra-hasta-el-hogar-Fiber-to-the-home-o-FTTH>

Conexión de fibra. GPON y FTTH. <https://naseros.com/2017/03/13/como-funciona-una-conexion-de-fibra-gpon-y-ftth/>

PTV Tienda. <https://tiendaptv.com/mas-vendido?p=4>

PTV. <https://www.ptvtelecom.com/encuentra-tu-oficina-de-ptv/>

REFITEL Tienda. <https://refitel.com/>



HONE Optical Fiber and more

<https://www.honecable.com/es/perdida-de-empalme-de-fibra-optica-y-metodos-para-reducirla/>

Linkedin. CALCULOS DE POTENCIA Y PERDIDA EN LA FIBRA OPTICA

<https://es.linkedin.com/pulse/calculos-de-potencia-y-perdida-en-la-fibra-optica-daniel-bernal-sosa>

FS community. Pérdidas en la fibra óptica

<https://community.fs.com/es/blog/how-to-reduce-various-types-of-losses-in-optical-fiber.html>

Plan de despliegue Oliana

<http://www.ajuntamentoliana.cat/fixxers/documents/PlandedespliegueOliana.pdf>

Plan de despliegue de red de acceso de fibra óptica ftth en el municipio de Guadalcaín

<https://www.jerez.es/fileadmin/Documentos/urbanismo/DespliegueFibraOptica/PlanDespliegueFibraOpticaGUADALCACIN-CATVCuervoSL.pdf>



Plan de despliegue de red de telecomunicaciones de fibra óptica hasta el hogar (FTTH) con replanteo, diseño y posible seguimiento de una instalación.

Documento N°2: PLANOS

Fin de Grado

Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

AUTOR/A: Nerea Pineda Fuster

Tutor/a: Salvador Orts Grau

Cotutor/a externo: José Manuel Moreno Bolívar

Prácticas: PTV Telecom

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023



Contenido

PLANO 1: LEYENDA

PLANO 2: DISEÑO DE RED FTTH FLORIDA ALTA

PLANO 3: CORRECCIÓN DEL PLANO. VERSIÓN FINAL DEL PROYECTO

PLANO 3.1. CORRECCIÓN DEL PLANO. ENFOQUE DEL CANALIZADO

HERRAMIENTAS

Elementos interior

- CMI PEQUEÑA - CAJA MULTIOPERADOR INTERIOR 1 SPLITTER
- CMI - CAJA MULTIOPERADOR INTERIOR 3 SPLITTER
- FDB - CAJA DE INTERIOR (FIBER DISTRIBUTION BOX)

Elementos exterior

- CTO - CAJA TERMINAL ÓPTICA
- CAJA SATELITE

Cajas de empalme y de parcheo

- CAJA DE EMPALME CON SPLITTER
- OTROS ARMARIO UTILIZADOS COMO ARMARIO DE PARCHEO
- CAJA DE PARCHEO O ARMARIO DE PARCHEO 18 SPLITTER
- CAJA DE EMPALME

Inserciones y sangrados

- INSERCIÓN SATELITE
 - INSERCIÓN FDB
 - INSERCIÓN CTO/CMI
 - SANGRADO / ENTRADA
 - INSERCIÓNES / FUSIONES
 - FUSIONES EN CAJA
- 1-2
- 100FO (50FA)
[1-100(144)] 1-100(144)
F.O.144
650m
- LEYENDA PARA FUSIONES
(El punto de este símbolo debe estar en el capo fibra para que no cuente como inserción)

Fibras más utilizadas y cajetines para identificarlas (equidistancia 0.6 excepto línea troncal)

- F.O.8 F.O.008 ETIQUETA F.O.8
- F.O.24 F.O.024 ETIQUETA F.O.24
- F.O.84 F.O.084 ETIQUETA F.O.84
- F.O.144 F.O.144 ETIQUETA F.O.144
- F.O.8 0857 F.O.008 ETIQUETA F.O.8 (0857) (PRECONNECT.)

Otras fibras utilizadas (equidistancia 0.6 excepto línea troncal)

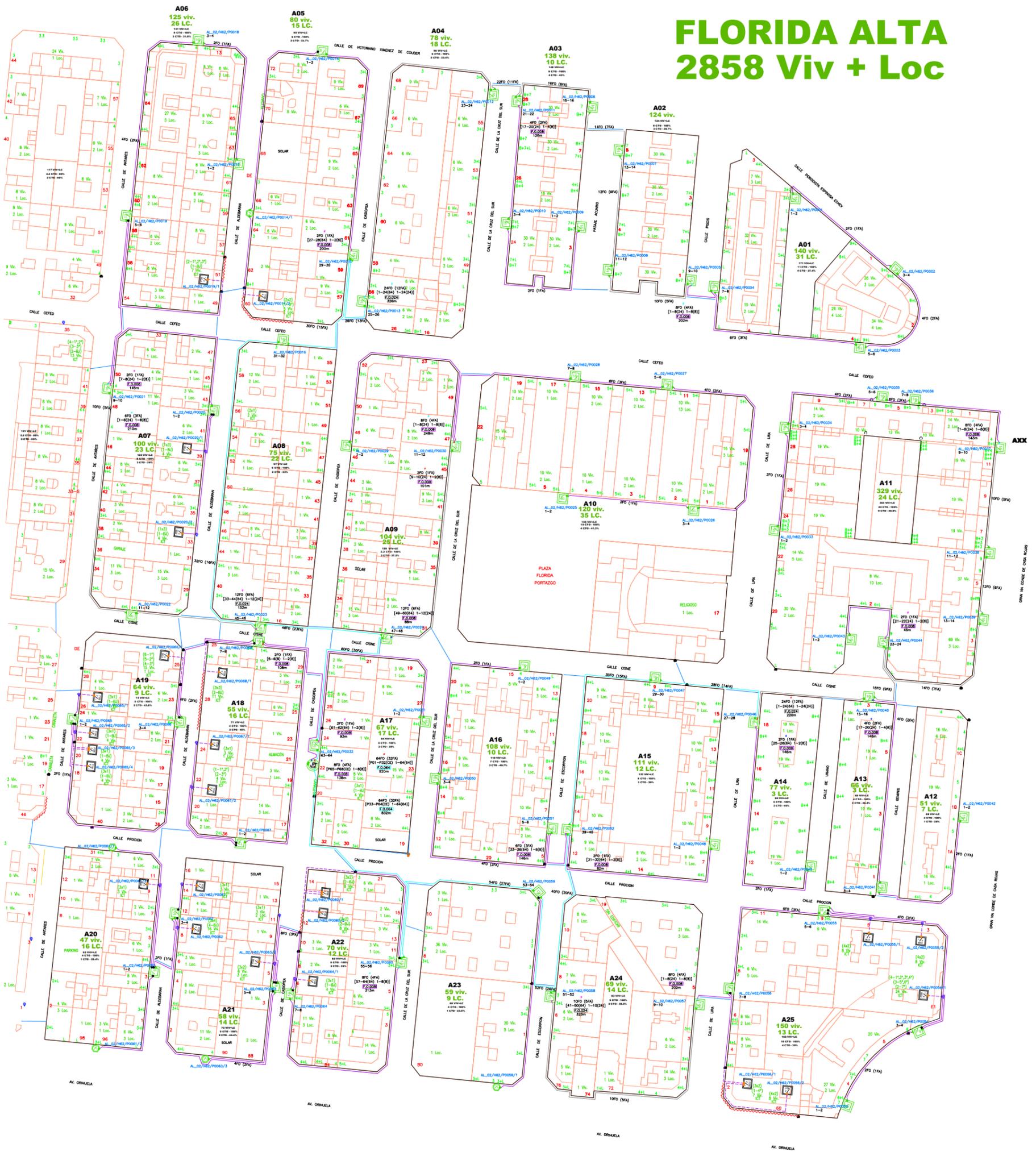
- F.O.788
- F.O.512
- F.O.288
- F.O.72
- F.O.48
- F.O.32
- F.O.16

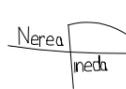
Otros símbolos del plano

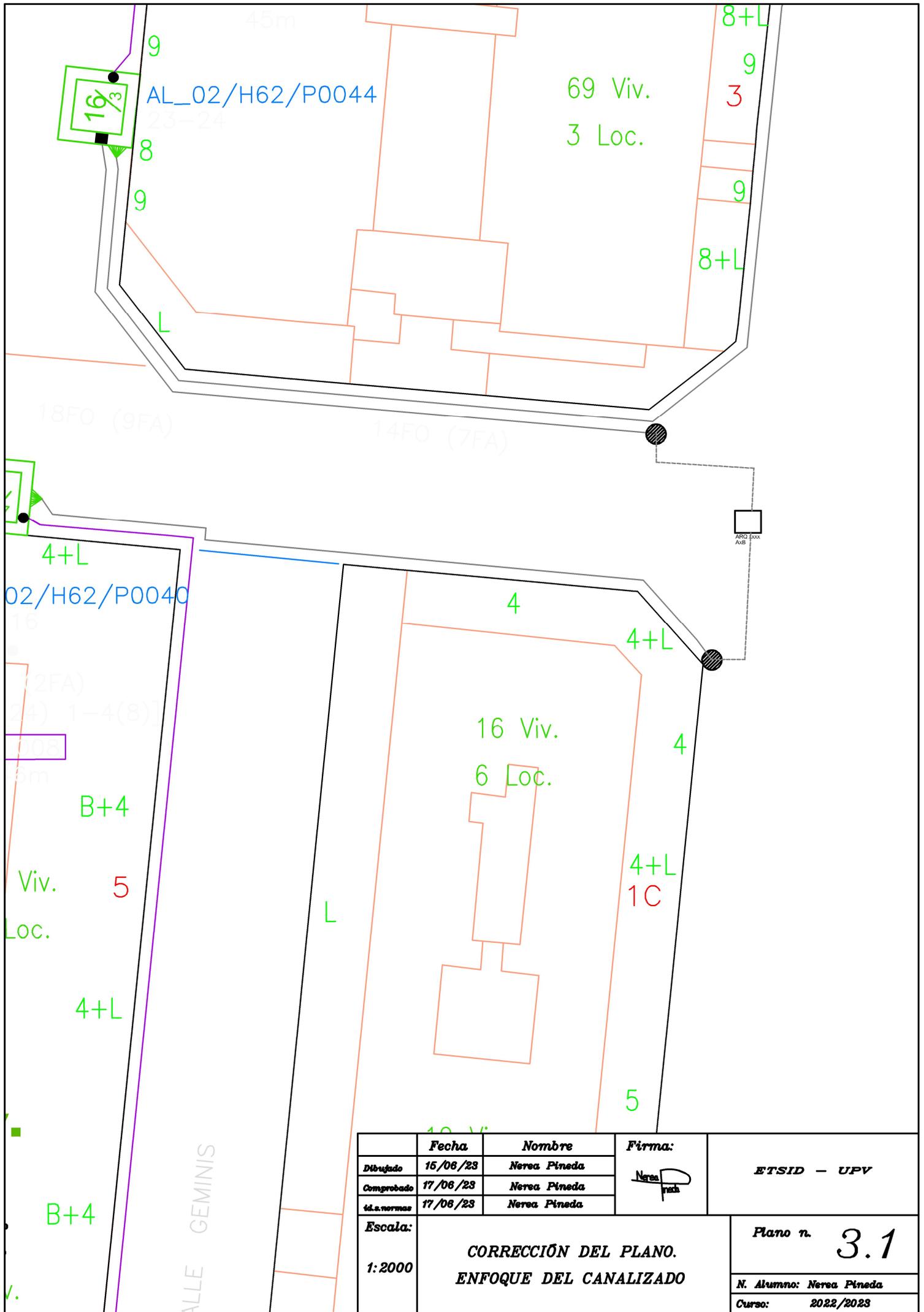
- CABLE CANALIZADO
 - FACHADA SIN CABLEADO
 - ACCESO INTERIOR A TRAVÉS DE LA FACHADA
 - TUBO SALIDA A FACHADA
 - TRAQUEAS FACHADA
 - ARQUETA
 - VERTICAL SUBIDA DEL CABLE
 - POSTE
 - HOGARES RESIDENCIALES
 - COMERCIOS
 - ALTURA / VERTICALES DE CLIENTE
 - LINEA TRONCAL (equidistancia 1)
 - SALTO O CRUCE AEREO EXISTENTE
 - CRUCE DE FIBRAS EN PLANO
 - CANALIZACIONES MARCO
 - CANALIZACIONES PTV
 - OTRAS CANALIZACIONES
 - CANTIDAD DE VIVIENDAS Y LOCALES POR MANZANA
 - CAJAS PARA LLEGAR AL % DE CADA DELEGACION
 - CAJAS QUE SE DISEÑARÁN
 - NUMERO DE SOCIOS POR MANZANA
 - MOTIVO SUPERAR / NO LLEGAR AL %
 - FINCA SIN SERVICIO
 - FINCA SIN SERVICIO FTTH PERO SI HFC
 - DELIMITACION %
 - PORTAL/FINCA PRINCIPAL
 - PORTAL/FINCA SECUNDARIA
 - NOMBRE DE LA CALLE
 - ETIQUETAS
 - FACHADA
 - PERMISOS
 - INTERIORES
 - ACERADO
 - SOLAR / TAPIA / RUINA
 - SOCIOS PTV
 - SOCIOS PROCOONO
 - ANOTACIONES EN PLANO
 - AVANCE DE OBRA CABLE
 - AVANCE DE OBRA CAJAS (CAJA INSTALADA)
 - CAJA TERMINADA
 - CAJA EMPOTRADA
 - OTROS TRABAJOS
- 65 viv.
6 LC.
71 viv+LC
22 CTO - 100%
2 CTO - 90%
24 socios
Almora y San
Almora y San
- XX
XX
- C/ALDERETE
- CABECERA/PANEL/POSICION PANEL/P000X
- XX
- SOLAR
10s
10s
- Anotaciones revisión diseño
- 35

	Fecha	Nombre	Firma:	ETSID - UPV
Dibujado	10/06/23	Nerea Pineda		
Comprobado	10/06/23	Nerea Pineda		
id. s. normas	10/06/23	Nerea Pineda		
Escala:	LEYENDA		Plano n. 1	
1:1			N. Alumno: Nerea Pineda	
			Curso: 2022/2023	

FLORIDA ALTA 2858 Viv + Loc



	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	10/06/23	Nerea Pineda		ETSID - UPV
Comprobado	10/06/23	Nerea Pineda		
id.s.normas	10/06/23	Nerea Pineda		
Escala:	DISEÑO DE RED FTTH FLORIDA ALTA			Plano n. 2
1:2000				N. Alumno: Nerea Pineda Curso: 2022/2023



	Fecha	Nombre	Firma:	ETSID - UPV
Dibujado	15/06/23	Nerea Pineda		
Comprobado	17/06/23	Nerea Pineda		
Id.a. normas	17/06/23	Nerea Pineda		
Escala:	CORRECCIÓN DEL PLANO. ENFOQUE DEL CANALIZADO			Plano n. 3.1
1:2000				N. Alumno: Nerea Pineda
				Curso: 2022/2023



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Plan de despliegue de una red de telecomunicaciones de fibra óptica FTTH (Fiber to the home).

Documento N°3: PLIEGO DE CONDICIONES

Fin de Grado

Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

AUTOR/A: Nerea Pineda Fuster

Tutor/a: Salvador Orts Grau

Cotutor/a externo: José Manuel Moreno Bolívar

Prácticas: PTV Telecom

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023



Contenido

1. Condiciones generales.....	3
1.1 Vigencia	3
1.2 Descripción	3
1.3 Pliegos oficiales	3
1.4 Modificaciones	4
2. Materiales.....	4
2.1 CTO	4
2.2 FDB Externos	4
2.3 FDB internos	4
2.4 CE.....	4
2.5 Fibra óptica	4
2.6 Bridas con tornillo	5
2.7 Bridas metálicas.....	5
2.8. Saltos	5
2.8.1 Modo de empleo	6
2.9 Canalizado	6
3. Control de calidad	7
4. Prueba de servicio.....	8
5. Condiciones de mantenimiento	8
7. Libro de ordenes.....	9



1. Condiciones generales

Este proyecto tiene carácter de obligado cumplimiento una vez sellado y legalizado, debiendo ser objeto de aprobación previa todas aquellas modificaciones al mismo durante su ejecución.

1.1 Vigencia

Este Pliego de Condiciones, con todos sus articulados, estará en vigor durante la ejecución de la instalación y hasta la terminación de esta misma, entendiéndose que las partes a que hace referencia éste, se aceptarán en todos sus puntos por el adjudicatario de la instalación. Frente a posibles discrepancias, el orden de prioridad de los documentos básicos del Proyecto será el siguiente:

- 1) Planos.
- 2) Pliego de Condiciones.
- 3) Presupuesto.
- 4) Memoria

1.2 Descripción

Este proyecto consta de un despliegue de res de FTTH en una zona previamente estudiada de Alicante. Aproximadamente 2500-3000 viviendas, a las que se le proporcionará un internet a alta velocidad. El presente pliego de prescripciones técnicas tiene por objeto definir las condiciones que deben cumplir los materiales y piezas suministrados.

1.3 Pliegos oficiales

En todo aquello que no esté expresamente especificado en el presente pliego, regirán las disposiciones contenidas en las siguientes normas; UNE 133100, Normas UNE sobre Infraestructuras para redes de telecomunicaciones, en las cuales se incluyen las partes implicadas del proyecto, 133100-1:2002, Parte 1: Canalizaciones subterráneas., 133100-2:2002, Parte 2: Arquetas y cámaras de registro, 133100-3:2002, Parte 3: Tramos interurbanos, 133100-4:2002, Parte 4: Líneas aéreas. y 133100-5:2002, Parte 5: Instalaciones en fachada. El contratista será responsable del cumplimiento de las disposiciones legales que afecten al aspecto laboral, así como del Real Decreto 1627/1.997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.



1.4 Modificaciones

Durante la ejecución del proyecto, se podrán realizar cuantas modificaciones se estimen oportunas, siempre que las mismas sean aprobadas por el responsable de la Dirección del Proyecto, y en todo momento, de acuerdo con la entidad contratante.

2. Materiales

2.1 CTO

En el proyecto se utilizan caja empalme/distribución plc 16f exterior ip68 negra de la empresa PTV Telecom con la referencia INS0080-PTV. Estas cajas de empalme con cierre hermético de dos tornillos. Especialmente diseñada para instalación en circuitos FTTH, cuenta con 2 entradas/salidas para cable de 10 a 17,5 mm de diámetro, 1 entrada/salida oval para sangrado, así como con un panel de distribución para hasta 24 acopladores SC. Incluye 4 bandejas con 24 empalmes por bandeja, una de las cuales puede contener un splitter PLC 1 x arquetas.

2.2 FDB Externos

En el proyecto se usan FDB externos de la empresa PTV Telecom. Las Cajas FDB EXT 8/12 F-12 A (Referencia: INS0082-PTV) son dispositivos diseñados para redes de fibra óptica. Cuentan con 2 puertos de entrada y 12 puertos SC/APC. Tienen protección contra agua y polvo (IP66) y permiten empalmes por fusión o mecánicos. Están hechas de PC + ABS de color gris claro y tienen dimensiones de 235 x 200 x 62 mm.

2.3 FDB internos

Los FDB internos empleados en el proyecto están proporcionados por la misma empresa, PTV. Los FDB con modelo FDB interior 8C tienen como código de referencia INS0090-PTV. Sus medidas correspondientes son de 120x170x35mm. Comparten las características con los FDB exteriores.

2.4 CE

La caja de empalme de este diseño cumple con las características de CAJA EMPALME 64-128 MONDRAGÓN con referencia: INS0117. Estas cajas cuentan con una estanquidad IP68 gracias a su cierre hermético con tapa, junta tórica y tornillos de seguridad. Disponen de bandejas apilables y abatibles hasta 90º, lo que facilita los empalmes y la distribución de las conexiones. Permiten la entrada/salida de hasta 3 cables de fibra óptica exteriores con un diámetro máximo de 14 mm, o la salida de pig-tails. Están equipadas con 4 a 8 bandejas de empalmes abatibles, lo que permite realizar hasta 64 o 128 empalmes de fibra óptica, respectivamente.

2.5 Fibra óptica

Las fibras empleadas en el diseño son cable de fibra óptica multitubo 8f, 24f y 64f. Sus referencias respectivas son CBL0172-PTV, CBL0174-PTV y CBL0177-PTV.

Las longitudes máximas en los trazados de fibra óptica están determinadas por los equipos utilizados, las características de estos, las combinaciones en los equipos de distribución y las

pérdidas del cable y los empalmes en el recorrido. Se debe realizar un balance de potencia para establecer las longitudes máximas permitidas en cada tramo.

Es importante tender el cableado horizontal de manera cuidadosa, evitando tirones y torceduras, y respetando el radio mínimo de curvatura especificado por el fabricante. También se debe mantener el alineamiento de los cables para evitar pérdidas de capacidad de las canalizaciones.

Cada cable debe estar señalizado con etiquetas autolaminantes en los extremos del panel y la caja, utilizando la misma nomenclatura que la toma de servicio correspondiente. Además, se recomienda etiquetar los cables en las cajas de registro.

Se sugiere utilizar fibra óptica monomodo del tipo G652D o G657A2., estas concretamente con Carcasa VP.

2.6 Bridas con tornillo

Utilizadas para sujeción de la primera puesta del cable, se utilizan en este proyecto las Bridas con tornillo, con referencia 258TL, de la empresa PTV. Son un soporte de cables con cierre por hebilla de montaje rápido y sencillo. Los soportes de cables con brida engomada son abrazaderas fabricadas juntamente con tornillo incorporado, y están preparados principalmente para la colocación de cables de acometida a la fachada.

Su correcto montaje es de 2'5 bridas con tornillo para cada metro de cable, es decir, cada 40 cm.

2.7 Bridas metálicas

De la misma manera se utilizan las Bridas Metálicas Aisladas, con referencia 44200, del fabricante PTV. Su utilización consiste en la fijación del cable cuando ya hay cable existente. Dicho como cable bridado, esta manera de realización es más rápida y eficaz, por el motivo de no tener que perforar la fachada, simplemente, enganchar a la existente. Su correcto montaje coincide en el cable grapeado, de 2'5 bridas con tornillo para cada metro de cable, es decir, cada 40 cm.

2.8. Saltos

Para llevar a cabo los saltos o cruces de fachada de forma correcta, se requieren varios materiales. A continuación, se detallan los elementos necesarios:

1. Cable de fibra óptica: Se utilizará el tipo de fibra correspondiente al salto en cuestión. Este cable se combinará con un cable de acero galvanizado de 3 mm de grosor, con una estructura de 6x7x1. La referencia del cable de acero galvanizado es Mrkean-8431598168551, y viene en un rollo trenzado de 100 m. Posee 6 cables con 7 filamentos y un hilo de fibra interior con alta resistencia a la corrosión.
2. Anclajes metálicos: Se requerirán dos anclajes metálicos con argollas de diámetro 6/8*45 mm para cada salto. Estos anclajes se utilizan para fijar cargas pesadas en materiales sólidos. Están fabricados en acero bicromatado y utilizan argollas de clase 6.8, junto con arandelas DIN-9021.
3. Tensores de carraca: Se utilizará un tensor de carraca galvanizado, reforzado con un espesor de 15 mm, por cada salto. Estos tensores son especialmente diseñados para emparrados y alambradas, y se utilizan para ajustar adecuadamente el cruce.
4. Es esencial asegurarse de contar con estos materiales mencionados para realizar los saltos o cruces de fachada de manera apropiada.

2.8.1 Modo de empleo

El procedimiento para llevar a cabo los cruces de fachada en la implementación de la tecnología FTTH se describe a continuación:

1. En primer lugar, se debe unir el cable de fibra óptica con el acero galvanizado, asegurándose de dejar un metro adicional en cada extremo del cruce para permitir un manejo adecuado.
2. A continuación, se deben colocar los anclajes metálicos en las ubicaciones correspondientes en la fachada. Estos anclajes actuarán como soporte para el cable y garantizarán su fijación segura.
3. Seguidamente, se procederá a enganchar uno de los extremos del cable a los anclajes metálicos previamente posicionados.
4. Por último, se utilizará un tensor de carraca para fijar firmemente el otro extremo del cable, asegurando así su correcta distribución y tensión a lo largo de la fachada.

Es fundamental tener en consideración que este procedimiento debe llevarse a cabo de acuerdo con las normas de seguridad y las mejores prácticas establecidas para la instalación de cables de fibra óptica en fachadas.

2.9 Canalizado

Los materiales necesarios para el canalizado constan de:

1. Kit de fachada:
 - 1.1 Cono de Neopreno: Se utiliza para cerrar los tubos en la salida de los cables hacia postes y fachadas, con el propósito de aislar los cables y evitar la entrada de agua y agentes externos. El cono de neopreno tiene un alto grado de durabilidad.
 - 1.2 Tubo de hierro: Se utiliza para proteger los cables telefónicos en su salida desde los conductos subterráneos hacia postes o fachadas. Este tubo de hierro proporciona una capa de protección adicional.
 - 1.3 Manguito reductor tipo A: Este componente se utiliza para efectuar la unión entre los codos de PVC rígido y los tubos de salida lateral, ya sea para postes o fachadas. Se necesitan dos manguitos para la entrada y salida del canalizado, asegurando una conexión adecuada.

Además, se requieren los siguientes elementos adicionales:

2. Abrazadera metálica: Cada tubo de hierro necesita tres abrazaderas para su correcta sujeción y seguridad. La referencia de estas abrazaderas es M-10/200H.
3. Tubos corrugados: Estos tubos se utilizan para la protección subterránea de los cables en el interior del canalizado. Se necesitarán los tubos corrugados SUNGA Bobina con la



referencia Mrkean-8420082039842. La cantidad de metros necesarios puede variar debido a las particularidades del interior del canalizado.

Hay que asegurarse de contar con todos los materiales mencionados para llevar a cabo el canalizado adecuadamente.

3. Control de calidad

El control de calidad consiste en realizar comprobaciones sobre el correcto funcionamiento del despliegue realizado, incluyendo los siguientes puntos destacados:

1. Inspección visual: Se establece la realización de una inspección visual exhaustiva de todas las instalaciones de FTTH como parte del control de calidad. Esto implica verificar minuciosamente la correcta colocación de los componentes, como cables de fibra óptica, conectores, empalmes, cajas de distribución, entre otros. Además, se deberán inspeccionar las conexiones eléctricas y de tierra para garantizar su correcta sujeción y protección.
2. Pruebas de rendimiento: Se requerirá la realización de pruebas de rendimiento en todas las etapas del despliegue de FTTH. Estas pruebas incluirán mediciones de continuidad, atenuación, pérdida de retorno y reflectometría óptica en los cables de fibra óptica instalados. Además, se llevarán a cabo pruebas de velocidad y estabilidad en la transmisión de datos para asegurar un rendimiento óptimo de la red.
3. Cumplimiento de estándares: Se resaltaré el estricto cumplimiento de los estándares y normativas aplicables al despliegue de FTTH. Esto abarcará tanto las especificaciones técnicas de los componentes utilizados como las regulaciones de seguridad y salud ocupacional pertinentes.
4. Capacitación del personal: Se garantizará que el personal encargado del despliegue de FTTH reciba una capacitación adecuada en las técnicas de instalación, el manejo de equipos de prueba y el control de calidad. Esto se realizará con el fin de asegurar que estén familiarizados con los procedimientos correctos y sean competentes en la realización de pruebas y controles de calidad.
5. Documentación detallada: Se exigirá la elaboración de una documentación detallada de todo el proceso de despliegue de FTTH. Esto incluirá la elaboración de planos, esquemas de conexión, informes de pruebas y registros de inspección. Esta documentación permitirá contar con un registro completo de las actividades realizadas y facilitará futuras revisiones o modificaciones.

4. Prueba de servicio

Prueba de servicio: Como parte del control de calidad en el despliegue de FTTH, se llevará a cabo una prueba de servicio integral para verificar el funcionamiento óptimo de la red. Esta prueba se realizará una vez finalizada la instalación de los componentes de FTTH y antes de poner en servicio la red.

1. Verificación de conectividad: Se comprobará la conectividad de los usuarios finales mediante pruebas de enlace para garantizar que los servicios de voz, datos e Internet funcionen correctamente. Se verificará la capacidad de transmitir y recibir datos a través de la red de fibra óptica, asegurando una conexión estable y de calidad.
2. Pruebas de velocidad: Se medirá la velocidad de transferencia de datos tanto en la subida como en la bajada para confirmar que se cumplan los niveles de velocidad acordados y proporcionar una experiencia de usuario óptima.
3. Evaluación de la calidad de voz: Se realizarán pruebas de calidad de voz para asegurar que las llamadas telefónicas se realicen sin problemas y sin interferencias, garantizando una comunicación clara y nítida.
4. Prueba de servicios adicionales: En caso de ofrecer servicios adicionales, como televisión o servicios interactivos, se realizarán pruebas específicas para verificar su correcto funcionamiento y disponibilidad.
5. Registro y documentación: Todos los resultados de las pruebas de servicio se registrarán y documentarán de manera detallada, incluyendo fechas, resultados y cualquier acción correctiva tomada. Esta documentación será fundamental para mantener un registro histórico y para futuras referencias.

5. Condiciones de mantenimiento

Las condiciones de mantenimiento sirven para garantizar un funcionamiento óptimo y una vida útil prolongada de la red de FTTH, se establecerán las siguientes condiciones de mantenimiento:

1. Programa de mantenimiento preventivo: Se implementará un programa de mantenimiento preventivo regular para inspeccionar y verificar el estado de los componentes de la red de FTTH. Esto incluirá inspecciones periódicas, limpieza y reajustes si es necesario.
2. Mantenimiento correctivo: En caso de fallos o problemas identificados, se establecerá un proceso de mantenimiento correctivo para solucionar rápidamente las incidencias y restablecer el servicio. Esto incluirá un tiempo de respuesta acordado para abordar y resolver las incidencias reportadas.
3. Capacitación del personal de mantenimiento: El personal encargado del mantenimiento de la red de FTTH recibirá la capacitación adecuada en las técnicas de mantenimiento y reparación de los componentes de la red. Esto garantizará que estén equipados para llevar a cabo las tareas de mantenimiento de manera efectiva y eficiente.



4. Documentación y registro: Todas las actividades de mantenimiento, incluyendo inspecciones, reparaciones y reemplazos de componentes, se documentarán y registrarán de manera detallada. Esta documentación proporcionará un historial de mantenimiento completo y será útil para el seguimiento y la evaluación del estado de la red.
5. Actualizaciones y mejoras: Se establecerá un plan para realizar actualizaciones y mejoras periódicas en la red de FTTH, considerando los avances tecnológicos y las necesidades del servicio. Estas actualizaciones se llevarán a cabo de acuerdo con los estándares y las regulaciones aplicables.
6. Monitoreo continuo: Se implementará un sistema de monitoreo continuo de la red de FTTH para detectar cualquier anomalía o degradación del rendimiento. Esto permitirá tomar medidas proactivas y realizar ajustes antes de que se produzcan interrupciones del servicio.

7. Libro de ordenes

Se utilizará un libro de órdenes para registrar todas las órdenes, instrucciones, eventos y acciones relevantes del proyecto de despliegue de FTTH.

1. Cada entrada en el libro de órdenes incluirá la fecha, descripción clara de la orden, acciones tomadas, responsable designado y estado final.
2. El equipo de despliegue de FTTH será responsable de mantener el libro de órdenes actualizado y completo.
3. Todas las órdenes requerirán firmas y aprobaciones de las partes involucradas para respaldar su validez.
4. El libro de órdenes estará disponible para el equipo de despliegue y otros interesados, con un sistema de gestión para su acceso y almacenamiento seguro.
5. El libro de órdenes podrá utilizarse como evidencia documental en disputas o auditorías.
6. Se realizarán revisiones periódicas para mantener la integridad y exactitud del libro de órdenes.



Plan de despliegue de una red de telecomunicaciones de fibra óptica FTTH (Fiber to the home).

Documento N°4: PRESUPUESTO

Fin de Grado

Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

AUTOR/A: Nerea Pineda Fuster

Tutor/a: Salvador Orts Grau

Cotutor/a externo: José Manuel Moreno Bolívar

Prácticas: PTV Telecom

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023



Contenido

1. Presupuesto teórico	3
1.1. Presupuesto de los materiales	3
1.2. Presupuesto de la mano de obra	6
2. Resumen presupuesto total	8

1. Presupuesto teórico

1.1. Presupuesto de los materiales

En el siguiente apartado, se presenta una Tabla detallada (Tabla 1) que resume todos los materiales necesarios para llevar a cabo la ejecución del proyecto, junto con sus respectivos costos. La Tabla se ha dividido en dos secciones principales: los materiales ya citados en el diseño y los materiales requeridos para la instalación. A partir de esta información, se ha obtenido un presupuesto teórico total que proporciona una estimación inicial de los costos involucrados. Es importante tener en cuenta que una vez que se lleve a cabo la instalación, este presupuesto puede variar debido a factores imprevistos, como la necesidad de utilizar más soportes en el cable o un aumento en los metros reales de fibra. Sin embargo, esta Tabla inicial ofrece una visión general de los materiales y los costos asociados a ellos.

Presupuesto teórico							
MATERIALES DE DISEÑO							
MATERIALES							
Producto	Unidad	Descripción	Código	Cantidad	Precio(€)	Total	
m1	Uds.	CTO :CAJA EMPALME/DISTRIBUCIÓN PLC 16F EXTERIOR IP68	INS0080-PTV	68	42,35 €	2.879,80 €	
m2	Uds.	CAJAS FDB EXT 8/12 F-12 A	INS0082-PTV	5	9,08 €	45,40 €	
m3	Uds.	FDB INTERIOR 8C	INS0090-PTV	25	19,30 €	482,50 €	
m4	Uds.	CAJA EMPALME 64-128 MONDRAGÓN	INS0117	1	167,78 €	167,78 €	
						3.575,48 €	
CABLES							
Producto	Unidad	Descripción	Código	Cantidad	Precio(€)	Total	
m5	m	CABLE DE FIBRA ÓPTICA MULTITUBO 8F	CBL0174-PTV	3780,674	0,62 €	2.344,02 €	
m6	m	CABLE DE FIBRA ÓPTICA MULTITUBO 24F	CBL0174-PTV	1096,523	0,90 €	986,87 €	
m7	m	CABLE DE FIBRA ÓPTICA MULTITUBO 64F	CBL0177-PTV	970,4	1,75 €	1.698,20 €	
						5.029,09 €	
MATERIALES DE INSTALACIÓN							
Producto	Unidad	Descripción	Información adicional	Código	Cantidad	Precio(€)	Total
m8	Uds.	Tornillos CTO	Se utilizan 2 por CTO. INCLUIDOS	-	204	-	-
m9	Pack 100 Uds.	BRIDA METALICA AISLADA	Para cable bridado. Se utilizan 2,5 por m	44200	1736,4 (18 packs)	0,30 €	5,40 €
m10	Pack 500 Uds.	BRIDA CON TORNILLO	Para la primera puesta de cable. Se utilizan 2,5 por	258TL	12882,6 (26 packs)	0,35 €	9,10 €
m11	Pack 2 Uds.	Abrazadera metálica reforzada 60 mm	Se necesitan 3 por tubo de canalizado.	M-10/200H	6 (3 packs)	3,20 €	9,60 €
m12	Uds.	Kit de fachada de hierro	cono de neopreno, manguito reductor tipo A y	-	2	33,40 €	66,80 €
m13	Pack de 50m	Tubos Corrugados SUIंगा Bobina	Conducto de PVC que protege los cables en enterrados en el	MRKEAN-8420082039842	19,8m (1 pack)	20,58 €	20,58 €
m14	Pack 25 uds.	Anclaje metalico c/argolla 10/12x70	Se necesitan 2 por salto. Acero bicromatado con argolla clase 6.8 y	MRKEAN-8445187060836	48 (2 packs)	24,04 €	48,08 €
m15	Rollo de 100m	Cable de acero galvanizado trenzado 3mm	Se necesitan los mismos metros de salto mas un	MRKEAN-8431598168551	312,04 (4 rollos)	24,67 €	98,68 €
m16	Uds.	Tensores de carraca (1.5mm de espesor)	1 tensor por salto	90010011	24	1,31 €	31,44 €
						289,68 €	
						TOTAL BRUTO: 8.894,25 €	
						IVA 21% 1.867,79 €	
						TOTAL: 10.762,04 €	

Tabla 1: Presupuesto teórico detallado

Una vez obtenidos los resultados, se puede apreciar la inversión realizada en este proyecto, la cual no es muy elevada considerando el alto número de viviendas asociadas. Se espera obtener

un beneficio significativo gracias al estudio previo realizado. El diseño óptimo del proyecto ha evitado la aparición de complicaciones que podrían encarecer el presupuesto.

Un ejemplo de los argumentos mencionados es el incidente corregido relacionado con el salto que no se podía utilizar, lo cual requirió utilizar un canalizado alternativo y afectó al costo final. Es decir, la utilización de un canalizado externo implica un aumento en los materiales y, por ende, en el costo. El kit de fachada de hierro consta del cono de neopreno, el manguito reductor tipo A y el tubo de hierro. Estos elementos se utilizan para cerrar los tubos a la salida de los cables a poste y fachada, proteger los cables telefónicos y realizar uniones entre codos de PVC y tubos de salida lateral. Además, se necesitan tres abrazaderas simples para asegurar completamente cada tubo de canalizado.

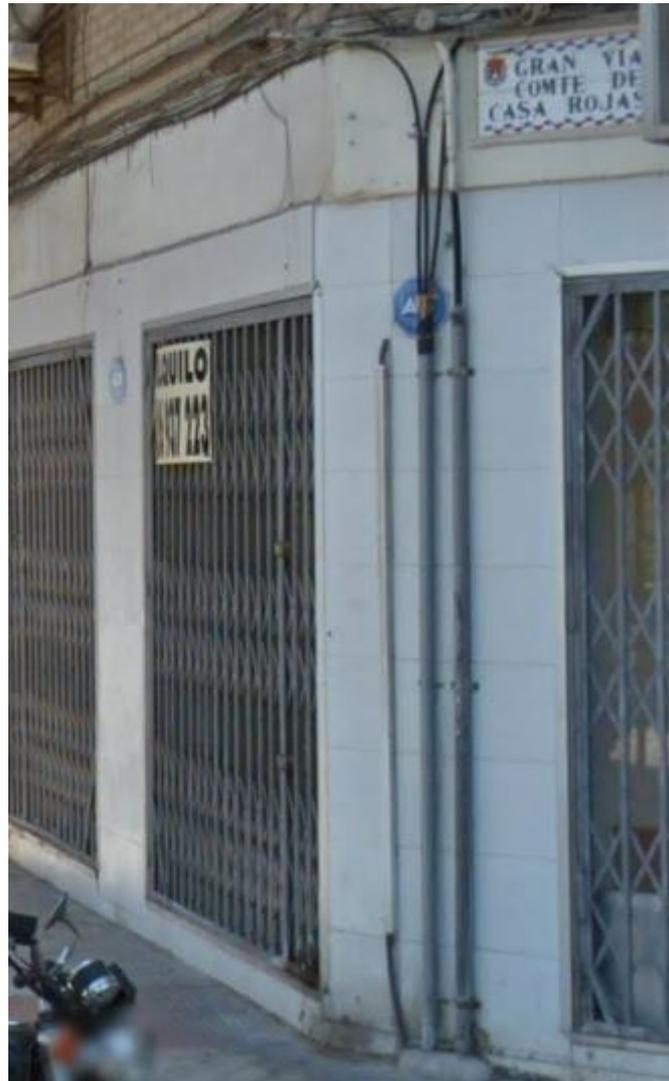


Ilustración 1: Futura localización del canalizado tras su corrección

En la Ilustración 1, puede observarse los tres elementos mencionados, esta es una imagen real de la futura ubicación del canalizado.

Otro elemento importante en la instalación son las bridas utilizadas para sujetar el cable de fibra. Es necesario seguir ciertas medidas para su correcta colocación, utilizando dos bridas y media por cada metro de fibra, lo que equivale a una brida cada cuarenta centímetros. La diferencia

entre los dos tipos de bridas radica en que la brida con tornillo se utiliza en la primera instalación de la fibra, en un lugar donde no haya más cables, conocido como "cable grapeado". Por otro lado, la brida metálica aislada se utiliza cuando ya existe un cable y se debe pasar nuevamente por ese mismo lugar, sin espacio adicional para la brida con tornillo. Esta segunda brida es más fácil de colocar, ya que no requiere perforar ningún agujero.

Para calcular las bridas necesarias se ha calculado el cable total empleado:

$$F.Total(m) = F.8(m) + F.24(m) + F.64(m)$$

$$F.Total(m) = 3780.7 + 1096.55 + 970.4 = 5847.65 m$$

Una vez el cable total hay que distinguir que cable va con bridas con tornillos y bridas metálicas, explicado anteriormente, al realizar las medidas correspondientes se obtiene el siguiente resultado:

$$F.Total(m) = Cable\ grapeado(m) + Cable\ bridado(m)$$

$$Cable\ grapeado(m) = 5153.03 m$$

$$Cable\ bridado(m) = 694.567 m$$

Y para obtener el número de bridas de cada uno, se necesita 1 cada 40 cm, se obtiene:

$$Bridas\ con\ tornillo = \frac{5153.03}{0.4} = 12882.57 = 12883\ Unidades$$

$$Bridas\ metálicas = \frac{694.567}{0.4} = 1736.42 = 1736\ Unidades$$



Ilustración 2: ejemplo real de la utilización del cable grapeado y material para realizar el salto correspondiente

En la Ilustración 2 se puede observar el cableado bridado durante la instalación. Es importante tener en cuenta la presencia de otras compañías y el estado de las viviendas, ya que estas circunstancias pueden influir significativamente en las medidas a tomar. Al examinar la misma imagen, se aprecia el uso de dos argollas para asegurar un salto, proporcionando un soporte adecuado al cable. Además, se utiliza un cable de acero trenzado que debe tener la longitud del salto más un metro adicional en cada extremo, con el fin de garantizar su correcta colocación y seguridad. Este cable trenzado es el que se tensa utilizando un tensor de carraca.

El proyecto incluye un total de 24 saltos utilizados, y la suma de todos ellos resulta en:

$$\text{Cable Total de Salto}(m) = \sum \text{Saltos Empleados} = 264.04 \text{ m}$$

Los metros de cable de acero trenzado se obtienen de la siguiente forma:

$$\text{Cable de Acero Trenzado}(m) = \text{Cable Total de Salto}(m) + 2m \text{ extra} * 24 \text{ saltos}$$

$$\text{Cable de Acero Trenzado}(m) = 264.04 + 2 * 24 = 312.04 \text{ m}$$

Por último, es importante destacar en relación con el canalizado que, además del costo de instalación, existe un gasto adicional mencionado previamente, que corresponde al alquiler con la compañía Telefónica. Este alquiler se calcula de forma mensual y está determinado por la cantidad de metros utilizados.

$$\text{Conducto de canalizado}(m) = 18(m \text{ teóricos}) + 10\% \text{ de variación} = 19.8 \text{ m}$$

Es necesario tener en cuenta que este gasto depende de diversos factores, pero generalmente se aproxima a un euro por metro de canalizado. Por lo tanto, este costo adicional debe considerarse al acceder a las áreas que respaldarán estos gastos adicionales.

$$\text{Alquiler mensual del canalizado} = 19.8 \text{ m de canalizado} * \pm 1 \frac{\text{€}}{\text{m}} = 19.8 \frac{\text{€}}{\text{mes}}$$

En resumen, el presupuesto presentado propone una visión clara de los costos y gastos estimados para el proyecto. Se han considerado factores variables y se ha hecho hincapié en la importancia de un enfoque estratégico en los costos adicionales. En general, este presupuesto proporciona una base sólida para la planificación financiera del proyecto.

1.2. Presupuesto de la mano de obra

El presente apartado del proyecto se centra en la estimación y análisis del presupuesto de la mano de obra requerida para la ejecución exitosa del proyecto. La mano de obra desempeña un papel fundamental en la materialización de las actividades planificadas, ya que son los

profesionales capacitados y especializados quienes llevan a cabo las tareas necesarias para lograr los objetivos propuestos.

MANO DE OBRA						
CABLES						
Producto	Unidad	Descripción	Profesional necesario	Cantidad	Precio/metro	Total
m1	m	CABLE GRAPEADO	Celador de fibra óptica (TRADE)	5847,6	0,98 €	5.730,65 €
m2	m	CABLE BRIDADO	Celador de fibra óptica (TRADE)	694,567	0,48 €	333,39 €
m3	m	CABLE CANALIZADO	Celador de fibra óptica (TRADE)	19,8	0,98 €	19,40 €
m4	Uds.	COLOCAR TUBO DE HIERRO	Celador de fibra óptica (TRADE)	2	10,00 €	20
m5	m	CABLE POR SALTO	Celador de fibra óptica (TRADE)	264,04	0,98 €	258,7592
					TOTAL BRUTO:	6.362,20 €
					IVA	21%
					TOTAL:	7.698,27 €

Tabla 2: Presupuesto de mano de obra en relación con la instalación de los cables

En la Tabla 2 se presenta información sobre los trabajadores especializados y los costos asociados a cada operación de instalación de cables, así como los materiales necesarios. Cada operación tiene un costo específico, al igual que cada material utilizado. Por ejemplo, la instalación de cables mediante el método de "grapeado" tiene un costo más alto debido a la necesidad de realizar perforaciones para colocar las tuberías y las bridas. En cambio, en el método de "bridado" la fibra y las bridas ya están colocadas, y solo se requiere añadir el cable con bridas metálicas.

La canalización del cable es una tarea más compleja, que implica la preparación de la zona y la conexión del cable con el exterior mediante tubos de hierro. Aunque el trabajo se simplifica al utilizar un canalizado existente, aún es necesario preparar el terreno y asegurar una correcta conexión del cable.

Otra parte del presupuesto se destina a la instalación de cajas, así como a las fusiones y las inserciones, tareas más delicadas que requieren de expertos en la materia para llevarlas a cabo de manera adecuada.

MANO DE OBRA						
CAJAS						
Producto	Unidad	Descripción	Profesional necesario	Cantidad	Precio/Uds.	Total
m6	Uds.	INSTALACIÓN CE	Celador de fibra óptica (TRADE)	1	26,45 €	26,45 €
m7	Uds.	FUSION	Celador de fibra óptica (TRADE)	605	2,64 €	1.597,20 €
m8	Uds.	SANGRADO	Celador de fibra óptica (TRADE)	43	10,58 €	454,94 €
m7	Uds.	INSTALACIÓN CTO	Celador de fibra óptica (TRADE)	68	3,30 €	224,4
m8	Uds.	INSERCIÓN	Celador de fibra óptica (TRADE)	68	9,26 €	629,68
m9	Uds.	INSTALAR FDB	Celador de fibra óptica (TRADE)	30	2,77 €	83,1
					TOTAL:	3.015,77 €
					IVA	21%
					TOTAL:	3.649,08 €

Tabla 3: Presupuesto de mano de obra en relación con la instalación de los cajas y fusiones

Como se muestra en la Tabla 3, se pueden observar los costos asociados a la instalación de las cajas, como el CTO, la caja de empalmes y el FDB. Estos elementos no representan una variación significativa en el presupuesto total. Por otro lado, también se encuentran los costos relacionados con las conexiones necesarias para el correcto funcionamiento de estas cajas. Estos trabajos requieren gran precisión para garantizar un rendimiento óptimo. Estos procesos incluyen las fusiones, que consisten en unir fibras ópticas, el sangrado, que se realiza para conectar la entrada de la fibra, y las inserciones, que permiten añadir ramas adicionales en la red de fibra. Cada uno de estos procedimientos tiene un costo específico, si bien las fusiones son los más utilizados y son considerados como una parte esencial del proyecto.

En cuanto al personal necesario, este proyecto cuenta con celadores de fibra óptica que se encargan de la instalación y mantenimiento. En este caso su cobro es por concepto realizado por su contrato establecido de trade, es decir son autónomos que trabajan dentro de la empresa, entonces las horas realizadas están incluidas en cada concepto.

En resumen, el presupuesto que engloba la mano de obra del proyecto es el siguiente (Tabla 4):

MANO DE OBRA			
CABLES		TOTAL:	6.362,20 €
CAJAS		TOTAL:	3.015,77 €
		PRESUPUESTO TOTAL	9.377,97 €
		IVA	21%
		TOTAL:	1.969,37 €
		TOTAL:	11.347,35 €

Tabla 4: Resumen del presupuesto de la mano de obra

En cuanto al presupuesto de los honorarios del ingeniero responsable del diseño y del jefe de obra que revisa y completa la instalación, se observan en la Tabla 5, junto al detalle de las horas y su coste equivalente.

Presupuesto de ejecución por contrata			
Honorarios de Ingeniero	EUROS/HORA	HORAS	
Proyecto	13	80	1.040,00 €
IVA	21,00% sobre el		218,40 €
TOTAL HONORARIOS DE INGENIERO DEL PROYECTO			1.258,40 €
Jefe de obra			
Obra del proyecto	18	160	2.880,00 €
IVA	21,00% sobre el presupuesto del jefe de obra		604,80 €
TOTAL HONORARIOS DE INGENIERO DEL DIRECTOR DE OBRA			3.484,80 €
TOTAL HONORARIOS:			4.743,20 €

Tabla 5: Resumen honorarios de ejecución

2. Resumen presupuesto total

El presupuesto total del proyecto, que incluye tanto los materiales como la mano de obra. La Tabla 6 presentada proporciona una visión detallada de los costos de los materiales requeridos y los pagos correspondientes a los trabajadores especializados en cada operación de instalación.

Es importante tener en cuenta que el presupuesto total puede verse afectado por factores externos, como averías o la necesidad de adquirir materiales adicionales. No obstante, en general, se ha logrado un diseño óptimo que minimiza las complejidades y los costos asociados, asegurando así una inversión rentable en relación con el número de viviendas involucradas en el proyecto.

RESUMEN PRESUPUESTO			
MATERIALES		TOTAL:	8.894,25 €
MANO DE OBRA		TOTAL:	9.377,97 €
Honorarios de Ingeniero		TOTAL:	1.040,00 €
Honorarios de Jefe de obra		TOTAL:	2.880,00 €
		PRESUPUESTO TOTAL	22.192,22 €
		IVA	21%
		TOTAL:	4.660,37 €
		TOTAL:	26.852,59 €

Tabla 6: Resumen total del presupuesto teórico

El importe total asciende a VEINTISÉIS MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS CON CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

En resumen, el proyecto cumple con los requisitos de optimización y se destaca por su eficiencia económica en comparación con otras zonas. Esto se debe, en parte, poca canalización que ha sido necesaria en el proyecto, especialmente como en áreas nuevas o dispersas con una



extensión de fibra de 64, factores que aumentan el presupuesto total. En el caso particular de esta zona, se adapta perfectamente al proyecto debido al volumen de viviendas en proporción a la superficie del área delimitada.