



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos,  
Canales y Puertos

Estudio de la programación de las obras de construcción  
del túnel peatonal de conexión de las estaciones de Xàtiva  
y Alacant en la red de metro de FGV (València)

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería de Obras Públicas

AUTOR/A: Filimonov, Vasili

Tutor/a: Alcalá González, Julián

Cotutor/a: Sanz Benlloch, María Amalia

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

## Resumen

En este trabajo se aborda la elaboración de programación de una obra que consiste en ejecución de un falso túnel peatonal entre dos estaciones del metro de Valencia en el casco urbano de la ciudad. Al final, se va a analizar el plazo de obra incluido en el proyecto, el plazo obtenido como resultado de la programación y las expectativas de la empresa constructora que ejecuta la obra.

Durante el desarrollo del trabajo se estudian en detalle el proyecto, procedimientos constructivos aplicados, condicionantes del entorno, los servicios afectados por la obra y a partir de estos datos se propone un orden de ejecución de trabajos, se estiman rendimientos que se puede alcanzar en su realización y como resultado final se obtiene una programación de obra completa.

Actualmente la práctica de una programación de obra bien desarrollada en la etapa de proyecto no es abundante en el sector de construcción de España lo que provoca estimación inadecuada de plazo de ejecución de una obra.

Por esta razón el TFG pretende demostrar el rol de programación en una obra, las ventajas que puede proponer su introducción al sector de construcción y su importancia para desarrollo eficiente y sostenible de sociedad.

**Palabras clave:** programación de obra; planificación de obra; cañón peatonal; conexión subterránea; metro de Valencia; estación Alicante; estación Xàtiva; diagrama de Gantt

## **Abstract**

This work deals with the elaboration of construction schedule for a project that consists of execution of a false pedestrian tunnel between two stations of the Valencia metro in the urban area of the city. At the end, the execution period included in the project, the period obtained as a result of the schedule and the expectations of the construction company executing the project will be analyzed.

During the development of the work, the construction project, applied construction procedures, environmental conditions, the services affected by the work are studied in detail and from these data an order of execution of works is proposed, yields that can be achieved in its realization are estimated and as a final result a complete work schedule is obtained.

Currently, the practice of a well-developed construction schedule at the project stage is not abundant in the construction sector of Spain, which causes inadequate estimation of the execution period of a work.

For this reason, the Degree Final Project aims to demonstrate the role of programming in a construction site, the advantages that its introduction to the construction sector can propose and its importance for the efficient and sustainable development of society.

**Keywords:** construction schedule; work planning; pedestrian tunnel; underground connection; Valencia metro; Alicante station; Xàtiva station; Gantt diagram

# Índice General

Documento Nº1: Memoria .....	
Anejo 1. Planos del proyecto: Servicios Afectados .....	
Anejo 2. Planos del proyecto: Estructuras .....	
Anejo 3. El programa de obra. Diagrama de Gantt .....	
Anejo 4. Relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.....	



## **Documento №1: Memoria**

# Índice de la memoria

<b>1. Introducción .....</b>	<b>7</b>
1.1. Motivación y justificación.....	7
1.2. Contenido del documento .....	7
1.3. Objetivos.....	8
<b>2. Descripción de la obra.....</b>	<b>9</b>
2.1. Descripción de la obra según proyecto .....	9
2.2. Programación incluida en el proyecto.....	11
2.3. Modificaciones .....	12
<b>3. Selección de actividades.....</b>	<b>13</b>
3.1. Implantación de la obra.....	13
3.2. Desvío de los servicios afectados .....	16
3.3. Ejecución de pantallas .....	17
3.4. Excavación entre las pantallas .....	19
3.5. Ejecución del tapón de fondo .....	19
3.6. Ejecución de la losa de calle .....	19
3.7. Ejecución de la galería de agua potable.....	22
3.8. Relleno sobre la losa de calle .....	22
3.9. Reposición de los servicios .....	23
3.10. Urbanización de zona de la obra.....	23
3.11. Excavación del túnel .....	23
3.12. Ejecución de la losa inferior .....	25
3.13. Conexión con la estación Xàtiva .....	26
3.14. Conexión con la estación Alicante.....	28
3.15. Arquitectura, Instalaciones y Equipamiento.....	32
<b>4. Fases de reposición de servicios .....</b>	<b>36</b>
4.1. Fase 1.....	37
4.2. Fase 2.....	40
4.3. Fase 3.....	42
4.4. Fase 4.....	48
4.5. Fase 5.....	54
4.6. Fase 6.....	58
4.7. Fase 7.....	58
4.8. Fase 8.....	66
4.9. Fase 9.....	74
<b>5. Programación de la obra .....</b>	<b>77</b>
5.1. Implantación de la obra.....	78
5.2. Fase 1.....	79
5.3. Fase 2.....	79

5.4.	Fase 3.....	80
5.5.	Implantación de la obra CX .....	81
5.6.	Fase 4.....	81
5.7.	Fase 5.....	83
5.8.	Fase 6.....	84
5.9.	Fase 7.....	87
5.10.	Fase 8.....	91
5.11.	Fase 9.....	95
5.12.	Diagrama espacio-tiempo .....	96
5.13.	Plazo de la obra .....	97
<b>6.</b>	<b>Comparación de programación incluida en el proyecto, obtenida en el estudio y de la empresa constructora. ....</b>	<b>98</b>
6.1.	Programación incluida en el proyecto.....	98
6.2.	Programación de la empresa constructora .....	99
<b>7.</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>101</b>
<b>8.</b>	<b>Bibliografía .....</b>	<b>102</b>

## Lista de figuras:

Figura 1. Plano: Situación y emplazamiento .....	9
Figura 2. Plano: Estructuras. Vista General .....	11
Figura 3. Leyenda de la nomenclatura de servicios .....	37
Figura 4. Zona de actuación de la Fase 1 .....	38
Figura 5. Sección tipo ELECT-MT-AT1-SR-SC-F1 .....	38
Figura 6. Plano de reposición ELECT-MT-AT1-SR-SC-F1.....	38
Figura 7. Plano de desvío SAN-SAN1-RP-SC-F1 .....	39
Figura 8. Plano de desvío TEF-CORREOS-CO1-RP-SC-F1. Zona inicial.....	39
Figura 9. Plano de desvío TEF-CORREOS-CO1-RP-SC-F1. Zona final. ....	39
Figura 10. Plano de reposición TEF-JAZZTEL-JZ1-SR-SC-F1 .....	40
Figura 11. Plano de desvíos de la Fase 1 .....	40
Figura 12. Zona de actuación de la Fase 2.....	41
Figura 13. Plano de desvío TEF-TLF-TLF1-RP-SC-F2. Zona inicial .....	41
Figura 14. Plano de desvío TEF-TLF-TLF1-RP-SC-F2. Zona final.....	41
Figura 15. Plano de desvío TEF-COLT-RP-SC-F2. Zona final.....	42
Figura 16. Plano de desvío TEF-COLT-RP-SC-F2. Zona inicial.....	42
Figura 17. Zona de actuación de la Fase 3.....	43
Figura 18. Plano de desvío ALUMB-AL1-RP-SC-F3 .....	43
Figura 19. Vista de calle de línea Jazztel.....	44
Figura 20. Plano de desvío TEF-JAZZTEL-JZ1-RP-SC-F3. Zona inicial .....	44
Figura 21. Plano de desvío TEF-JAZZTEL-JZ1-RP-SC-F3. Zona final .....	44
Figura 22. Vista de calle de línea Jazztel.....	45
Figura 23. Plano de desvío TEF-TLF-RP-SC-F3.....	45
Figura 24. Plano de desvío ELECT-BT-BT1-RP-SC-F3.....	46
Figura 25. Vista de calle de línea BT-1 .....	46
Figura 26. Plano de desvío AP-ALTA-AP1-RP-SC-F3. Zona final.....	46
Figura 27. Plano de desvío AP-ALTA-AP1-RP-SC-F3. Zona inicial .....	46
Figura 28. Plano de desvío SAN-SAN1-SR-SC-F3. Zona inicial .....	47
Figura 29. Plano de desvío SAN-SAN1-SR-SC-F3. Zona final.....	47
Figura 30. Plano de desvíos de la Fase 3 .....	47
Figura 31. Zona de actuación de la Fase 4 .....	48
Figura 32. Vista de calle líneas de telecomunicación.....	49
Figura 33. Planos de la Cámara de registro.....	49
Figura 34. Plano de desvío TEF-TLF1; JZ1; OR1-RP-CX-F5. Zona inicial.....	49
Figura 35. Plano de desvío TEF-TLF1; JZ1; OR1-RP-CX-F5. Zona final .....	50
Figura 36. Vista de calle líneas de telecomunicación .....	50
Figura 37. Plano de desvío TEF-TLF1; JZ1; OR1-RP-CX-F5. Zona central.....	51
Figura 38. Plano de servicio afectado SEMF-SF1-SA-CX-F4 .....	51
Figura 39. Plano de desvío ALUMB-AL3-RP-CX-F4 .....	52
Figura 40. Vista de calle de la arqueta de red de alumbramiento.....	52
Figura 41. Plano de desvío AP-ALTA-AP1-RP-CX-F4. Zona inicial .....	52
Figura 42. Plano de desvío AP-ALTA-AP1-RP-CX-F4. Zona final.....	53
Figura 43. Plano de desvío SAN-SAN1-RP-CX-F4 .....	53
Figura 44. Plano de desvío TEF-COLT-RP-CX-F4 .....	54
Figura 45. Zona de actuación de la Fase 5.....	54
Figura 46. Plano de desvío GAS-BAJA-GS2,3-SR-CX-F5. Zona inicial .....	55
Figura 47. Plano de desvío GAS-BAJA-GS2,3-SR-CX-F5. Zona final.....	55
Figura 48. Plano de desvío AP-ALTA-AP2-RP-CX-F5 .....	56
Figura 49. Plano de desvío ELECT-MT-AT2-RP-CX-F6 del proyecto .....	56
Figura 50. Plano de desvío ELECT-MT-AT2-RP-CX-F6 modificado .....	57
Figura 51. Plano de desvío ELECT-MT-AT2-RP-CX-F6. Zona inicial.....	57
Figura 52. Plano de desvíos de la Fase 5.....	58

Figura 53. Plano de reposición TEF-TLF1; JZ1; OR1-SR-CX-F6.....	58
Figura 54. Zona de actuación de la Fase 7 .....	59
Figura 55. Plano de servicio afectado ALUMB-AL4-SA-CX-F7 .....	59
Figura 56. Sección tipo ELECT-MT-AT3-SR-CX-F7 .....	60
Figura 57. Plano de reposición ELECT-MT-AT3-SR-CX-F7.....	60
Figura 58. Sección tipo AP-ALTA-AP3-SR-CX-F7 .....	60
Figura 59. Plano de reposición AP-ALTA-AP3-SR-CX-F7 .....	60
Figura 60. Plano de reposición SAN-ROVELLA-SR-CX-F7 .....	61
Figura 61. Sección tipo SAN-ROVELLA-SR-CX-F7 .....	61
Figura 62. Sección tipo TEF-CORREOS-SR-CX-F7 .....	61
Figura 63. Plano de reposición TEF-CORREOS-SR-CX-F7 .....	61
Figura 64. Plano de reposición TEF-CORREOS-SR-CX-F7. Empalme .....	62
Figura 65. Sección tipo TEF-COLT-SR-CX-F7 .....	62
Figura 66. Plano de reposición TEF-COLT-SR-CX-F7.....	62
Figura 67. Plano de reposición TEF-COLT-SR-CX-F7. Empalme de desvío.....	63
Figura 68. Plano de reposición SAN-RONDA-SR-CX-F7.....	63
Figura 69. Sección tipo SAN-RONDA-SR-CX-F7.....	63
Figura 70. Plano de servicio afectado SEMF-SF2-SA-CX-F7 .....	64
Figura 71. Plano de reposición AP-BAJA-APB1-SR-CX-F7 .....	64
Figura 72. Plano de reposición ELECT-MT-AT2-SR-CX-F7.....	65
Figura 73. Sección tipo GAS-BAJA-GS4-SR-CX-F7 .....	65
Figura 74. Plano de reposición GAS-BAJA-GS4-SR-CX-F7 .....	65
Figura 75. Plano de reposiciones de la Fase 7 .....	66
Figura 76. Plano de reposición AP-ALTA-AP2-SR-CX-F8 .....	66
Figura 77. Sección tipo AP-ALTA-AP2-SR-CX-F8. Galería de agua potable .....	67
Figura 78. Plano de reposición SAN-SAN2-SR-CX-F8 .....	67
Figura 79. Sección tipo pozo de registro SAN-SAN2-SR-CX-F8.....	67
Figura 80. Sección tipo SAN-SAN2-SR-CX-F8.....	67
Figura 81. Plano de reposición AP-ALTA-AP1-SR-CX-F8. Zona inicial.....	68
Figura 82. Plano de reposición AP-ALTA-AP1-SR-CX-F8. Zona central.....	68
Figura 83. Sección tipo AP-ALTA-AP1-SR-CX-F8 .....	68
Figura 84. Plano de reposición AP-ALTA-AP1-SR-CX-F8. Zona final .....	68
Figura 85. Plano de reposición TEF-CORREOS-SR-CX-F8. Zona inicial .....	69
Figura 86. Plano de reposición TEF-CORREOS-SR-CX-F8. Zona final.....	69
Figura 87. Sección tipo TEF-CORREOS-SR-CX-F8 .....	69
Figura 90. Plano de reposición TEF-COLT-SR-CX-F8. Zona inicial.....	70
Figura 88. Sección tipo TEF-COLT-SR-CX-F8 .....	70
Figura 89. Plano de reposición TEF-COLT-SR-CX-F8. Zona final .....	70
Figura 91. Plano de reposición TEF-JAZZTEL-SR-CX-F8. Zona inicial .....	71
Figura 92. Plano de reposición TEF-JAZZTEL-SR-CX-F8. Zona central.....	71
Figura 93. Plano de reposición TEF-JAZZTEL-SR-CX-F8. Zona final.....	71
Figura 94. Sección tipo TEF-JAZZTEL-SR-CX-F8.....	72
Figura 95. Plano de reposición TEF-JAZZTEL-SR-CX-F8 .....	72
Figura 96. Posición de la línea de telecomunicación prevista en el proyecto .....	72
Figura 97. Plano de reposición TEF-TLF-SR-CX-F8.....	73
Figura 98. Sección tipo TEF-TLF-SR-CX-F8.....	73
Figura 99. Plano de reposición ALUMB-AL3-SR-CX-F8 .....	74
Figura 100. Zona de actuación de la Fase 9.....	74
Figura 101. Plano de reposición GAS-BAJA-GS1-SR-CX-F9 .....	75
Figura 102. Plano de reposición ELECT-BT-BT1-SR-CX-F9 .....	75
Figura 103. Plano de reposición SAN-SAN1-SR-CX-F9 .....	76
Figura 104. Plano de reposición ALUMB-AL1-SR-CX-F9 .....	76
Figura 105. Módulos del túnel peatonal .....	77

## Lista de diagramas:

Diagrama 1. Programación de la obra propuesta por el proyecto .....	12
Diagrama 2. Implantación de la obra SC .....	79
Diagrama 3. Fase 1 SC .....	79
Diagrama 4. Fase 2 SC .....	79
Diagrama 5. Fase 3 SC: Desvío de servicios.....	80
Diagrama 6. Fase 3 SC: Tratamiento del terreno.....	80
Diagrama 7. Fase 3 SC: Muretes-guía.....	81
Diagrama 8. Implantación de la obra CX .....	81
Diagrama 9. Fase 4 CX: Desvío de servicios.....	82
Diagrama 10. Fase 4 CX: Tratamiento del terreno.....	82
Diagrama 11. Fase 4 CX: Muretes-guía.....	82
Diagrama 12. Fase 4 CX: Pantallas .....	83
Diagrama 13. Fase 5 CX .....	83
Diagrama 14. Fase 6 CX: Tratamiento del terreno.....	84
Diagrama 15. Fase 6 CX: Muretes-guía.....	84
Diagrama 16. Fase 6 CX: Pantallas .....	85
Diagrama 17. Fase 6 CX: Excavación entre las pantallas.....	85
Diagrama 18. Fase 6 CX: Tapón de fondo y estampidores.....	86
Diagrama 19. Fase 6 CX: Losa superior .....	86
Diagrama 20. Fase 6 CX: Galería de agua potable.....	87
Diagrama 21. Relleno y desvío de servicios .....	87
Diagrama 22. Fase 7 CX: Reposición de servicios .....	88
Diagrama 23. Fase 7 CX: Reconstrucción de la sala de máquinas de ascensor	88
Diagrama 24. Fase 7 CX: Muretes-guía.....	88
Diagrama 25. Fase 7 CX: Pantallas .....	89
Diagrama 26. Fase 7 CX: Excavación entre las pantallas .....	89
Diagrama 27. Fase 7 CX: Tapón de fondo.....	90
Diagrama 28. Fase 7 CX: Estampidores .....	90
Diagrama 29. Fase 7 CX: Descabezado de las pantallas .....	90
Diagrama 30. Fase 7 CX: Losa superior .....	91
Diagrama 31. Fase 7 CX: Galería de agua potable.....	91
Diagrama 32. Fase 7 CX: Relleno .....	91
Diagrama 33. Fase 8 CX: Tapón de fondo y descabezado de las pantallas.....	92
Diagrama 34. Fase 8 CX: Losa superior .....	92
Diagrama 35. Fase 8 CX: Conexión con la estación Xàtiva .....	93
Diagrama 36. Fase 8 CX: Losa superior .....	93
Diagrama 37. Fase 8 CX: Reposición de servicios y urbanización.....	93
Diagrama 38. Fase 8 CX: Excavación en mina.....	94
Diagrama 39. Fase 8 CX: Losa superior .....	94
Diagrama 40. Fase 8 CX: Conexión con la estación Alicante .....	95
Diagrama 41. Fase 8 CX: Conexión con la estación Alicante .....	95
Diagrama 42. Fase 9 CX: Reposición de servicios y urbanización.....	95
Diagrama 43. Fase 9 CX: Trabajos dentro del túnel .....	96
Diagrama 44. Diagrama espacio-tiempo.....	96
Diagrama 45. Todas las fases de la obra.....	97
Diagrama 46. Programación constructiva (sin servicios).....	99

## **Lista de tablas:**

Tabla 1. Acrónimos de tipos de servicio.....	37
Tabla 3. Acrónimos de nombres de los tramos o fases de la obra .....	37
Tabla 2. Acrónimos de tipo de desvío/reposición .....	37

# 1. Introducción

## 1.1. Motivación y justificación

Para el concepto de construcción siempre fue complicado encontrar una definición concreta: ¿Qué es? ¿Un sector de economía? ¿Transformación de multitud de recursos en una infraestructura útil para la sociedad? ó ¿Una industria? En todo caso, en el día de hoy se habla mucho sobre la industrialización de la construcción, sobre todo se trata del concepto de prefabricación, ya que una de las características de una industria es una producción en serie, pero siquiera así, cada obra es un producto único debido a diferencias del entorno y otros condicionantes. Se pretende industrializar la construcción para optimizar los procesos, unificarlos, hacerlos más predecibles, eficientes, seguros y sostenibles. Pero aparte de prefabricación ¿Qué buenas prácticas del sector industrial se puede introducir en el sector de construcción? Una de estas prácticas es la programación.

Programar una obra consiste en establecer un orden para las actividades con fechas de inicio y fin, con posibilidad de realizar algunas de ellas en paralelo o al revés, saber que entre ellas existe una precedencia estricta que no le permite definir qué actividades son críticas y su retraso, en su caso, afectaría directamente al plazo total de la obra, crear una visión completa del uso de recursos repartido en espacio y tiempo y representar todo esto del modo más comprensible posible.

A pesar de todas las ventajas citadas, antes que proponer una programación de obra bien desarrollada, actualmente no se aplica de modo abundante en el sector de construcción en España, aunque muchas empresas ya están conscientes de esto y promuevan introducción de dicha práctica. Por esta razón, los especialistas capaces de programar una obra se valoran bien en el mercado laboral y un ingeniero de Obras Publicas tiene que saber realizar dicha labor. Y para ampliar los conocimientos obtenidos durante los estudios y aplicarlos de modo más práctico, la programación de una obra fue seleccionada como el tema de este trabajo final de grado.

Para que el estudio tenga un carácter más practico como objeto de programación está elegida una obra real que se ejecuta actualmente en el casco urbano de Valencia en la calle Alicante. La obra es la construcción de conexión peatonal subterránea entre las estaciones Alicante y Xàtiva del metro de Valencia. La mayor parte de información sobre la obra fue obtenida gracias a colaboración con el personal de la empresa Rover Infraestructuras S.A. que la ejecuta. Como base principal del estudio servía el proyecto de la obra, a partir del cual se desarrollaba la programación.

## 1.2. Contenido del documento

La estructura de dicho documento está redactada de modo que cada apartado refleja una etapa realizada durante el estudio en orden cronológico. En el apartado 2, se describe brevemente la obra para conocerla, proceso constructivo y sus particularidades, lo que es esencial para definición de actividades. A partir de la descripción se desarrolla el tercer apartado en que se definen las actividades de la obra, con su descripción más detallada y una estimación de duración de cada una. El siguiente apartado contiene el orden de reposición o desvío de los servicios afectados que define las fases y los tramos en que se va a ejecutar la obra. El apartado 5 describe el proceso de programación, los métodos y herramientas aplicadas y resultados obtenidos. En penúltimo apartado se comparan el programa elaborado, con el programa incluida en el proyecto y con el avance real de la obra. La memoria se finaliza con el apartado 7 que contiene conclusiones. En dos anejos se adjuntan los planos del proyecto: planos de



servicios afectados y planos de estructuras. Anejo 3 contiene una representación de la programación de obra elaborada completa en un diagrama de Gantt.

### 1.3. Objetivos

- Elaborar un programa detallado de las obras de construcción del túnel que permitirá la conexión peatonal de las estaciones de metro de Xàtiva y Alicante en la ciudad de Valencia
- Estudiar el proceso constructivo de la obra indicado en el proyecto
- Analizar los servicios afectados por la obra y proponer un modo de organizar su desvío y reposición
- Redactar un documento del programa mediante MS Project
- Visualizar el programa de obra con un diagrama de Gantt y de espacio-tiempo
- Evaluar la programación de obra incluida en el proyecto y el avance real de la obra
- Hacer conciencia de importancia de un programa de obras bien desarrollado en la etapa de redacción proyecto

## 2. Descripción de la obra

### 2.1. Descripción de la obra según proyecto

La obra se ubica en el casco urbano de Valencia en la calle Alicante, que pasa entre la Estación del Norte y la Plaza de Toros, el plano de emplazamiento se puede observar en la Figura 1. El propósito principal de la obra es crear una conexión peatonal subterránea entre las estaciones Alicante y Xàtiva del metro de Valencia. Para lograrlo se va a ejecutar un falso túnel peatonal que pasa por la calle Alicante desde la calle Segorbe hasta la calle Xàtiva. Las dimensiones del túnel son alrededor de 260 m de largo y 7 m de ancho.

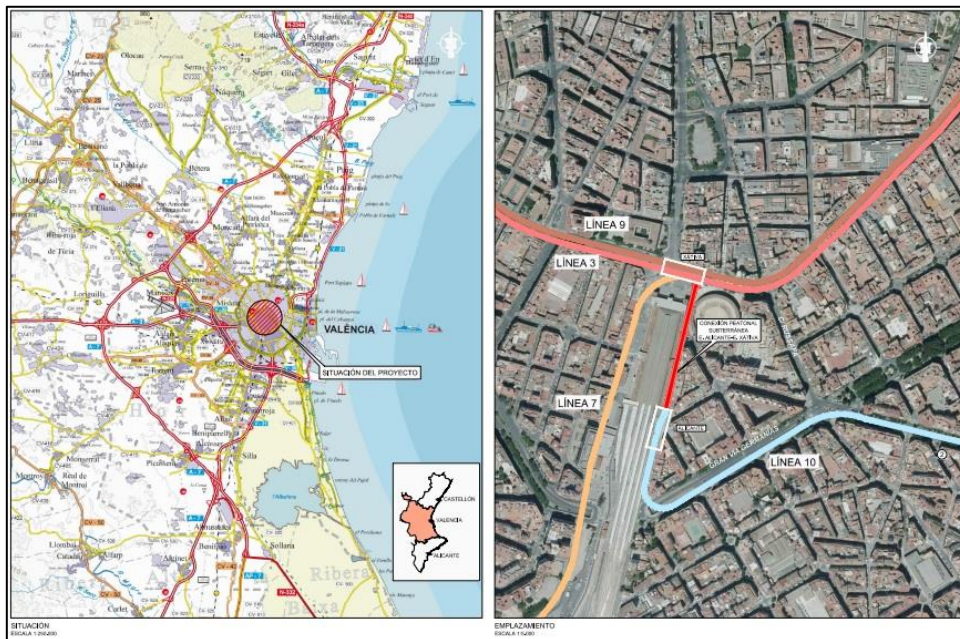


Figura 1. Plano: Situación y emplazamiento

La principal estructura del túnel consiste en muros-pantalla y dos losas entre ellos: la losa de cubierta y la losa de fondo. Las pantallas tendrán espesor entre 0.6 y 1 metro y serán construidas por bataches de 2.5 m de ancho. Los muros se ejecutan con una hidrofresa.

La losa superior tiene espesor variable entre 0.8 y 1 metro, se hormigonará contra el terreno salvo en la zona de acceso temporal con una rampa hacia interior del túnel para excavación donde se usará una cimbra cuajada. En tramos, donde la losa se ubica por debajo de coronación de las pantallas, se va a conectar a ellas mediante una roza, un zuncho de conexión y anclajes químicos de armadura. La losa inferior tendrá un espesor constante de 0.6 m a lo largo de todo el túnel y será conectada a las pantallas de modo explicado antes para la losa superior.

El túnel requiere construcción de estructuras adicionales, entre ellos: los huecos de ventilación de la estación Alicante que sustituirán los existentes, afectados por el túnel, un pozo de drenaje en el centro del trazado para drenaje y evacuación de agua infiltrada, un pozo de ventilación en la conexión con la estación Xàtiva, varios pasatubos para los servicios que lo cruzan y una galería de agua potable por donde pasará una tubería de agua potable de grandes dimensiones. Cabe destacar que en el tamo donde pasa la galería, entre calle Castellón y Xàtiva, la losa superior será rebajada y en la conexión con la estación Alicante será ejecutada una losa intermedia para formar un atillo de ventilación que conecta la estación con los huecos de ventilación.

El suelo a lo largo de trazado del túnel se representa principalmente por rellenos antrópicos en la capa superficial y depósitos aluviales en capas más profundas que consisten en gravas y bolos en matriz areno limosa, arena limosa y ya por debajo del alcance del túnel de arcilla limosa. El nivel freático se encuentra en una profundidad de 5.8 metros. La profundidad que alcanzan las pantallas se encuentra entre 16.8 y 17.8 metros y la losa inferior se ubica en la cota alrededor de 8.8 metro por debajo del nivel de la calle, así que el túnel se ve afectado por el nivel freático. Para control de infiltración de agua freática en el fondo de la excavación y evitar el fenómeno de levantamiento del fondo se va a ejecutar un tapón de fondo entre las pantallas mediante Jet-Grouting. Además, se empleará otro medio para limitar la infiltración de agua – unos muros-pantalla transversales de bentonita-cemento a lo largo del túnel que lo delimitarán en varios recintos independientes.

Ya que el trazado de las pantallas del túnel pasa muy cercano a los edificios ubicados en la calle Alicante y dos de ellos son la Estación del Norte y la Plaza de Toros, que tienen valor monumental, es muy importante controlar deformaciones que puede provocar la ejecución del túnel. Para conseguir el mínimo posible nivel de deformaciones, el proyecto supone un tratamiento del terreno, que consiste en inyecciones de compensación bajo las cimentaciones de los edificios en trasdós de las pantallas, el tapón de fondo, mencionado antes, también va a contribuir un efecto favorable para ello. Las inyecciones se van a realizar inclinados desde la superficie del terreno y también horizontales desde el interior del túnel en la zona de la Plaza de Toros. Asimismo, se presta mucha atención a auscultación durante la obra, se va a aplicar diferentes tecnologías y técnicas para saber en todo momento posibles deformaciones y estado corriente de las estructuras cercanas.

Debido a desnivel entre los vestíbulos de las estaciones que se van a conectar, el túnel se arranca a cota del vestíbulo de la estación Alicante y llega a 3.2 m por debajo de la cota del vestíbulo de la estación Xàtiva, para solucionar dicho problema se dispondrá un núcleo de comunicación vertical compuesto por una escalera fija y otra mecánica y un ascensor accesible para PMR. La conexión del túnel con los vestíbulos supone trabajos de demolición de muros-pantalla que los separan y de modificación de estructuras existentes de las estaciones con un sostenimiento provisional.

El procedimiento constructivo que se va a aplicar es “Cut&Cover”, es decir, al principio se van a ejecutar las pantallas que forman los paramentos laterales del túnel y la losa superior entre ellas, después se va a proceder a la excavación en mina por debajo de la losa, ,sobre la cual, en paralelo se va a ejecutar el relleno y trabajos de urbanización para su abertura al tráfico lo más pronta posible, cuando el recinto estará excavado se ejecutará la losa inferior y se realizarán los trabajos necesarios dentro del túnel. Este procedimiento permite minimizar el tiempo que el tramo más cargado de la calle Alicante donde pasan rutas de transporte público permanecerá cortado para el tráfico rodado. La rampa para acceso al túnel durante la excavación se encontrará en la zona de conexión del túnel con la estación Alicante y la excavación en esta zona se va a realizar tras de ejecutar la losa superior, evacuando el terreno por los huecos de ventilación ubicadas en la misma zona.

Durante la excavación para evitar deformaciones de los muros-pantalla se colocarán los estampidores provisionales, como para excavación a cielo abierto entre ellas en zona de la rampa y en el tramo de losa superior rebajada, tanto dentro del túnel para excavación en mina. Asimismo, para excavación entre las pantallas se usará una entibación de losas prefabricadas colocadas verticalmente y unidas entre sí y a las pantallas mediante perfiles metálicos.

El plano siguiente representa la estructura del túnel con un modelo 3D:

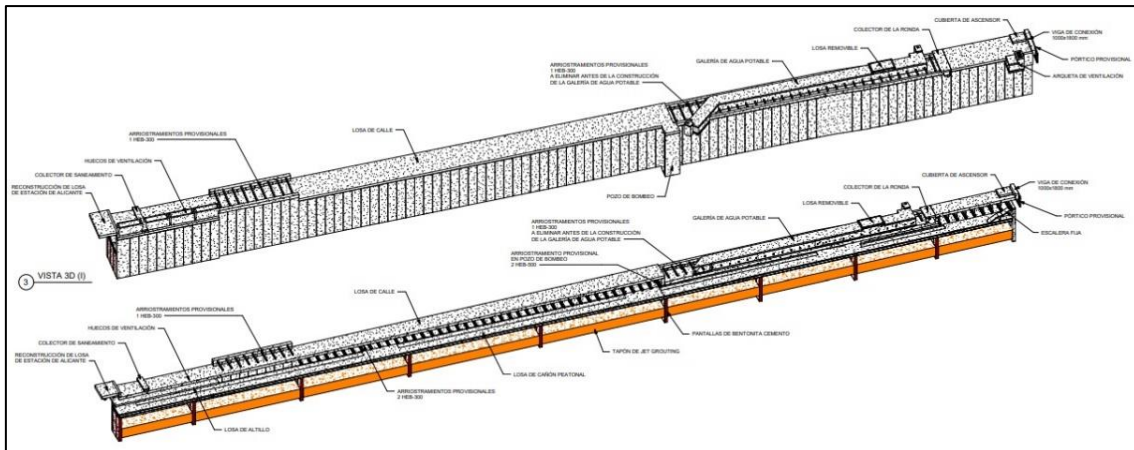


Figura 2. Plano: Estructuras. Vista General

En la calle Alicante se encuentran muchos servicios que estarán afectados por la obra y requerirán reponerlos de modo provisional, bien de modo definitivo. Los más importantes son: una tubería de agua potable de 600 mm de diámetro que se repondrá de modo definitivo por la galería, el colector de la Primera Ronda de 2 m de diámetro de hormigón armado y la acequia de Rovella formada por marcos de hormigón armado de 2 por 3 metros. Los colectores van paralelos a la calle Xàtiva y cruzan la calle Alicante y trazado del túnel con multitud de otros servicios en la zona de conexión del túnel con la estación Xàtiva. Dichos servicios afectan de modo significativo a la programación de la obra y sirven como una de las más importantes condicionantes del entorno. Esto impone la ejecución de la obra por fases, liberando un tramo de los servicios y solo después realizando las actividades constructivas relacionados con el túnel.

Dentro del túnel será necesario ejecutar un relleno de hormigón en masa sobre la losa inferior para instalación de pasillos rodantes que propondrán el máximo confort y facilidad de uso al usuario. El diseño arquitectónico interior del túnel será similar a los vestíbulos de las estaciones para crear una continuidad visual. Las paredes serán ejecutadas con paramentos verticales de paneles de lámina de acero, el techo con un falso techo desmontable metálico liso de bandejas microperforadas y como pavimento se colocará un solado porcelánico en baldosas de gran formato.

El túnel será dotado de todas las instalaciones necesarias: de alumbramiento, de ventilación, de seguridad contra incendios, de control y comunicaciones.

## 2.2. Programación incluida en el proyecto

El plazo definido por el proyecto para la obra es igual a 20 meses. En el Anejo 16 del proyecto se propone una programación más detallada representada mediante un diagrama de Gantt.

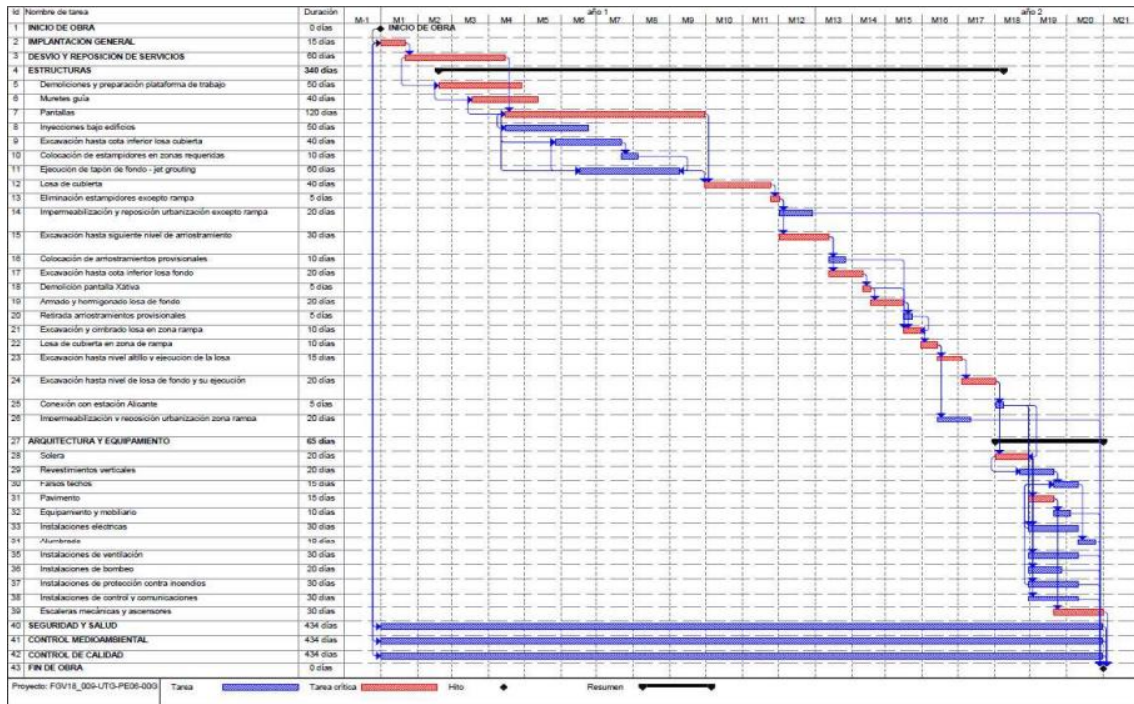


Diagrama 1. Programación de la obra propuesta por el proyecto

## 2.3. Modificaciones

Al proyecto inicial por parte de la empresa constructora se introducen una serie de modificaciones y la obra se ejecuta según el proyecto modificado. El personal de la empresa ha indicado como las modificaciones más importantes:

- Excavación para muros-pantalla mediante una grúa con cuchara bivalva en lugar de una hidrofresa
- Los muros-pantalla transversales se ejecutan de hormigón en masa sin emplear bentonita-cemento
- El trazado del túnel en el tramo entre las calles Segorbe y Castellón fue movido en un medio metro hacia la fachada de la Estación del Norte
- El tapón de fondo no se ejecuta, en cambio se realiza agotamiento del nivel freático mediante bombeo
- El tratamiento del terreno mediante inyecciones de compensación se realiza como una medida correctora, solo en caso de notar movimientos inaceptables de las estructuras cercanas
- Otras soluciones de desvío de los servicios
- Excavación en mina desde centro de trazado del túnel con extracción vertical tras un hueco en la losa superior, sin la rampa de acceso hacia al túnel durante las obras.

### **3. Selección de actividades**

En este apartado se definen y se analizan las actividades principales a realizar para la ejecución de la obra según el proyecto. Se presentan en el orden cronológico de acuerdo con el proceso constructivo. Al inicio, se establece una lista de etapas de ejecución de la obra:

01. Implantación de la obra
02. Desvío de servicios afectados
03. Ejecución de pantallas
04. Excavación entre las pantallas
05. Ejecución del tapón de fondo
06. Ejecución de la losa de calle
07. Ejecución de la galería de agua potable
08. Relleno sobre la losa de calle
09. Reposición de servicios
10. Urbanización
11. Excavación en mina
12. Ejecución de la losa de fondo
13. Conexiones con estaciones Alicante y Xàtiva
14. Arquitectura del paso

Cada una de las etapas supone muchos trabajos a realizar y reúne varias actividades, como consecuencia, se describen específicamente cada uno de estos más adelante. Este apartado está organizado de manera, que se enumeran todas las actividades con una descripción breve mencionando los documentos del proyecto, que proponen información sobre ella; su presidencia o las actividades que tienen que ser terminadas previamente y estimación de rendimiento o de plazo de ejecución.

La estimación de plazos y rendimientos está coordinada con el personal de la obra, el tutor del trabajo y observaciones de ejecución de la obra real. Se estima duración de cada actividad si el volumen de trabajos y su ubicación permite realizarla entera, en caso de actividades de gran volumen que se ejecutan por tramos o en varias etapas se propone una estimación de rendimiento de su realización.

A continuación, se considera cada etapa por separado:

#### **3.1. Implantación de la obra**

Esta etapa reúne las actividades que hay que realizar al inicio de la obra, sin las cuales no es posible la realización del resto de los trabajos. Entre ellas se puede destacar:

- Obtención de permisos necesarios
- Replanteo
- Desvío del tráfico
- Vallado de la obra
- Organización general de la zona de obra
- Implantación de medios de seguridad
- Demoliciones y desmontajes
- Auscultación inicial



## Obtención de permisos necesarios

Antes del inicio de la obra es imprescindible que sea autorizada y tenga las licencias y permisos necesarios emitidos por los órganos correspondientes. Sobre todo, se trata de autorizaciones de la Generalitat Valenciana, Metro de Valencia, Ayuntamiento de Valencia, EMT y las empresas titulares de los servicios afectados.

Documentos del proyecto:

- Anejo 20. Coordinación con otros organismos.

Precedencias: No existen

Rendimiento/Duración estimado/a: 5 días

## Replanteo

Se realiza el replanteo de puntos característicos de las alineaciones principales para comprobar la posición y disposición real de los terrenos, su idoneidad y la viabilidad del proyecto. Después de su comprobación por la dirección de obra se extiende la Acta de Comprobación del Replanteo Previo que autoriza el inicio de la obra.

Documentos del proyecto:

- Anejo 02. Cartografía y topografía
- Anejo 06. Replanteo
- Planos: Urbanización. Replanteo

Precedencias: No existen

Rendimiento/Duración estimado/a: 1 día

## Desvío del tráfico

Para realización de la obra se cortará el tráfico de la calle Alicante afectado por la obra (entre las calles Segorbe y Xàtiva). Tendrá que instalar la señalización planteada, carteles de aviso previo e impedir el acceso de vehículos a la zona de obra, también podrá ser necesaria la instalación de pasarelas peatonales.

Documentos del proyecto:

- Anejo 13. Señalización y seguridad vial
- Planos: Seguridad vial durante las obras. Fases básicas de la obra

Precedencias: [Obtención de permisos necesarios](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 1 día

## Vallado de la obra

Se cercará el perímetro de la obra a través de un cerramiento o vallado de señalización. Los cuáles serán resistentes y de 2 metros de altura mínima.

Documentos del proyecto:

- Anejo 19. Estudio de seguridad y salud
- Planos: Estudio de seguridad y salud. Organización general de la obra
- Planos: Estudio de seguridad y salud. Medidas Preventivas

Precedencias: [Obtención de permisos necesarios](#), [Desvío del tráfico](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 1 día

## Organización general de la zona de la obra

La organización consiste en preparación de accesos a la obra, zonas de acopio de los materiales y residuos, zonas para el parque de maquinaria, talleres, viario de obra, casetas de oficina, instalaciones de higiene y bienestar y etc. También incluye instalación y ajuste de los equipos necesarios para ejecución de la obra y acometidas eléctrica y de agua potable.

Documentos del proyecto:

- Anejo 16. Plan de obra
- Anejo 19. Estudio de seguridad y salud
- Planos: Estudio de seguridad y salud. Organización general de la obra
- Planos: Estudio de seguridad y salud. Instalaciones higiene y bienestar

Precedencias: [Obtención de permisos necesarios](#), [Vallado de la obra](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 1 día

## Implantación de medios de seguridad

Las medidas de seguridad son imprescindibles durante todos los procesos de la obra y consisten en EP Colectivos, EPI's y la ejecución correcta de los trabajos según el PSS, el cumplimiento del cual también se controla todo el tiempo. Ya que para recibir algunos permisos es necesaria la aprobación del PSS, que se elabora en la etapa de implantación de la obra, y a lo largo de toda la ejecución de la obra queda solo seguir sus condiciones.

Como se nota, todas las actividades anteriores ya incluyen o consisten en la implantación de medidas de seguridad, tales como desvío del tráfico, vallado de la obra y organización de su territorio. De misma manera serán implantadas medidas de SyS en todas las actividades posteriores de la obra, de esto modo esta actividad tendrá duración igual a la de toda la obra.

Documentos del proyecto:

- Anejo 19. Estudio de Seguridad y Salud
- Planos: Estudio de Seguridad y Salud

Precedencias: [Obtención de permisos necesarios](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: Toda la obra

## Demoliciones y desmontajes

Dicha actividad consiste en demoler y retirar de las zonas afectadas por las obras todas las obras de hormigón en masa o armado, empedrados, adoquinados, aceras, obras de fábrica, elementos prefabricados, edificaciones en general, así como firmes de calzada y aceras. Requiere elaboración de un Plan de Demolición.

Documentos del proyecto:

- Anejo 14. Urbanización
- Anejo 15. Proceso constructivo
- PPTP 3. Arquitectura y Urbanización

Precedencias: [Vallado de la obra](#), [Organización general de la zona de obra](#)



Rendimiento/Duración estimado/a: 270 m<sup>2</sup> al día

### Auscultación inicial

Durante toda la obra es necesario llevar a cabo un control y observación de estado y comportamiento de edificios o estructuras del entorno y las partes de obra que ya estén construidas pueden ser afectadas por actividades posteriores, sobre todo estructuras de contención de las tierras. En la etapa de implantación se redacta un Plan de Auscultación, se forma el equipo para realización de este trabajo, toma de datos, calibración de los equipos, tales como: hitos, regletas de nivelación, piezómetros etc. y su instalación en las estructuras existentes.

Documentos del proyecto:

- Anejo 05. Plan de Auscultación y Control de asientos
- Planos: Tratamiento del terreno y auscultación/Control de asientos
- PPTP 2. Movimiento de tierras y estructuras, art. 1.2.20

Precedencias: No existen

Rendimiento/Duración estimado/a: 1 día

## 3.2. Desvío de los servicios afectados

En esta etapa se localizan, cortan y desvían temporalmente o de modo definitivo los servicios afectados por la obra. Para su localización se utiliza la información aportada por los proveedores de servicios y después de cada servicio se lleva a cabo según el proyecto. Las actividades para llevar a cabo son:

- Localización de servicios
- Conexión de desvíos

### Localización de servicios

Para localizar los servicios se utiliza la información aportada por los proveedores y operadores reflejada en el proyecto, catas de reconocimiento y detección electrónica.

Documentos del proyecto:

- Anejo 12. Servicios afectados
- Anejo 20. Coordinación con otros organismos
- Planos: Servicios afectados

Precedencias: [Implantación de la obra](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 1 día

### Conexión de desvíos

Los desvíos se tienden y se conectan al servicio existente mediante empalmes en los pozos o arquetas, bien ya existentes, bien ejecutados especialmente para el desvío que serán retirados cuando dejan de ser necesarios. Los desvíos pueden ser enterrados, por fachada o en aéreo, en todo caso serán de una cierta tipología y una protección establecidos en el proyecto para evitar los daños durante la obra. Se pretenderá mantener todas las acometidas conectadas en todo momento y si no es posible, los cortes del servicio tendrán que ser lo más breve posible. Dependiendo del tipo de servicio, los desvíos serán ejecutados por el personal de la empresa

adjudicataria de la obra o por los especialistas aportados por la empresa suministradora del servicio.

En algunos casos las canalizaciones no necesitarán un desvío provisional y serán desde principio repuestas de modo definitivo.

Documentos del proyecto:

- Anejo 12. Servicios afectados
- Anejo 20. Coordinación con otros organismos
- Planos: Servicios afectados
- PPTP 5. Servicios afectados

Precedencias: [Localización de servicios](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 1 día (Variable en el caso de desvío enterrado)

### 3.3. Ejecución de pantallas

Cuando todas las actividades previas están hechas, se puede empezar la realización de trabajos que suponen la ejecución constructiva de la obra. Esta etapa supone no solo la ejecución de muros-pantalla, que son la principal estructura de la obra, sino todas las actividades complementarias y necesarios para su ejecución. A continuación, se consideran todas las actividades en orden.

- Tratamiento del terreno
- Ejecución de muretes-guía
- Excavación de los módulos de pantallas
- Ejecución de pantallas transversales de bentonita-cemento
- Colocación de encofrado de juntas entre paneles y su tratamiento
- Colocación de paquetes de armaduras
- Hormigonado de paneles
- Curado
- Extracción de encofrado de juntas

#### Tratamiento del terreno

Antes de todo se asegura que los edificios y estructuras existentes, algunos de los cuales tienen un valor histórico, están protegidos frente las posibles afecciones que puede producir la obra sobre ellos, mediante un tratamiento del terreno bajo sus cimentaciones.

Se realizan las inyecciones de compensación mediante tubo manguito de resina reforzado con fibra de vidrio con lechada de cemento. En esta etapa solo se realizarán las inyecciones previas, llamadas las de fracturación del terreno. Ellas se realizan con taladros inclinados ejecutados desde la superficie de la tierra. Durante todo el proceso se recogen los datos sobre el mismo y sobre el estado de las estructuras existentes (principalmente su levantamiento).

Documentos del proyecto:

- Planos: Tratamiento del terreno y auscultación/Control de asientos
- PPTP 2. Movimiento de tierras y estructuras, art. 1.2.18

Precedencias: [Desvío de los servicios afectados](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 6 taladros al día

## Ejecución de muretes-guía

Después se construyen los muretes guía que sirven para guiar la maquinaria de excavación de pantallas y aseguran la estabilidad del terreno. Su ejecución supone trabajos de replanteo, excavación en zanja, encofrado (caras interiores), armado y hormigonado. La excavación de los módulos de pantallas se puede realizar solo después de 7 días tras de hormigonado de los muretes, es duración de curado mínimo establecido por el proyecto.

Documentos del proyecto:

- Planos: Estructuras. Armado de pantallas. Detalles generales
- PPTP 2. Movimiento de tierras y estructuras, art. 1.2.7

Precedencias: [Tratamiento del terreno](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 20 metros lineales al día

## Ejecución de pantallas

Para ejecutar un módulo de pantalla es necesario realizar varias actividades, pero para la programación se considera como una actividad entera, ya que según el proyecto un módulo tiene que ser realizado durante un día, sin posibilidad de dejar un módulo excavado sin hormigonar durante mucho tiempo. La cadena de actividades para ejecutar un muro pantalla es la siguiente:

- Excavación de los módulos de pantallas
- Ejecución de pantallas transversales de bentonita-cemento
- Colocación de encofrado de juntas entre paneles y su tratamiento
- Colocación de paquetes de armaduras
- Hormigonado de paneles
- Curado
- Extracción de encofrado de juntas

La excavación de los módulos de pantallas es una actividad esencial y de alta complejidad debido a las condiciones del entorno de la obra. Se van a emplear las máquinas como la hidrofresa y cuchara bivalva para la excavación y el lodo tixotrópico con su equipo correspondiente para la evacuación del detritus y el aseguramiento de la estabilidad del terreno. Además, habrá que transportar el material procedente de la excavación al vertedero.

Cabe destacar que antes de ejecutar módulos de las pantallas laterales del túnel si entre ellos está prevista una pantalla transversal de bentonita-cemento es necesario realizarla primera para que posterior conexión entre ellos sea adecuada.

A continuación, se lleva a cabo el armado, el hormigonado de los módulos y retirada del encofrado de juntas.

Las juntas defectuosas se van a impermeabilizar con una inyección ejecutada por Jet-Grouting. Asimismo, se realiza una inyección de impermeabilización con Jet-Grouting en el trasdós de muros pantalla en los puntos de su conexión con los muros de las estaciones Alicante y Xàtiva.

Documentos del proyecto:

- Anejo 09. Estructuras
- Planos: Estructuras
- PPTP 2. Movimiento de tierras y estructuras, art. 1.2.7

Precedencias: [Ejecución de muretes-guía + 7 días](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 1 batache al día

### 3.4. Excavación entre las pantallas

Cuando hormigón de las pantallas adquiere la resistencia necesaria se proceda a la colocación de las entibaciones y excavación en cielo abierto entre ellas hasta el nivel inferior de la losa de calle o de la viga de atado dependiendo del tipo de las pantallas.

Documentos del proyecto:

- Planos: Estructuras
- PPTP 2. Movimientos de tierras y estructuras, art. 1.2.5

Precedencias: [Ejecución de pantallas + 7 días](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 80 m<sup>3</sup> al día

### 3.5. Ejecución del tapón de fondo

Para mejorar el terreno entre las pantallas, sobre todo disminuyendo las infiltraciones posibles, limitar sus deformaciones y evitar el levantamiento del fondo se ejecutará un tapón del fondo mediante Jet-Grouting.

Realización de esta etapa contiene:

- Montaje del equipo necesario
- Ensayos previos y preparación de la mezcla
- Perforación
- Tratamiento del terreno
- Desmontaje del equipo

El equipo estará formado por dosificador de cemento, un grupo tubo mezclador, una bomba de alta presión y una unidad de perforación e inyección. La mezcla de inyección es de agua, cemento, aditivos y adiciones y lechada de cemento. Después de preparar la mezcla y realizar las pruebas se realizará la perforación y tratamiento con técnica Jet-3 o de triple fluido.

Documentos del proyecto:

- Planos: Tratamiento del terreno y auscultación/Control de asientos
- PPTP 2. Movimiento de tierras y estructuras, art. 1.2.19

Precedencias: [Excavación entre las pantallas](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 8 columnas del terreno tratado al día

### 3.6. Ejecución de la losa de calle

Esta etapa incluye no solo la ejecución de la losa sino también los trabajos que se van a realizar sobre ella antes de su ejecución en algunos tramos. Las actividades que se requieren no en todo el trazado del túnel se marcan con un asterisco.

- Descabezado de las pantallas
- Ejecución de vigas de atado y colocación de estampidores y excavación\*
- Preparación de conexión con las pantallas\*
- Preparación de superficie y encofrado
- Colocación de armadura

- Hormigonado
- Curado
- Desmontaje de estampidores\*
- Tratamiento de juntas
- Impermeabilización y drenaje

### Descabezado de las pantallas

Descabezado de las pantallas consiste en demolición de la parte superior de pantalla por encima de su cota superior prevista en el proyecto. La demolición se realiza con medios mecánicos y como se nota de su precedencia, esta actividad se puede realizar en paralelo con ejecución del tapón de fondo.

Documentos del proyecto:

- PPTP 2. Movimiento de tierras y estructuras, art. 1.2.3

Precedencias: [Excavación entre las pantallas](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 6 m lineales al día

### Ejecución de vigas de atado y colocación de estampidores y excavación\*

Antes de ejecutar la losa en algunos tramos se ejecutan las vigas de atado y se colocan los estampidores provisionales, en concreto son los tramos donde se ubica la galería de agua potable (extremo est. Xativa) que se ejecutará después de la losa y en la zona de la rampa de acceso donde se va a realizar la losa tras de terminar los trabajos interiores del cañón (extremo est. Alicante).

La ejecución de vigas de atado supone trabajos comunes para cualquier elemento de hormigón armado, su duración se estima en 2 días para 20 m lineales de la viga. Antes de colocar los estampidores que se fijan a las vigas. Es necesario que pasen 7 días para que tengan resistencia necesaria.

Los estampidores se fijan mediante una placa metálica que se ancla en hormigón de las vigas. Se supone que durante una jornada se puede colocar hasta 5 estampidores.

Al colocar los estampidores se realiza la excavación hasta la cota inferior de la losa de calle, que no se ha podido realizar antes de ello. El rendimiento de excavación es igual al de la excavación entre las pantallas.

Documentos del proyecto:

- Anejo 9. Estructuras, art. 2.3
- Planos: Estructuras. Planta General
- Planos: Estructuras. Armado de pantallas. Detalles generales
- Planos: Estructuras. Losa de calle. Formas
- PPTP 2. Movimiento de tierras y estructuras, art. 1.2.5 y 1.2.8

Precedencias: [Descabezado de las pantallas](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 16 días para 20 metros lineales del túnel

## Preparación de conexión con las pantallas\*

Para la unión correcta de la losa con las pantallas en los tramos donde la cota superior de la pantalla es superior a la inferior de la losa se realiza una roza con taladros para anclaje químico de la armadura de conexión.

Documentos del proyecto:

- Anejo 9. Estructuras, art. 2.2
- Planos: Estructuras. Losa de calle. Armaduras
- PPTP 2. Movimiento de tierras y estructuras, art. 1.2.11

Precedencias: [Ejecución de vigas de atado y colocación de estampidores y excavación\\*](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 20 m de roza al día

## Preparación de superficie y encofrado, colocación de armadura, hormigonado y curado

Cuando todo está listo se procede a la ejecución de la losa de calle lo que supone los trabajos de preparación de fondo de la excavación (zahorra de nivelación), encofrado (polietileno Galga 400 y rastreles), ferralla y armado, hormigonado, vibrado y curado y también la ejecución de las juntas y su impermeabilización. Junto con la losa se ejecutan sus elementos singulares como los colectores, cambios de cota, cubierta de ascensor, conexiones con los elementos existentes de las estaciones. Los huecos de la ventilación en el extremo de la estación Alicante se ejecutan tras de endurecer el hormigón de la losa. En la zona de la rampa provisional no se ejecuta la losa hasta que se requiere el uso de la rampa.

Documentos del proyecto:

- Anejo 09. Estructuras, art. 2.2
- Planos Estructuras. Losa de calle. Armaduras
- Planos: Estructuras. Losa de calle. Detalles de impermeabilización
- PPTP 2. Movimiento de tierras y Estructuras, art. 1.2.2 y art. 1.2.10

Precedencias: [Ejecución del tapón de fondo](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 20 metros lineales en 5 días

## Desmontaje de estampidores\*

Cuando el hormigón de la losa adquiere resistencia, puede empezar a servir como un arriostramiento entre las pantallas y los estampidores provisionales dejan de ser necesarios y pueden ser desmontados para no molestar a los trabajos posteriores sobre la losa.

Documentos del proyecto:

- PPTP 2. Movimiento de tierras y estructuras, art. 1.2.8

Precedencias: [Hormigonado de la losa superior + 7 días](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 10 estampidores al día

## Tratamiento de las juntas, Impermeabilización y drenaje

Cuando el hormigón de la losa alcance resistencia necesaria, se impermeabilizan las juntas con cordones de mastic bituminoso y pasta sellante de policloropreno y la superficie de la losa con lamina asfáltica y geotextil. Adicionalmente en las zonas donde la cota superior de las pantallas está por encima de la de la losa se colocan las gravas y tubos drenantes.

Documentos del proyecto:

- Planos: Estructuras. Secciones tipo
- PPTP 2. Movimiento de tierras y estructuras, art.1.2.14

Precedencias: [Hormigonado de la losa superior + 7 días](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 20 m lineales en 3 días

### 3.7. Ejecución de la galería de agua potable

Sobre la losa se ejecutan una serie de elementos singulares, algunos de ellos son sencillos, como pasatubos para los colectores, otros, como los huecos de ventilación y la galería de agua potable son más complicados de ejecutar. Se supone que los pasatubos y los huecos de ventilación se hormigonan junto con la losa, cuando la galería de agua potable se define como una unidad independiente y se ejecuta en varias fases.

Las fases de ejecución son: losa inferior, muros, los superior e impermeabilización. La construcción de la galería de agua potable con sus arquetas requiere los trabajos de encofrado, armado y hormigonado, ejecución de topes de hormigón para la tubería, capa de hormigón para formación de pendientes e impermeabilización. También se instala un polipasto dentro de la galería para posterior colocación de la tubería.

Documentos del proyecto:

- Anejo 9. Estructuras art. 2.5
- Planos: Estructuras. Galería de agua potable en c/Alicante
- PPTP 2. Movimiento de tierras y Estructuras, art. 1.2.10

Precedencias: [Desmontaje de estampidores\\*](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 21 día

### 3.8. Relleno sobre la losa de calle

Cuando la losa superior junto con todos los trabajos y estructuras sobre ella están terminados, se puede empezar el relleno del recinto excavado. Esta etapa incluye principalmente dos siguientes trabajos:

- Transporte y vertido de material de relleno
- Compactación y nivelación

Documentos del proyecto:

- Planos: Estructuras
- PPTP 2. Movimiento de tierras y estructuras, art. 1.2.6

Precedencias: [Tratamiento de las juntas, Impermeabilización y drenaje](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 150 m<sup>3</sup> al día

### 3.9. Reposición de los servicios

Antes de proceder a urbanización de la zona es necesario reponer los servicios y desmontar los desvíos provisionales. La etapa consiste en:

- Excavación de zanjas
- Preparación de fondo y camas de apoyo
- Colocación de canalizaciones, arquetas, pozos y cámaras de registro
- Conexión a la red existente y pruebas
- Desmontaje de desvíos provisionales
- Relleno de zanjas

Para realizar trabajos de esta etapa serán necesarios los materiales de canalizaciones: tubos, codos, cables, arquetas, empalmes y etc. Duración de reposición depende del tipo de servicio y longitud del tramo.

Documentos del proyecto:

- Anejo 12. Servicios afectados
- Planos: Servicios afectados
- PPTP 5. Servicios afectados

Precedencias: [Relleno sobre la losa de calle](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: Variable

### 3.10. Urbanización de zona de la obra

Cuando se acaban las obras a cielo abierto es necesario habilitar la zona de obra para su uso y abertura al tráfico. Esta etapa incluye:

- Ejecución del firme
- Colocación de bordillos y señalización vial
- Instalación del mobiliario urbano
- Limpieza y preparación de la zona

Cabe destacar que la zona donde se ubica la rampa para acceso al túnel durante la obra no podrá ser urbanizada hasta que no se acabe la excavación del túnel, de este modo el tramo de la c/Alicante entre la c/Castellón y c/Xàtiva podrá ser abierto para su uso y para el tráfico antes que el tramo Segorbe-Castellón.

Documentos del proyecto:

- Anejo 14. Urbanización
- Planos: Urbanización
- PPTP 3. Arquitectura y urbanización

Precedencias: [Reposición de los servicios](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 1 mes

### 3.11. Excavación del túnel

La excavación se va a realizar en mina con medios mecánicos accediendo bajo la losa de calle por la rampa en el tramo inicial de la obra. Esta etapa consiste únicamente del trabajo de excavación de recinto del túnel entre las pantallas y transporte del material excavado.



En algunos tramos del túnel será necesario instalar un arriostramiento provisional entre las pantallas (Pantalla tipo 4).

- Excavación hasta arriostramientos provisionales
- Colocación de arriostramientos provisionales\*
- Excavación hasta la losa inferior
- Tratamiento del terreno\*

### Excavación hasta arriostramientos provisionales

La excavación comienza desde la c/Segorbe, en la zona de la rampa de acceso, avanzando hacia la c/Xàtiva. En la zona de la rampa se va a realizar la excavación más tarde extrayendo el material por el hueco de ventilación en la losa superior.

Documentos del proyecto:

- Planos: Estructuras
- PPTP 2. Movimiento de tierras y estructuras, art. 1.2.5

Precedencias: [Ejecución de la losa de calle](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 50 m<sup>3</sup> al día

### Colocación de arriostramientos provisionales\*

Se instala un arriostramiento de perfil metálico formado por 2 HEB-300 por cada batache en el tramo donde no se colocaban estampidores durante la excavación entre las pantallas.

Documentos del proyecto:

- Anejo 09. Estructuras, art. 2.3
- Planos: Estructuras
- PPTP 2. Movimiento de tierras y estructuras, art. 1.2.8

Precedencias: [Excavación hasta arriostramientos provisionales](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 5 estampidores al día

### Excavación hasta la losa inferior

A lo largo de todo el túnel, salvo zona de la rampa, se excava el terreno hasta la cota inferior de la losa de fondo.

Documentos del proyecto:

- Planos: Estructuras
- PPTP 2. Movimiento de tierras y estructuras, art. 1.2.5

Precedencias: [Colocación de arriostramientos provisionales\\*](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 50 m<sup>3</sup> al día

### Tratamiento del terreno\*

Asimismo, durante la excavación se va a continuar el tratamiento del terreno en el trasdós de las pantallas con la 2ª fase mediante una inyección de compensación con tubo manguito de resina reforzado con fibra de vidrio y taladros horizontales perforados desde el interior del túnel previsto para el tramo bajo la Plaza de Toros.

Documentos del proyecto:

- Anejo 15. Proceso Constructivo
- Planos: Tratamiento del terreno y auscultación/Control de asientos
- PPTP 2. Movimientos de tierras y estructuras, art. 1.2.18

Precedencias: [Excavación hasta la losa inferior](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 6 taladros al día

### 3.12. Ejecución de la losa inferior

Cundo la excavación del recinto del túnel está acabada se procede a la ejecución de la losa inferior o losa de fondo. Junto con ella se ejecuta la escalera de hormigón armado en la conexión del túnel con la estación Xàtiva. Las actividades para llevarlo a cabo son:

- Colocación de hormigón de limpieza
- Preparación de conexión con las pantallas
- Colocación de armadura
- Hormigonado
- Curado
- Tratamiento de juntas
- Retirada del arriostramiento provisional
- Relleno de hormigón en masa

#### Colocación de hormigón de limpieza

Se vierte una capa de 10 cm de hormigón de limpieza contra el terreno nivelado previamente.

Documentos del proyecto:

- Planos: Estructuras. Losa de cañón peatonal. Armaduras
- PPTP 2. Movimiento de tierras y estructuras, art. 1.2.2

Precedencias: [Excavación del túnel](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 1 día

#### Preparación de conexión con las pantallas

La conexión será del mismo tipo como la de la losa superior. Se realizarán rozas en las pantallas y anclajes químicos para su unión con la losa.

Documentos del proyecto:

- Planos: Estructuras. Losa de cañón peatonal
- PPTP 2. Movimiento de tierras y estructuras, art. 1.2.11

Precedencias: [Colocación de hormigón de limpieza + 1 día](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 20 metros lineales del túnel en 1 día

#### Colocación de armadura y hormigonado

Son trabajos comunes de cualquier estructura de hormigón armado.

Documentos del proyecto:

- Anejo 09. Estructuras, art. 2.2
- Planos: Estructuras. Losa de cañón peatonal
- PPTP 2. Movimiento de tierras y Estructuras, art. 1.2.2 y art. 1.2.10

Precedencias: [Preparación de conexión con las pantallas](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 20 m lineales del túnel en 3 días

### Tratamiento de juntas

Las uniones entre las pantallas y la losa se impermeabilizan con cordones sellantes y las juntas transversales con una banda de PVC y sendos cordones sellantes superior e inferior.

Documentos del proyecto:

- Planos: Estructuras. Losa de cañón peatonal. Detalle de impermeabilización
- PPTP 2. Movimiento de tierras y estructuras, art. 1.2.14

Precedencias: [Colocación de armadura y hormigonado + 3 días](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 20 metros lineales del túnel al día

### Retirada del arriostramiento provisional\*

Cuando ya está construida la losa inferior el recinto del túnel, el arriostramiento provisional deja de ser necesario y se retira.

Documentos del proyecto:

- PPTP 2. Movimiento de tierras y estructuras, art. 1.2.8

Precedencias: [Colocación de armadura y hormigonado + 7 días](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 10 estampidores al día

## 3.13. Conexión con la estación Xàtiva

Mientras que existe el acceso por la rampa hacia dentro del túnel, cómodo para la maquinaria, se va a conectarlo con la estación Xàtiva. La conexión se realiza con siguientes actividades:

- Reconstrucción de la sala de máquinas del ascensor
- Colocación del pórtico provisional
- Demolición del muro pantalla: Parte superior
- Ejecución de la viga de conexión
- Desmontaje del pórtico provisional
- Demolición del muro pantalla: Paso
- Ejecución de la viga de atado

### Reconstrucción de la sala de máquinas del ascensor

Un muro de la sala de máquinas del ascensor de la estación Xàtiva queda afectado por los muros pantalla del túnel, por esta razón va a ser demolido y sustituido por uno nuevo. Como este no permite ejecutar las pantallas dicha actividad tiene que ser realizada previamente a su ejecución.

Anterior a todo esto, se excava el trasdós del muro, que después se demuela con hilo de diamante o cualquier otro método de demolición controlada. Se ejecuta un muro

nuevo de hormigón armado anclado a los muros existentes mediante anclaje químico de la armadura y al final se rellena el trasdós del muro nuevo.

Documentos del proyecto:

- Anejo 09. Estructuras, art. 2.4.1
- Anejo 15. Proceso constructivo, art. 5
- Planos: Estructuras. Conexión con estación c/Xàtiva

Precedencias: [Implantación de la obra](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 10 días

### Colocación del pórtico provisional

El pórtico va a servir como un apeo provisional para las vigas de forjado (cubierta) de la est. Xàtiva hasta que no se construye la viga de conexión sobre la que se van a apoyar tras de ejecutar la obra. Está formado por perfiles metálicos HEB y HEM, el desplazamiento de las vigas será coaccionado por cuñas metálicas y antes de su instalación será preparada la zona correspondiente en la estación.

Documentos del proyecto:

- Anejo 09. Estructuras, art. 2.4.1
- Anejo 15. Proceso constructivo, art. 5
- Planos: Estructuras. Conexión con estación c/Xàtiva
- PPTP 2. Movimiento de tierras y estructuras, art. 1.2.8

Precedencias: [Implantación de la obra](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 3 días

### Demolición del muro pantalla: Parte superior

El muro pantalla transversal del túnel peatonal y el muro de contención del vestíbulo de la estación Xàtiva que los separan entre sí, se demuelan después de apea las vigas del forjado. Esta actividad supone demolición solo de la parte necesaria para ejecución de la viga de conexión.

Documentos del proyecto:

- Anejo 15. Proceso constructivo, art. 5
- Planos: Estructuras. Conexión con estación c/Xàtiva
- PPTP 2. Movimiento de tierras y estructuras, art. 1.2.3

Precedencias: [Colocación del pórtico provisional](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 2 días

### Ejecución de la viga de conexión

Se ejecuta una viga de conexión sobre la que se van a apoyar las vigas del forjado de la est. Xàtiva de forma definitiva. Se va a apoyar sobre los muros de contención existentes de la estación mediante un anclaje químico de la armadura tras de demoler la parte de pantalla todavía existente por debajo de la viga. La viga es de hormigón armado, así que para su ejecución serán necesarios labores típicas para los elementos de hormigón armado y como se conecta con la losa de calle de esta zona se hormigonará junto con ella.

Documentos del proyecto:

- Anejo 15. Proceso constructivo, art. 5
- Planos: Estructuras. Conexión con estación c/Xàtiva
- PPTP 2. Movimiento de tierras y Estructuras, art. 1.2.10

Precedencias: [Demolición del muro pantalla: Parte superior](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 2 días

### Desmontaje del pórtico provisional

Cuando la viga de conexión ha adquirido la resistencia necesaria y las vigas del forjado ya están apoyadas sobre ella, el pórtico provisional puede ser desmontado.

Documentos del proyecto:

- Anejo 15. Proceso Constructivo art. 5
- Planos: Estructuras. Conexión con estación c/Xàtiva
- PPTP 2. Movimiento de tierras y estructuras, art. 1.2.8

Precedencias: [Ejecución de la viga de conexión + 7 días](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 1 día

### Demolición del muro pantalla: Paso

Por debajo de la losa de conexión se demuele una parte del muro pantalla transversal existente para formar el paso entre la estación Xàtiva y el túnel.

Documentos del proyecto:

- Anejo 15. Proceso constructivo, art. 5
- Planos: Estructuras. Conexión con estación c/Xàtiva
- PPTP 2. Movimiento de tierras y estructuras, art. 1.2.3

Precedencias: [Ejecución de la viga de conexión + 7 días](#), [Excavación del túnel](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 4 días

### Ejecución de la viga de atado

La viga de atado es de hormigón armado y va a atar entre si la parte del muro pantalla transversal que no va a ser demolida y la losa existente de la estación Xàtiva también sirviendo como apoyo para las escaleras.

Documentos del proyecto:

- Anejo 15. Proceso constructivo, art. 5
- Planos: Estructuras. Conexión con estación c/Xàtiva
- PPTP 2. Movimiento de tierras y Estructuras, art. 1.2.10

Precedencias: [Demolición del muro pantalla: Paso](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 1 día

## 3.14. Conexión con la estación Alicante

En esta etapa todas las actuaciones se realizan en la cercanía de la estación Alicante, donde se ubica la rampa e incluye no solo los trabajos de la conexión sino

también las actuaciones sobre la rampa provisional y acabado de la losa superior e inferior en esta zona.

- Excavación hasta la losa superior
- Arriostramiento provisional en la estación Alicante
- Demolición losa de cubierta en la estación Alicante
- Acabado de la losa superior
- Desmontaje del arriostramiento provisional
- Excavación de la rampa
- Ejecución de la losa intermedia
- Excavación bajo la losa intermedia
- Demolición del muro pantalla
- Acabado de la losa inferior
- Cierre del hueco en la losa superior
- Relleno sobre la losa superior

### Excavación hasta la losa superior

Se excava el terreno que forma la rampa hasta la cota inferior de la losa superior y hasta que se descubra la losa de cubierta de la estación Alicante.

Documentos del proyecto:

- Planos: Estructuras
- PPTP 2. Movimientos de tierras y estructuras, art. 1.2.5

Precedencias: [Ejecución de la losa inferior](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 80 m<sup>3</sup> al día

### Arriostramiento provisional en la estación Alicante

Se instala un arriostramiento provisional entre los muros pantalla existentes de la estación Alicante formado por 2 perfiles metálicos HEB para sostener las pantallas durante la demolición de la losa de cubierta.

Documentos del proyecto:

- Anejo 15. Proceso constructivo, art. 5
- Planos: Estructuras. Losa de calle. Armaduras (IV)
- PPTP 2. Movimiento de tierras y estructuras, art. 1.2.8

Precedencias: [Implantación de la obra](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 1 día

### Demolición de la losa de cubierta en la estación Alicante

Se elimina una parte de la losa de cubierta de la estación Alicante, por encima del arriostramiento instalado antes.

Documentos del proyecto:

- Anejo 15. Proceso constructivo, art. 5
- Planos: Estructuras. Losa de calle. Armaduras (IV)
- Planos: Estructuras. Alzados de pantallas. Pantallas lado izquierdo (I)
- Planos: Estructuras. Alzados de pantallas. Pantallas lado derecho (II)
- PPTP 2. Movimiento de tierras y estructuras, art. 1.2.3

Precedencias: [Arriostramiento provisional de la estación Alicante](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 4 días

### Acabado de la losa superior

Precedencias: [Excavación hasta la losa superior](#), [Demolición de la losa de cubierta en la estación Alicante](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 30 días

Se prolonga la losa superior ejecutada anteriormente, una parte de ella se va a hormigonar sobre el terreno de la rampa y el resto sobre una cimbra instalada dentro del túnel, la cual se desmonta cuando la losa alcance resistencia necesaria. En la losa se quedan los huecos de ventilación que van a permitir acceso hacia dentro del túnel, realización de excavación y otros trabajos posteriores.

Con la losa superior o losa de calle del túnel, se ejecuta también el tramo nuevo de la losa de cubierta de la estación Alicante, demolida con anterioridad. Así la losa de calle va a tener continuidad en la conexión con la estación.

Documentos del proyecto:

- Anejo 15. Proceso constructivo, art. 5
- Planos: Estructuras. Losa de calle. Armaduras (IV)
- Planos: Estructuras. Alzados de pantallas. Pantallas lado izquierdo (I)
- Planos: Estructuras. Alzados de pantallas. Pantallas lado derecho (II)
- PPTP 2. Movimiento de tierras y Estructuras, art. 1.2.10

Precedencias: [Excavación hasta la losa superior](#), [Demolición de la losa de cubierta en la estación Alicante](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 30 días

### Desmontaje del arriostramiento provisional

Cuando los muros pantalla de la estación Alicante vuelven a ser unidos por la losa de cubierta, el arriostramiento pierde su función y puede ser retirado.

Documentos del proyecto:

- Planos: Estructuras. Losa de calle. Armaduras (IV)
- PPTP 2. Movimiento de tierras y estructuras, art. 1.2.8

Precedencias: [Acabado de la losa superior + 7 días](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 1 día

### Excavación de la rampa

Se vuelve a excavar en esta zona de la rampa hasta alcanzar la cota de la losa intermedia para que pueda ser ejecutada. Como la losa superior ya está ejecutada, se prevé un sistema de extracción vertical del terreno excavado por los huecos de ventilación existentes.

Documentos del proyecto:

- Planos: Estructuras
- PPTP 2. Movimiento de tierras y estructuras, art. 1.2.5

Precedencias: [Acabado de la losa superior + 7 días](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 4 días

### Ejecución de la losa intermedia

Se hormigona la losa intermedia sobre el terreno de la rampa. Los trabajos de esta actividad son iguales a los de ejecución de la losa inferior en el resto del túnel. La conexión con las pantallas se realiza por una roza y anclaje con resina epoxi de la armadura.

Documentos del proyecto:

- Anejo 09. Estructuras, art. 2.2
- Planos: Estructuras. Losa de altillo
- PPTP 2. Movimiento de tierras y Estructuras, art. 1.2.10

Precedencias: [Excavación de la rampa](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 6 días

### Excavación bajo la losa intermedia

Después de que la losa intermedia alcance la resistencia necesaria se puede proceder a la excavación por debajo de ella hasta la cota de la losa inferior del túnel. Para la evacuación del terreno excavado, se va a usar el hueco en la losa superior.

Documentos del proyecto:

- Planos: Estructuras.
- PPTP 2. Movimiento de tierras y estructuras, art. 1.2.5

Precedencias: [Ejecución de la losa intermedia + 7 días](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 17 días

### Demolición del muro pantalla

Se demuelen las pantallas transversales del túnel (bentonita) y de la estación Alicante que los separan. Dicha labor se puede realizar en paralelo con la excavación como por encima de la losa intermedia, tanto por debajo de ella.

Documentos del proyecto:

- Planos: Estructuras. Alzados de pantallas. Pantallas lado izquierdo (I)
- Planos: Estructuras. Alzados de pantallas. Pantallas lado derecho (II)
- PPTP 2. Movimiento de tierras y estructuras, art. 1.2.3

Precedencias: [Excavación bajo la losa intermedia](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 5 días

### Acabado de la losa inferior

Se acaba el tramo de la losa inferior bajo la losa intermedia conectándose con el tramo ya ejecutado del resto del túnel. Esta actividad es idéntica a la de la losa inferior.

Documentos del proyecto:

- Anejo 09. Estructuras, art. 2.2



- Planos: Estructuras. Losa de cañón peatonal
- PPTP 2. Movimiento de tierras y Estructuras, art. 1.2.2 y art. 1.2.10

Precedencias: [Excavación bajo la losa intermedia](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 11 días

### Relleno sobre la losa superior

Se rellena la zona cercana a la estación Alicante del mismo modo como fue realizado anteriormente en el resto de la zona de la obra .Después de esto, puede ser urbanizada.

Documentos del proyecto:

- Planos: Estructuras
- PPTP 2. Movimiento de tierras y estructuras, art. 1.2.6

Precedencias: [Acabado de la losa inferior](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 6 días

## 3.15. Arquitectura, Instalaciones y Equipamiento

Es la etapa final con la que se acaba la ejecución del túnel peatonal y se puede entrar en servicio. El orden de actividades en este caso es el siguiente:

- Relleno de hormigón en masa sobre la losa inferior
- Trabajos de albañilería
- Ejecución de revestimientos verticales
- Colocación de cables y conductos
- Instalación de falso techo
- Colocación de pavimento
- Montaje de equipamiento e instalaciones eléctricas
- Colocación de mobiliario

### Relleno de hormigón en masa sobre la losa inferior

Esta actividad incluye trabajos relacionadas con acabado de suelos del túnel y su preparación para colocación de pavimentos e instalaciones. En concreto son:

- a) Recreido de hormigón en masa nivelado dentro del paso peatonal de 290 mm de espesor. Para empotrar la maquinaria de los pasillos rodantes. Va a tener una pendiente de 1% hacia la est. Xàtiva en el tremo entre la est. Alicante y el pozo de bombeo, en el resto será sin pendiente. Durante su ejecución no hay que olvidar sobre los colectores de drenaje que irán embebidos en ello.
- b) Capa de hormigón en masa para formación de pendientes en fosos de ascensor y escalera mecánica que van a servir para su drenaje eficiente.

Documentos del proyecto:

- Planos: Estructuras. Losa de cañón peatonal. Relleno de hormigón en masa
- Planos: Estructuras. Drenaje. Cañón peatonal
- PPTP 2. Movimiento de tierras y Estructuras, art. 1.2.10

Precedencias: [Acabado de la losa inferior](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 1 días

## Trabajos de albañilería

Se van a ejecutar los tabiques de fabrica dentro del túnel.

Dentro del atillo de ventilación se van a ejecutar dos tabiques de bloques de hormigón armada: una va a separarlo de la zona peatonal del túnel y otro lo dividirá en dos cuartos de ventilación. Justo con los tabiques se colocarán las canaletas perimetrales dentro de este, para la evacuación de aguas pluviales. Con la fábrica del mismo tipo, se va a ejecutar el foso de ascensor de acceso a la estación Xàtiva y también se cerrará el lateral de la escalera fija en el lado del ascensor.

Con la fábrica de 9 cm de espesor, realizada con ladrillos cerámicos huecos de 24x11.5x9 cm, es ejecutado el soporte de rodapié de paramentos. Ésta es de 20 cm de alto (2 ladrillos) y oculta la canaleta perimetral de drenaje que también es ejecutada justo con el soporte de rodapié. Se ubica en todo el perímetro de la zona de paso de peatones del túnel. Anterior a su ejecución, es necesario que el relleno de hormigón se fragüe.

Documentos del proyecto:

- Anejo 08. Diseño funcional y arquitectónico art. 4.1
- Planos: Arquitectura. Cañón peatonal. Tabiquería, acabados, mobiliario y carpintería
- Planos: Arquitectura. Cañón peatonal. Memoria de carpintería, tabiquería y mobiliario
- PPTP 3. Arquitectura y urbanización, art. 1.2

Precedencias: [Relleno de hormigón en masa sobre la losa inferior + 3 días](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 3 días

## Ejecución de revestimientos verticales

Los paramentos verticales se van a revestir de la siguiente forma: la superficie de los muros pantalla se va a pintar con pintura cerámica a base de resinas epoxídicas de color gris azulado, los tabiques de bloques de hormigón se tratan con un enfoscado de cemento, la zona de paso de peatones dentro del túnel será revestida por paneles de chapa de acero vitrificado en color blanco con panel canaleta de color azul en la parte superior y algunas superficies de esta zona se resolverán con revestimiento con plancha de acero inoxidable de acabado mate.

De esto modo, esta actividad consiste en trabajos de pintura, acabado de enfocado y montaje de revestimiento de paneles. El montaje de paneles se puede ejecutar solo sobre rodapié ya ejecutado.

Documentos del proyecto:

- Anejo 08. Diseño funcional y arquitectónico art. 4.4
- Planos: Arquitectura. Cañón peatonal. Tabiquería, acabados, mobiliario y carpintería
- Planos: Arquitectura. Cañón peatonal. Revestimientos de paramentos en zonas públicas
- Planos: Arquitectura. Cañón peatonal. Revestimiento de ascensor y escalera fija
- PPTP 3. Arquitectura y urbanización, art. 1.3

Precedencias: [Trabajos de albañilería - 1 día](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 7 días

## Colocación de cables y conductos

Mientras que no está instalado el falso techo se van a montar los elementos necesarios para tendido de los cables y los conductos de ventilación. A partir de su instalación se tienden los cables de instalaciones eléctricas, sistemas de comunicaciones y sistemas de PCI. Algunos cables pasan por la canaleta de los paramentos verticales, por lo tanto, se pueden tender solo tras de montaje de dichos paramentos.

Además, se instalan tuberías de los sistemas de extensión: la de BIE y columna seca. Es conveniente antes de poner falso techo instalar las cortinas contrafuego.

Documentos del proyecto:

- Anejo 10. Instalaciones
- Planos: Instalaciones. Cañón peatonal
- PPTP 4. Instalaciones

Precedencias: [Ejecución de revestimientos verticales - 3 días](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 7 días

## Instalación de falso techo

Ahora se puede proceder al montaje del falso techo dentro del túnel, que será metálico de bandejas microperforadas de color blanco. Como el falso techo ocultará los conductos y cables tendidos en el techo, solo se puede ser instalado tras de colocación de dichos servicios.

Documentos del proyecto:

- Anejo 08. Diseño funcional y arquitectónico art. 4.3
- Planos: Arquitectura. Cañón peatonal. Tabiquería, acabados, mobiliario y carpintería
- Planos: Arquitectura. Cañón peatonal. Despiece y tipos de solados y falsos techos
- PPTP 3. Arquitectura y urbanización, art. 1.4

Precedencias: [Colocación de cables y conductos - 4 días](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 7 días

## Colocación de pavimentos

Salvo los cuartos de ventilación, fosos y pozo de bombeo los solados, dentro del túnel se solucionan con pavimento de baldosas de diferentes tipos y colores. Así que principalmente los trabajos de actividades son: ejecución de una capa de mortero autonivelante y colocación de baldosa incluso el rodapié.

Dentro de los cuartos de ventilación el suelo se pinta con pintura epoxi, en los fosos se deja el hormigón en masa que forma los pendientes y dentro del pozo de bombeo se instala pavimento de Tramex.

Documentos del proyecto:

- Anejo 08. Diseño funcional y arquitectónico art. 4.2
- Planos: Arquitectura. Cañón peatonal. Despiece y tipos de solados y falsos techos
- PPTP 3. Arquitectura y urbanización, art. 1.4

Precedencias: [Instalación de falso techo](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 12 días

### Montaje de equipamiento e instalaciones eléctricas

En esta actividad se colocan y conectan a los cables tendidos todas las instalaciones eléctricas y equipamiento: alumbrado en el falso techo, bombas de drenaje con los tubos correspondientes, instalaciones de climatización y ventilación, ascensores, escaleras mecánicas, tapiz rodante, sistemas de PCI, sistemas de comunicación y vigilancia.

Documentos del proyecto:

- Anejo 10. Instalaciones
- Planos: Arquitectura. Cañón peatonal. Despiece y tipos de solados y falsos techos
- Planos: Instalaciones. Cañón peatonal
- PPTP 4. Instalaciones

Precedencias: [Colocación de cables y conductos](#), [Instalación de falso techo](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 10 días

### Colocación de mobiliario

Esto es la actividad final en la que se va a instalar el mobiliario dentro del túnel. Entre el mobiliario se encuentran los pasamanos o barandillas en las escaleras y dentro del pozo de bombeo, papeleras ubicadas a lo largo del túnel y carpintería o puertas.

Documentos del proyecto:

- Anejo 08. Diseño funcional y arquitectónico art. 4
- Planos: Arquitectura. Cañón peatonal. Revestimiento de ascensor y escalera fija
- Planos: Arquitectura. Cañón peatonal. Detalles barandillas
- Planos: Arquitectura. Cañón peatonal. Memoria de carpintería, tabiquería y mobiliario
- PPTP 3. Arquitectura y urbanización, art. 1.6

Precedencias: [Colocación de pavimentos](#)

Rendimiento/Duración estimado/a: 2 días

## 4. Fases de reposición de servicios

En este apartado se pretende analizar los servicios afectados por la obra, modos de desviar y reponerlos, propuestos por el proyecto y establecer un orden para esta actividad. Los servicios afectados en este proyecto tienen una gran influencia en la programación, algunos de ellos tienen grandes dimensiones y longitud de tramos afectados. Por lo que su desvío o reposición es un trabajo laborioso que requiere mucho tiempo y recursos para ser realizado.

Aunque esto no está reflejado en el proyecto, el personal de obra ha comunicado que desde el principio se sabe que la administración requiere que el tramo de la calle Alicante entre las calles Castellón y Xàtiva y una parte de misma calle Castellón sean cortados para el tráfico rodado lo más tarde posible y como este requisito es muy importante para la programación se tiene en cuenta en este trabajo. Es evidente que para cumplir esta condición es necesario antes de cerrar dicho tramo realizar todos los trabajos posibles en el tramo entre las calles Segorbe y Castellón. De este modo, es necesario dividir la obra en dos fases: antes de cerrar tramo Castellón-Xàtiva y después.

Cabe destacar que el sitio más idóneo para ubicar la planta de lodos necesaria para la ejecución de los muros-pantalla es el cruce de la calle Castellón y la calle Alicante, por lo tanto, no es posible la realización de actividades más importantes como son la ejecución de pantallas y las actividades posteriores antes de cortar el tráfico que pasa por la calle Castellón y el tramo Castellón-Xàtiva. Por esta razón, las actividades que se pueden ejecutar en el tramo Segorbe-Castellón son: desvío de servicios afectados, tratamiento del terreno y ejecución de muretes-guía.

Y como la obra ya tiene que ser ejecutada en dos fases, se ha decidido que el modo de organizar el desvío y la reposición de servicios más adecuado también es por fases. Una fase se define por una zona en la que se realizan actuaciones sobre los servicios afectados, y por tipo de estas actuaciones, si es un desvío provisional o una reposición definitiva. De esta manera en cada fase se desvían ciertos servicios y se libera de ellos un tramo, en el cual, a partir de ese momento, se puede empezar realización de otras actividades o los servicios se reponen de modo definitivo permitiendo realizar la urbanización del tramo.

Se establecen 9 Fases que se realizan en orden cronológico, para desviar y reponer todos los servicios afectados: Las 3 primeras se concentran en desvíos provisionales en el tramo Segorbe-Castellón, durante las fases 4 y 5 se desvían servicios del tramo Castellón-Xàtiva y durante las últimas 4 fases se realizan las reposiciones definitivas en orden inverso.

Para mejor manejo del documento debido a la cantidad elevada de los servicios afectados, se elabora un sistema de identificación (o nomenclatura) de servicios explicado en la Figura 3. El sistema consiste en asignar a cada servicio un nombre-código que permitirá entender: que tipo de servicio es, su identificador en el proyecto; si es un servicio afectado, una reposición temporal o servicio repuesto y en qué fase se realizan actuaciones sobre ello. En las tablas abajo se representa la lista de acrónimos:

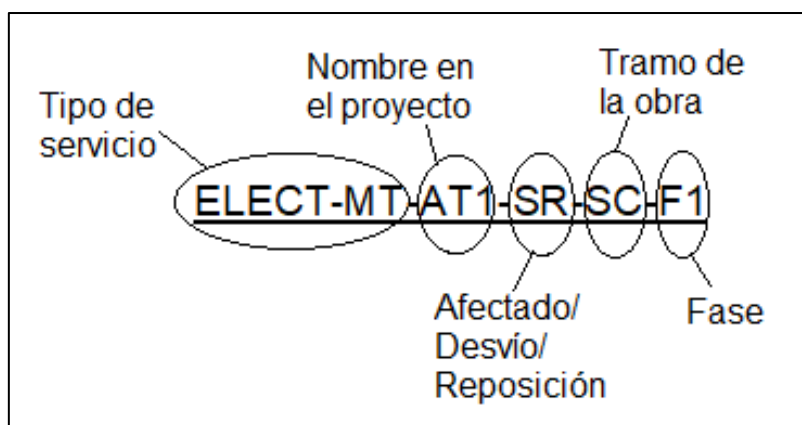


Figura 3. Leyenda de la nomenclatura de servicios

ALUMBRAMIENTO PÚBLICO	ALUMB
AGUA POTABLE DE ALTA PRESION	AP-ALTA
AGUA POTABLE DE BAJA PRESION	AP-BAJA
ELECTRESIDAD DE MEDIA TENSION	ELECT-MT
ELECTRESIDAD DE BAJA TENSION	ELECT-BT
FIBRA OPTICA	ELECT-FO
GAS DE BAJA PRESION	GAS-BAJA
SANEAMIENTO	SAN
SEMAFOROS	SEMF
TELEFONICA DE COLT	TEF-COLT
TELEFONICA DE CORREOS	TEF-CORREOS
TELEFONICA DE JAZZTEL	TEF-JAZZTEL
TELEFONICA DE ORANGE	TEF-ORANGE
TELEFONICA DE TELEFONICA	TEF-TLF

Tabla 1. Acrónimos de tipos de servicio

SERVICIO AFECTADO	SA
REPOSICION PROVISIONAL	RP
SERVICIO REPUESTO	SR

Tabla 3. Acrónimos de tipo de desvío/reposición

SEGORBE-CASTELLÓN, la fase antes de cortar el tramo CX	SC
CASTELLÓN-XÀTIVA, la fase después de cortar dicho tramo	CX

Tabla 2. Acrónimos de nombres de los tramos o fases de la obra

A continuación, se describe en cada fase: qué servicios se reponen en ella y de qué modo se hace, qué zona se deja despejada al finalizar esta, donde se pueden realizar otras actividades en paralelo y otras particularidades, si tiene.

## 4.1. Fase 1

Los trabajos de desvío de servicios se empiezan en el tramo inicial del túnel, donde se conecta con la estación Alicante en la zona del cruce de las calles Segorbe y Alicante, que se puede observar en la Figura 4. Se propone empezar la reposición de servicios en la acera izquierda por ser más simple hacerlo en esta zona, tras realizar las reposiciones provisionales y definitivas hasta el cruce de la c/Castellón se puede empezar los trabajos de reposición en la acera derecha mientras, que en la acera izquierda se van a ejecutar los muretes-guía.

Al inicio del tramo existen los servicios que cruzan la calle, antes de empezar la obra es necesario reponerlos. Entre ellos son: la acometida al centro de transformación

Renfe Estación Puesto 2 AT-1, el tramo del colector de aguas pluviales y residuales después del pozo de entrada SAN-1, la canalización de Jazztel JZ-1 y una canalización de Correos Telecom CO-1.

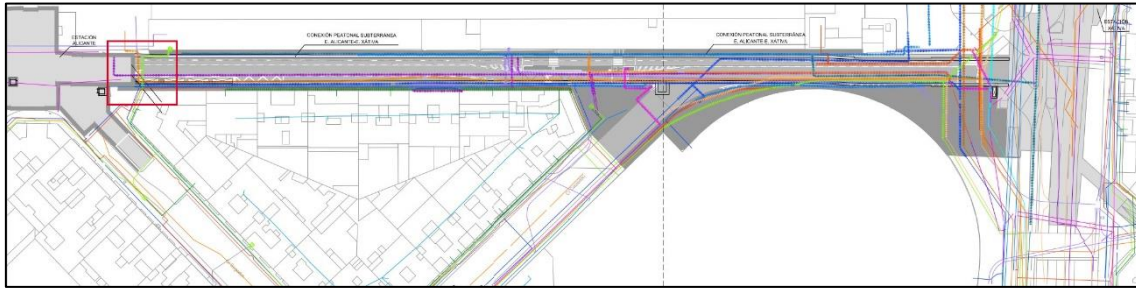


Figura 4. Zona de actuación de la Fase 1

## 1) ELECT-MT-AT1-SR-SC-F1

Se realiza la reposición definitiva fuera de la zona de afección con desplazamiento hacia la c/Segorbe, como muestra el plano de la Figura 6. Ya que en el cruce con la calle es necesario colocar los tubos protegiéndolos con hormigón que se ve en el plano de la sección tipo de la Figura 5, se coloca una plataforma provisional para paso de maquinaria y personal sobre la zanja, hasta que el hormigón alcance la resistencia necesaria tras de que ella se rellena. La solución con plataformas provisionales sobre zanjas se aplica en otros puntos de la obra con una situación similar.

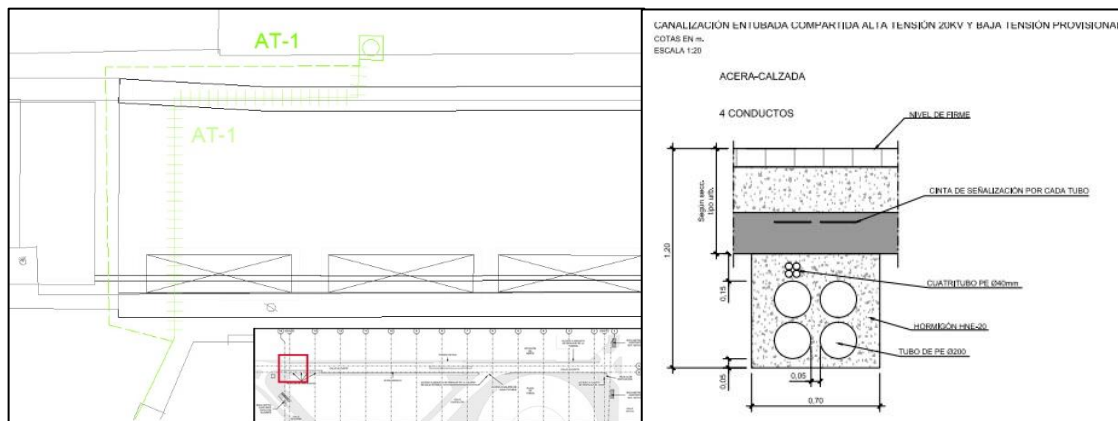


Figura 6. Plano de reposición ELECT-MT-AT1-SR-SC-F1      Figura 5. Sección tipo ELECT-MT-AT1-SR-SC-F1

## 2) SAN-SAN1-RP-SC-F1

Se desvía de modo provisional el tramo que cruce la c/Alicante entre dos pozos de registro existentes fuera de la zona de afección y se dota con un bombeo provisional. El desvío es enterrado y la zanja está cerrada con plataformas de protección durante la obra. Se puede ver el trazado del desvío en el plano siguiente:



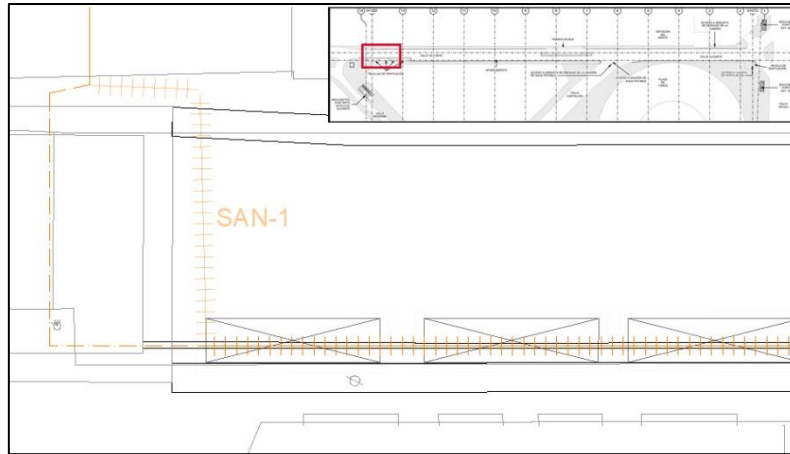


Figura 7. Plano de desvío SAN-SAN1-RP-SC-F1

### 3) TEF-CORREOS-CO1-RP-SC-F1

Es un desvío provisional por fachada de la Estación del Norte como muestra el plano de la Figura 8, hasta la arqueta existente en la zona de cruce Alicante-Xàtiva aprovechándola para realización del empalme, lo que se puede realizar cortando el tráfico solo en el carril bici en el tramo Castellón- Xàtiva dejando abierta la parte de calzada destinada a los coches, que se puede observar en la Figura 9. El corte del carril bici en este tramo no produce molestias adicionales, ya que su corte en el tramo Segorbe-Castellón ya no permite su uso. El servicio consiste en 4 o 6 tubos de PVC de 110 mm.

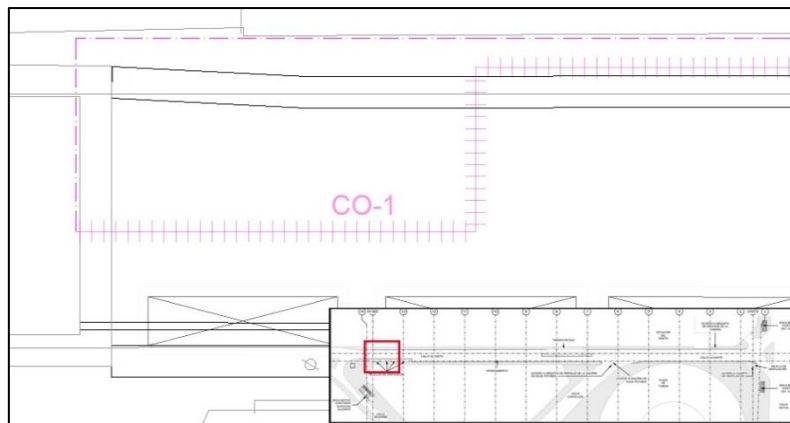


Figura 8. Plano de desvío TEF-CORREOS-CO1-RP-SC-F1. Zona inicial

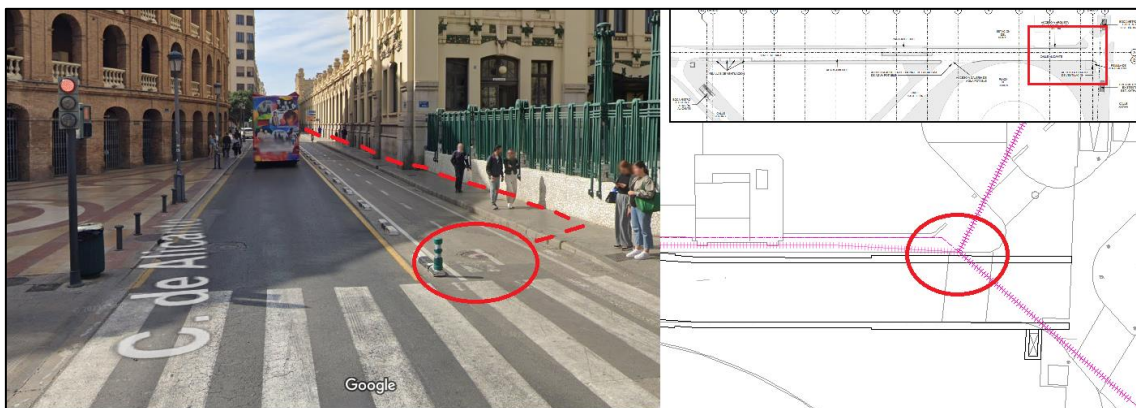


Figura 9. Plano de desvío TEF-CORREOS-CO1-RP-SC-F1. Zona final.



#### 4) TEF-JAZZTEL-JZ1-SR-SC-F1

Como bien se ve en el plano de la Figura 10 la línea dada cruza la c/Alicante fuera de la zona de afección de esta fase y pasa por el centro de la calzada sin intersectar el trazado de las pantallas, pero se realiza reposición definitiva del cruce (y solo de él) para las fases posteriores (Fase 3) sin cortar el cable existente, dejándolo en servicio.

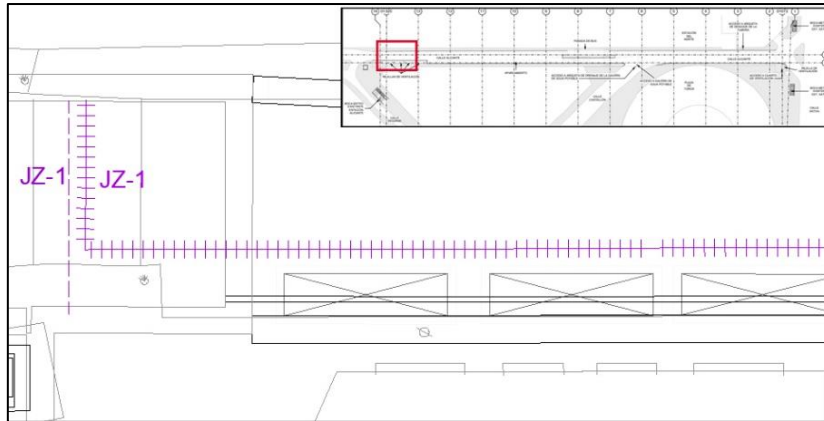


Figura 10. Plano de reposición TEF-JAZZTEL-JZ1-SR-SC-F1

La zona inicial con los cruces repuestos se representa en el plano abajo:

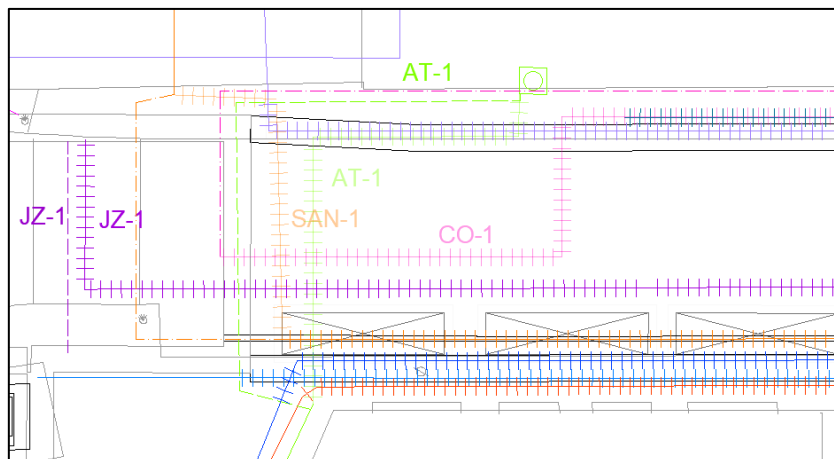


Figura 11. Plano de desvíos de la Fase 1

### 4.2. Fase 2

La segunda fase tiene propósito despejar de los servicios la acera izquierda de la c/Alicante en el tramo entre la c/Segorbe hasta la zona donde existen los servicios que cruzan la calle antes de la c/Castellón, lo que permita ejecutar los muretes-guía, zona de su afección se muestra en el plano de la Figura 12. En este tramo se encuentran los conductos y cables de Correos Telecom CO-1, ya repuestos en la fase anterior, de COLT COLT-1 y de la red Telefónica TLF-1. También quedan afectados los cables de alumbrado público AL-2 que están en desuso, por esto solo se retiran.

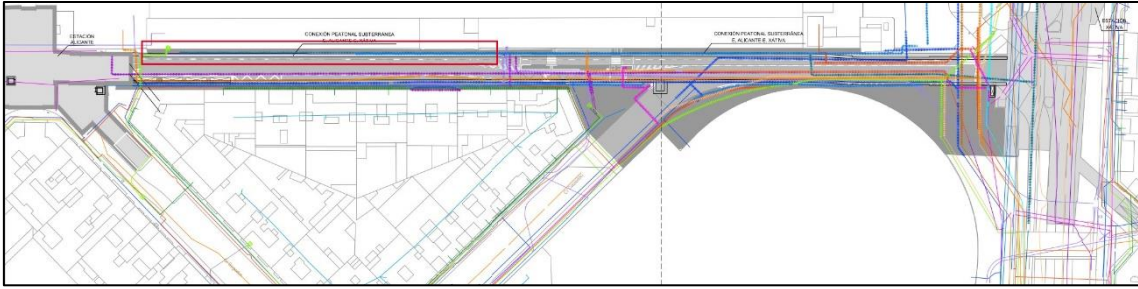


Figura 12. Zona de actuación de la Fase 2

## 1) TEF-TLF-TLF1-RP-SC-F2

Este cable en los planos del proyecto se marca como un servicio existente, lo que no es correcto y tiene que ser reflejado como un servicio afectado. Se propone la reposición provisional por la fachada de la estación del Norte hasta la arqueta existente donde el cable dado cruza la c/Alicante, dentro de esa arqueta se realiza en empalme provisional. El trazado del desvío se puede observar en los planos siguientes:

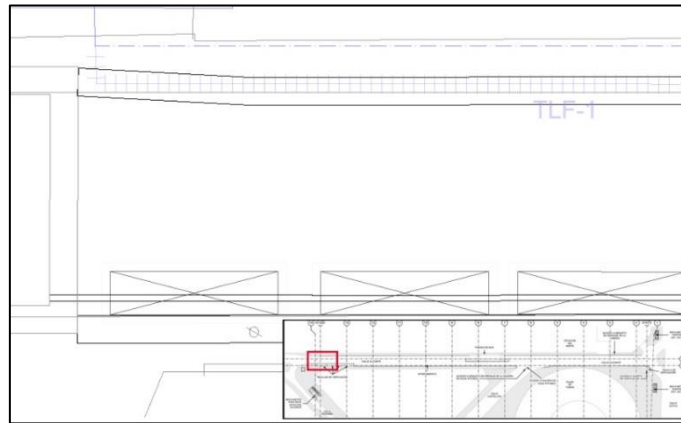


Figura 13. Plano de desvío TEF-TLF-TLF1-RP-SC-F2. Zona inicial

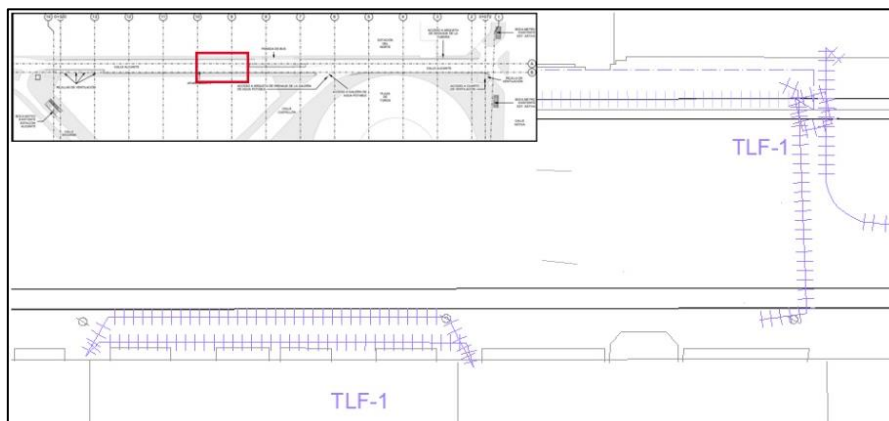


Figura 14. Plano de desvío TEF-TLF-TLF1-RP-SC-F2. Zona final

## 2) TEF-COLT-RP-SC-F2

Siguiente servicio para reponer es una canalización de COLT. Se soluciona mediante un desvío provisional por la fachada de la estación del Norte hasta su cruce de la c/Alicante, donde se ejecuta una arqueta provisional para realización del empalme. El cruce se sitúa ya en el tramo Castellón-Xàtiva, así que la arqueta será ubicada en el carril bici cerrado en la fase anterior, de este modo la reposición no va a afectar al tráfico del tramo y no se requerirá su corte. Los planos de las Figuras 15 y 16 muestran la solución propuesta, que es distinta de la del proyecto.

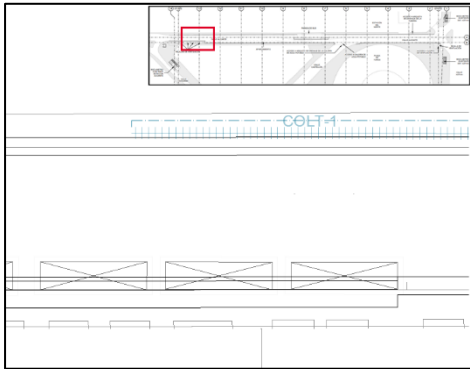


Figura 16. Plano de desvío TEF-COLT-RP-SC-F2. Zona inicial

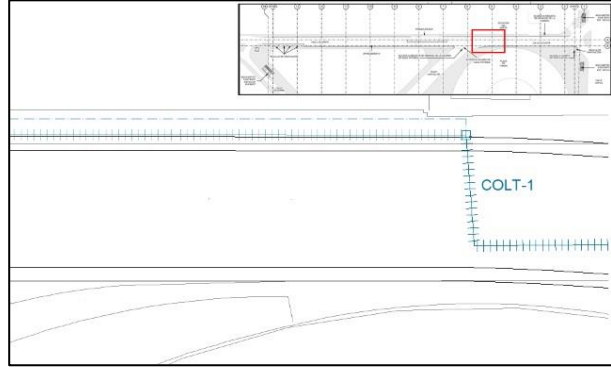


Figura 15. Plano de desvío TEF-COLT-RP-SC-F2. Zona final

El proyecto define el trazado de la reposición provisional por el centro de la calzada, lo que molesta a la ejecución de los muros-pantalla transversales y por esta razón se adopta otra solución. En este tramo la canalización consiste en 4 tubos de PVC de 110 mm.

## 3) ALUMB-AL2-SA-SC-F2

Como se menciona antes, los cables están en desuso y se retiran sin reposición.

A partir de este momento se puede empezar la ejecución de los muretes-guía en este tramo ya que está despejado de los servicios.

### 4.3. Fase 3

En esta fase los trabajos, como indica el plano de la Figura 17, se trasladan a la acera derecha de la c/Alicante, todavía en el tramo entre c/Segorbe y c/Castellón; al mismo tiempo se van a ejecutar los muretes guía en la acera izquierda. Los servicios afectados en esta fase son: colector de saneamiento SAN-1, conducto de agua potable AP-1, línea del alumbrado público AL-1, tubo de gas GS-1, línea eléctrica de baja tensión BT-1 y cables de Jazztel JZ-1. A pesar de que los cables de Jazztel no pasan por debajo de la acera derecha sino por el centro de la calzada su reposición se realizara en esta fase para permitir la ejecución de las pantallas transversales. Los servicios antes mencionados se van a reponer de modo provisional o definitivo junto con sus acometidas correspondientes para mantener la prestación de servicios a los edificios de la calle en todo momento.

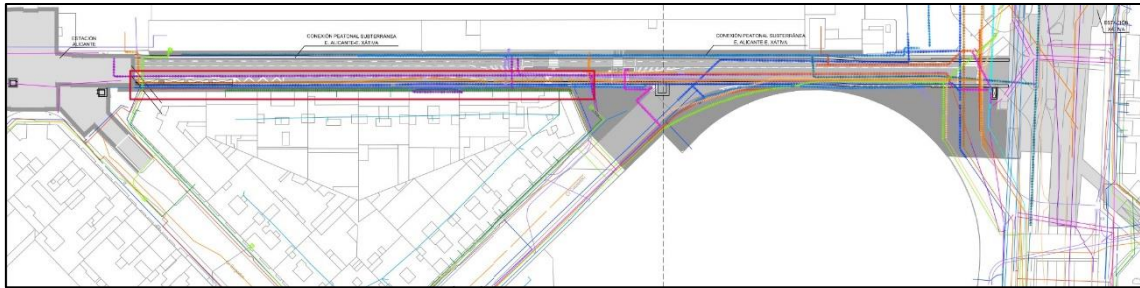


Figura 17. Zona de actuación de la Fase 3

## 1) ALUMB-AL1-RP-SC-F3

Como muestra el plano Figura 18, todo el alumbrado público de este tramo existente en la acera se repone a la fachada de los edificios con las conexiones necesarias para su servicio. Tras de ejecutar la reposición se pueden desconectar los cables afectados.

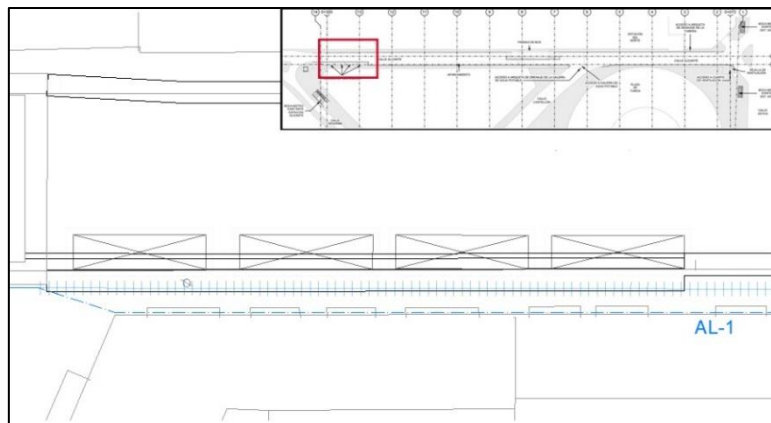


Figura 18. Plano de desvío ALUMB-AL1-RP-SC-F3

## 2) TEF-JAZZTEL-JZ1-RP-SC-F3

Para la canalización de Jazztel se realiza un desvío provisional por la fachada de los edificios de la acera derecha conectándolo a la reposición definitiva del cruce, ejecutada en la primera fase, hasta la arqueta existente en la zona donde sus conexiones con la estación del Norte y los edificios cruce la c/Alicante, lo que coincide con el límite de afección de las primeras dos fases. En la arqueta que se ve en la Figura 19 se alojan los empalmes y todo el trazado de desvío se puede observar en los planos de la Figura 20 y la Figura 21.

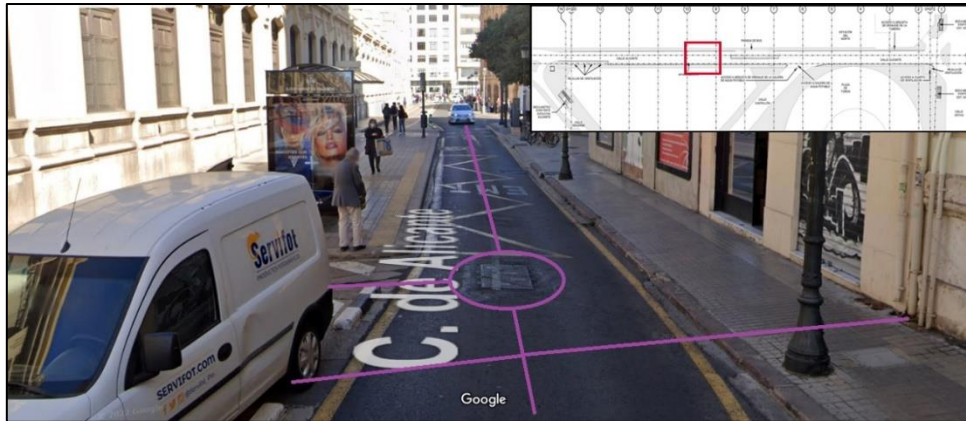


Figura 19. Vista de calle de línea Jazztel

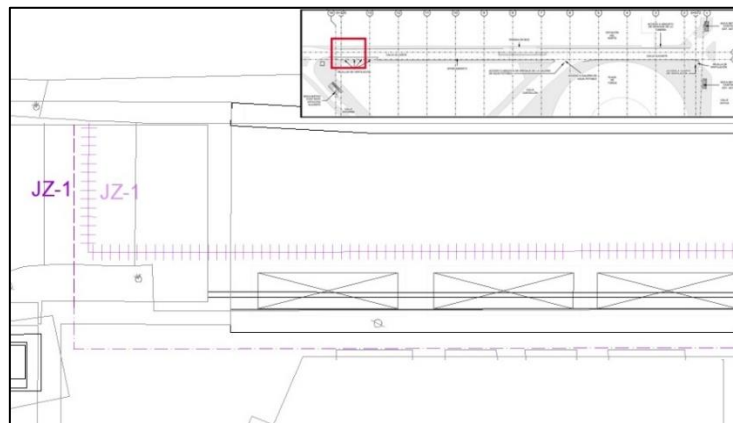


Figura 20. Plano de desvío TEF-JAZZTEL-JZ1-RP-SC-F3. Zona inicial

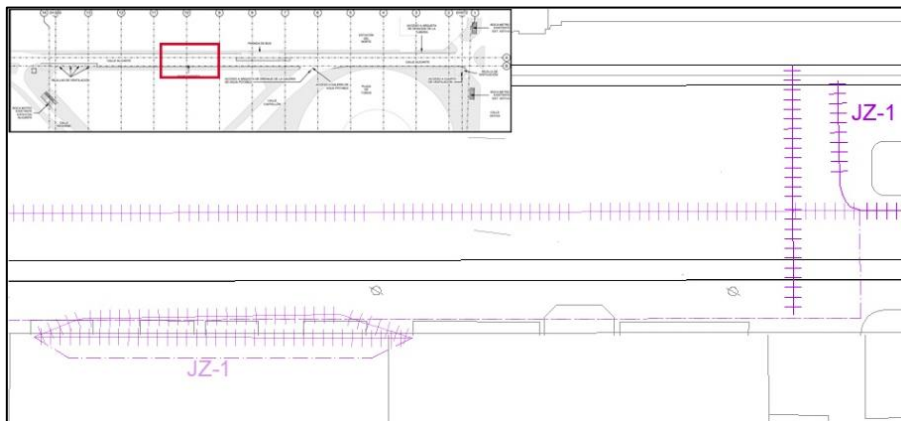


Figura 21. Plano de desvío TEF-JAZZTEL-JZ1-RP-SC-F3. Zona final

También queda afectado un tramo del cable frente del edificio con dirección calle Alicante, 7, que representa la Figura 22, este tramo del cable existente en la fachada pasa enterrado después de que se vuelva a la fachada. El tramo se repone de modo provisional por fachada.



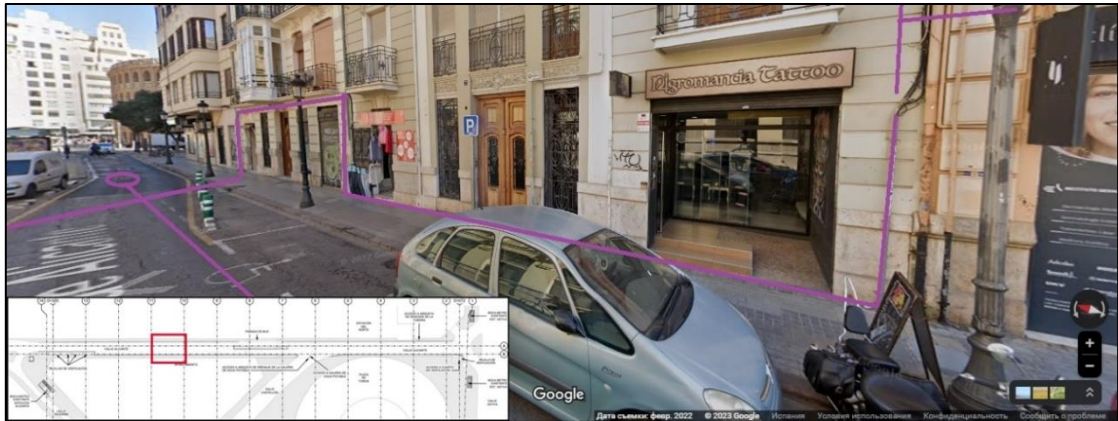


Figura 22. Vista de calle de línea Jazztel

### 3) TEF-TLF-RP-SC-F3

Es un tramo enterrado de Telefónica frente del edificio con dirección Calle Alicante, 7, marcado en la Figura 23, de la misma tipología y con la misma solución de desvío provisional por fachada como en el caso de Jazztel JZ-1.

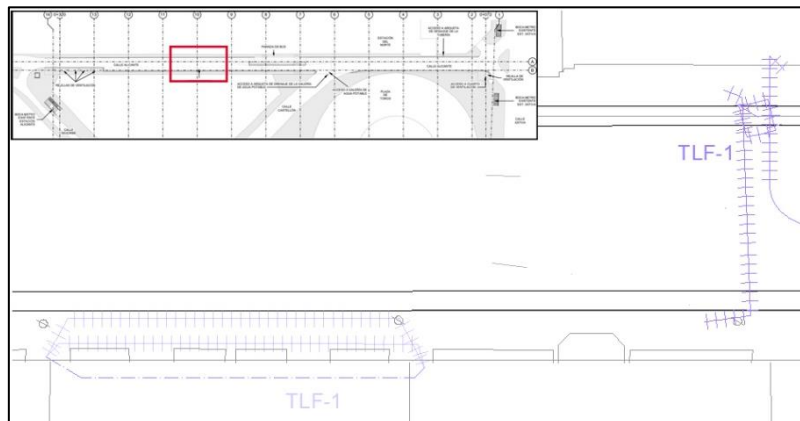


Figura 23. Plano de desvío TEF-TLF-RP-SC-F3

### 4) ELECT-BT-BT1-RP-SC-F3

Las líneas afectadas se reponen de manera provisional por fachada en toda su longitud en el tramo Segorbe-Castellón como indica el plano Figura 24, manteniendo el servicio a las acometidas existentes. El empalme de la reposición provisional se puede realizar en una de las arquetas en el cruce de las calles Alicante y Castellón, si es posible o conectándose al centro de transformación de Iberdrola, marcado en la Figura 25.

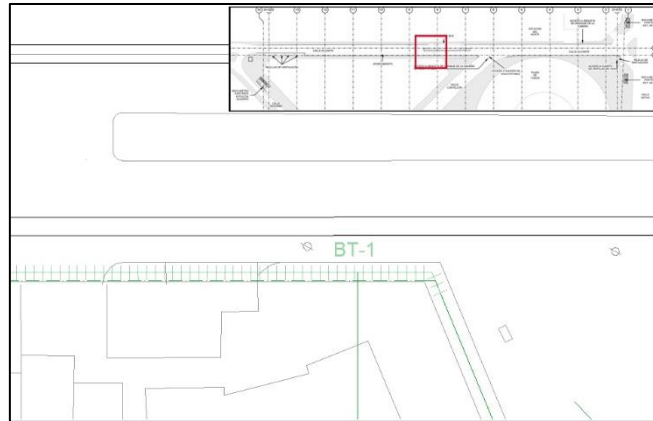


Figura 24. Plano de desvío ELECT-BT-BT1-RP-SC-F3

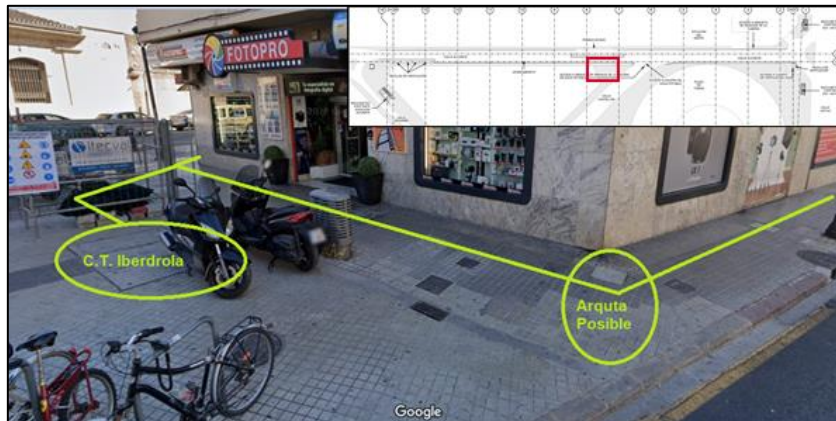


Figura 25. Vista de calle de línea BT-1

## 5) AP-ALTA-AP1-RP-SC-F3

Se propone una reposición por fachada provisional mediante un tubo de 110 mm de PE del tramo afectado, mostrada en los planos Figura 26 y Figura 27, realizando los empalmes en las válvulas existentes en el inicio y el final del tramo.

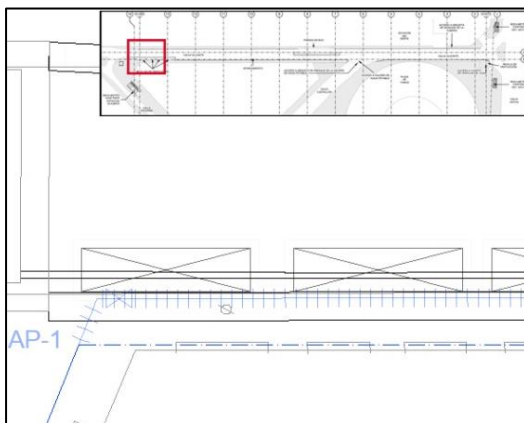


Figura 27. Plano de desvío AP-ALTA-AP1-RP-SC-F3. Zona inicial

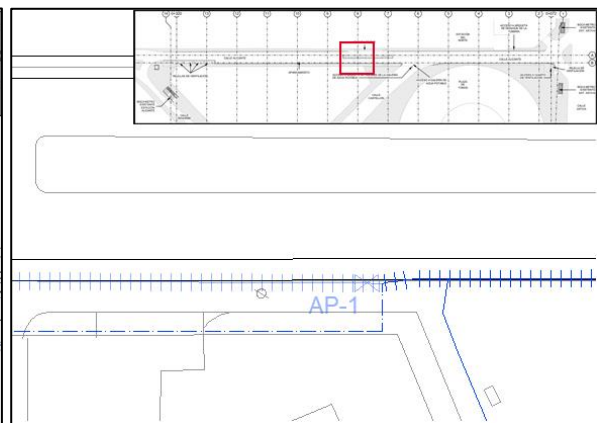


Figura 26. Plano de desvío AP-ALTA-AP1-RP-SC-F3. Zona final

## 6) SAN-SAN1-SR-SC-F3

Se realiza una reposición definitiva con un tubo de PVC de 600 y 700 mm de diámetro más cercano a la fachada de los edificios, fuera de la zona de afección a lo largo de todo el tramo hasta la c/Castellón donde se conecta de modo provisional

a la prolongación del colector existente en uno de los pozos existentes. Los planos de abajo muestran el trazado del desvío:

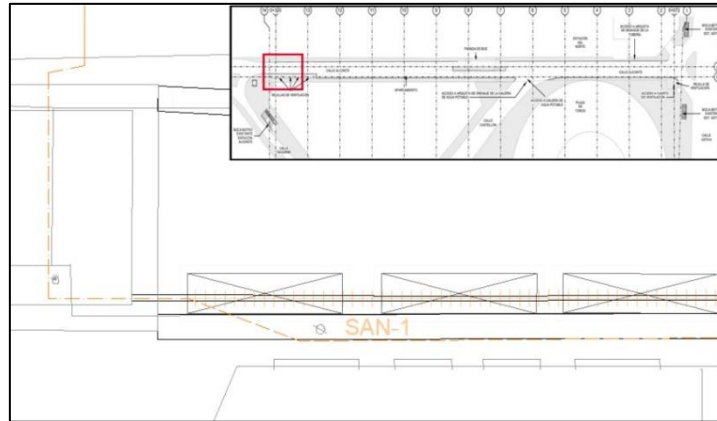


Figura 28. Plano de desvío SAN-SAN1-SR-SC-F3. Zona inicial

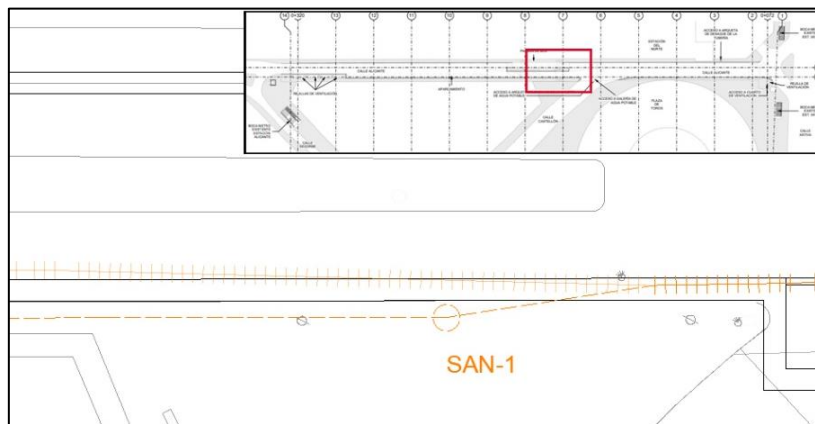


Figura 29. Plano de desvío SAN-SAN1-SR-SC-F3. Zona final

## 7) GAS-BAJA-GS1-SA-SC-F3

Según el proyecto la tubería existente se apea provisionalmente, el terreno a su alrededor se excava manualmente en caso de ser necesario colocar algún servicio en mina por debajo de ella y después de la reposición de otros servicios se realizará una reposición definitiva con trazado paralelo al existente, pero más cercano a la fachada de los edificios, fuera de la zona de afección.

Como muestra el plano Figura 27, tras de realizar la tercera fase, el tramo queda despejado de los servicios y preparado para tratamiento del terreno y ejecución de los murete-guías. Todos los servicios del tramo Segorbe-Castellón que no se ha podido reponer en estas fases no pueden ser repuestos sin cortar el tráfico en la c/Castellón.

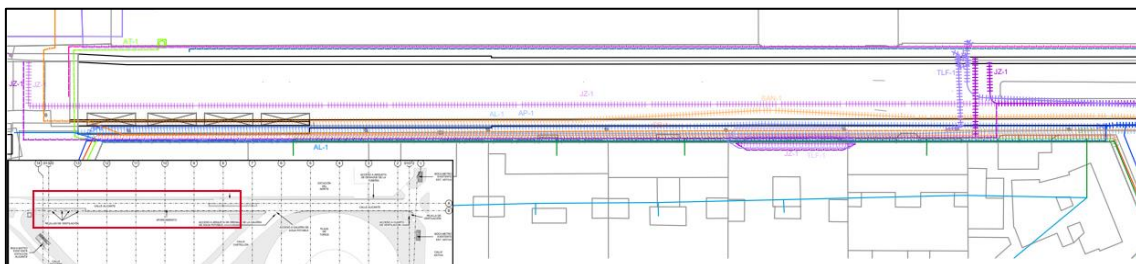


Figura 30. Plano de desvíos de la Fase 3



Así las siguientes fases se puedan empezar a partir del momento de corte del tráfico de la c/Castellón, tras el corte el tramo CX queda disponible para realización de los trabajos necesarios, que empiezan con implantación de la obra en dicho tramo, reposición de los servicios afectados e instalación de la planta de lodos, que permite ejecución de las pantallas en la zona de las fases anteriores.

Cabe destacar que en la zona de actuación de las fases posteriores muchos de los servicios cruzan la c/Alicante. Estos cruces no van a permitir realización de trabajos en su zona, y el proyecto no define con certeza como se soluciona dicha situación, por lo tanto, se propone la opción para la mayoría de los casos de no actuar en cercanía de los cruces hasta terminar ejecución de las pantallas reponiendo y trasladando los cruces de modo definitivo por encima de ellas y solo después realizar los trabajos en las zonas antes ocupadas por los cruces existentes. Por esta razón las pantallas se van a ejecutar por tramos, incluso no siempre consecutivos. En todo caso, cada una reposición de los cruces se describe en detalle más adelante.

#### 4.4. Fase 4

En esta fase se propone realizar las reposiciones provisionales o definitivas del tramo CX, marcado en el plano Figura 31, que no pasan por encima de los muros-pantalla y así no requieren que ellos sean ejecutados en algún tramo concreto, ya que durante esta fase solo se van a iniciar la ejecución de pantallas tras de instalación de la planta de lodos.

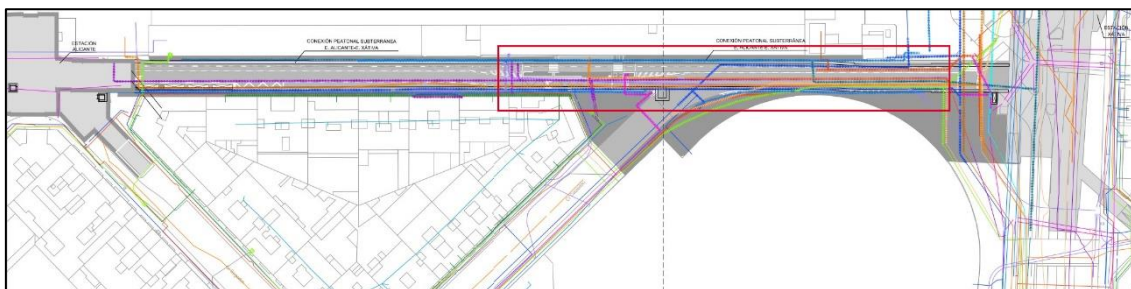


Figura 31. Zona de actuación de la Fase 4

Los servicios son: las líneas de telecomunicación de Telefónica TLF-1, de Jazztel JZ-1 y de Orange OR-1 con una cámara de registro, Alumbrado AL-3, prolongación de la tubería de agua potable AP-1, prolongación del colector SAN-1 y su conexión al colector de primera Ronda y la red del tráfico.

##### 1) TEF-TLF1; JZ1; OR1-RP-CX-F5

Mientras que se ejecutan los muros-pantalla se realiza desvío de las líneas de telecomunicación de Telefonía, Jazztel y Orange que pasan en una canalización común y además de esto se va a trasladar una cámara de registro de grandes dimensiones que recibe 12 conductos de 110 mm fuera de la zona de afección a su ubicación definitiva.

En la Figura 32 se ve la cámara de registro, que se traslada fuera de la calzada y de la zona de afección hacia la acera entre la calle Alicante y calle Castellón que tiene anchura grande y forma triangular en esta zona.

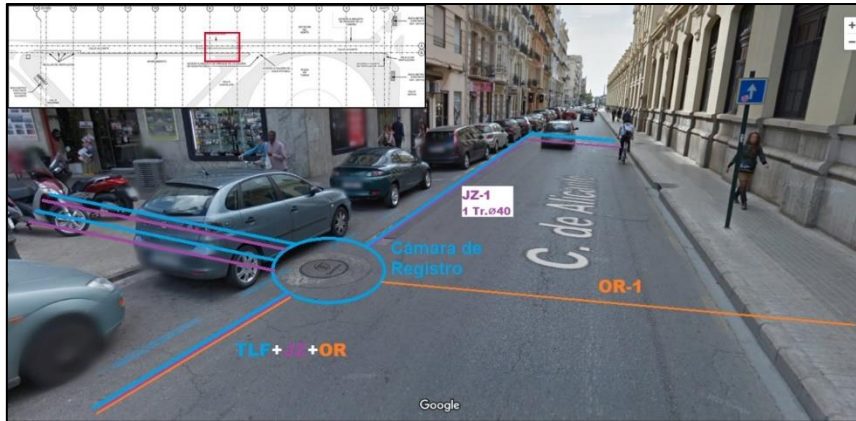


Figura 32. Vista de calle líneas de telecomunicación

La sección tipo de la cámara de registro está representada en este plano:

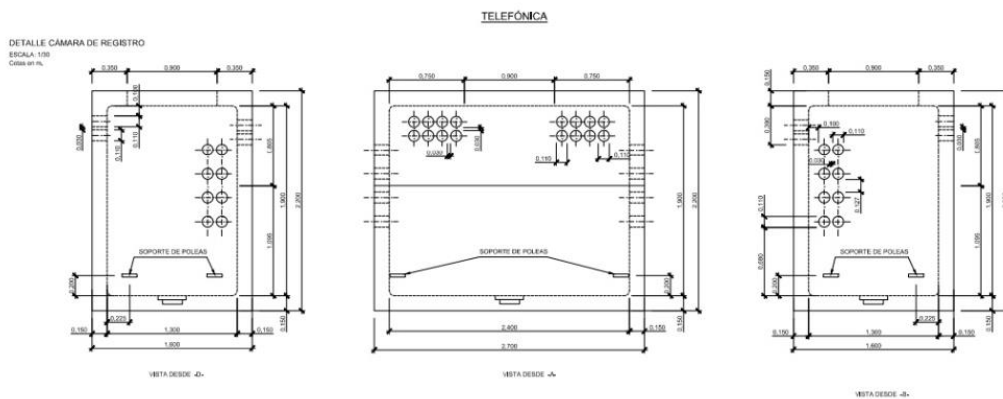


Figura 33. Planos de la Cámara de registro

Las líneas se desvían de modo temporal en superficie por la acera derecha de la calle Alicante, según el trazado indicado en los planos Figura 34 y Figura 35, por ser imposible realizar un desvío por fachada de la Plaza de Toros.

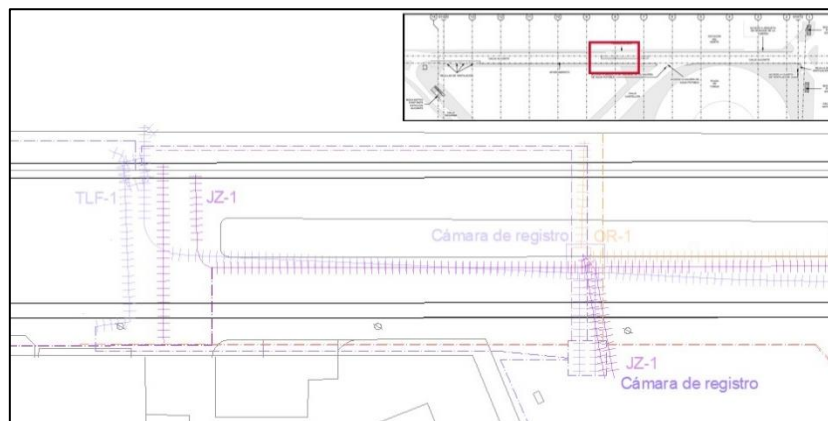


Figura 34. Plano de desvío TEF-TLF1; JZ1; OR1-RP-CX-F5. Zona inicial

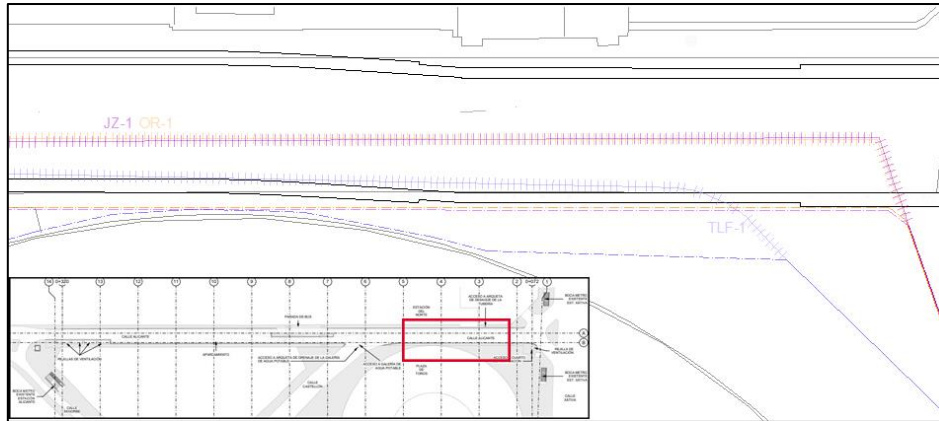


Figura 35. Plano de desvío TEF-TLF1; JZ1; OR1-RP-CX-F5. Zona final

Especial complejidad en esta reposición presentan los cruces de la c/Alicante, lo más probable que ellos sirven como conexiones del Cuarto de telecomunicaciones de ADIF, salvo la línea de Telefónica que además de esta conexión se pasa a otro lado de la calle. Su reposición como definitiva, tanto la temporal está especificada en el proyecto solo para líneas de Telefónica y consiste en desvío en aéreo. Dichos cruces se pueden ver en la siguiente imagen:

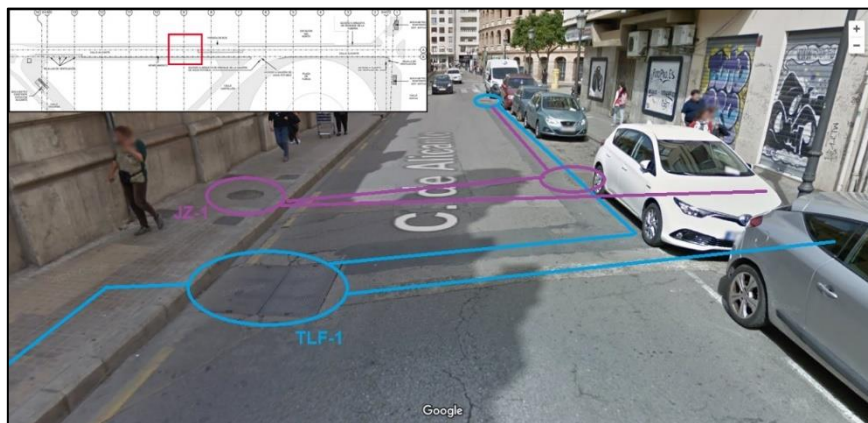


Figura 36. Vista de calle líneas de telecomunicación

Este desvío en aéreo afecta mucho al trabajo de la maquina pantalladora generando restricciones para su movimiento a lo largo de la obra por gran altura de la grúa y puede provocar su parada lo que no se puede permitir ya que es una de las principales máquinas de la obra y tiene coste elevado. Por esta razón se considera inadecuado el modo de desvío en aéreo propuesto por el proyecto y se sustituirá por un desvío enterrado del cruce de la c/Alicante ubicado en la zona de la cámara de registro. Aunque esta solución provoca costes adicionales y no permite ejecutar las pantallas en cierta zona hasta que se reponga, esto se compensa por optimización significativa de los costes y plazos que ella supone. Cuando las pantallas sobre las cuales se va a pasar la reposición definitiva están ejecutadas se realiza dicha reposición (solo del cruce, Fase 6) permitiendo así la ejecución de pantallas en la zona de paso del desvío provisional. El cruce del túnel que realiza la reposición definitiva está apeado y protegido durante la excavación entre las pantallas y ejecución de la losa superior.

Para la línea de Orange no está definido en el proyecto el desvío por la acera derecha de la calle Alicante por lo tanto se adaptará el trazado común con la de Jazztel, como muestra el plano Figura 37. Los empalmes se realizarán en las arquetas existentes y la cámara de registro repuesta, pero en el caso de Jazztel se requerirá la ejecución de las arquetas provisionales.

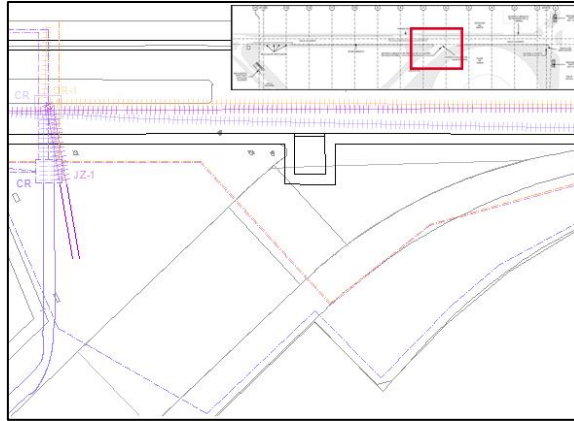


Figura 37. Plano de desvío TEF-TLF1; JZ1; OR1-RP-CX-F5. Zona central

## 2) SEMF-SF1-SA-CX-F4

Como la c/Castellón queda cortada no se requiere una reposición provisional de los semáforos con sus canalizaciones, indicados en el plano Figura 38, así que solo se realiza su desmontaje.

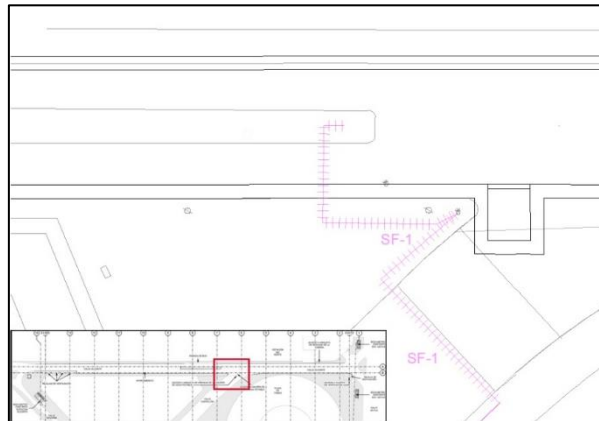


Figura 38. Plano de servicio afectado SEMF-SF1-SA-CX-F4

## 3) ALUMB-AL3-RP-CX-F4

Como muestra el plano Figura 39, se realiza una reposición provisional con alumbrado mediante columnas situadas en bidones que permiten la iluminación de la zona sin realizar ninguna actuación sobre la fachada de la Plaza de Toros. El empalme está ubicado en la arqueta del último poste de alumbrado en la acera derecha de la c/Castellón, marcado en la Figura 40.



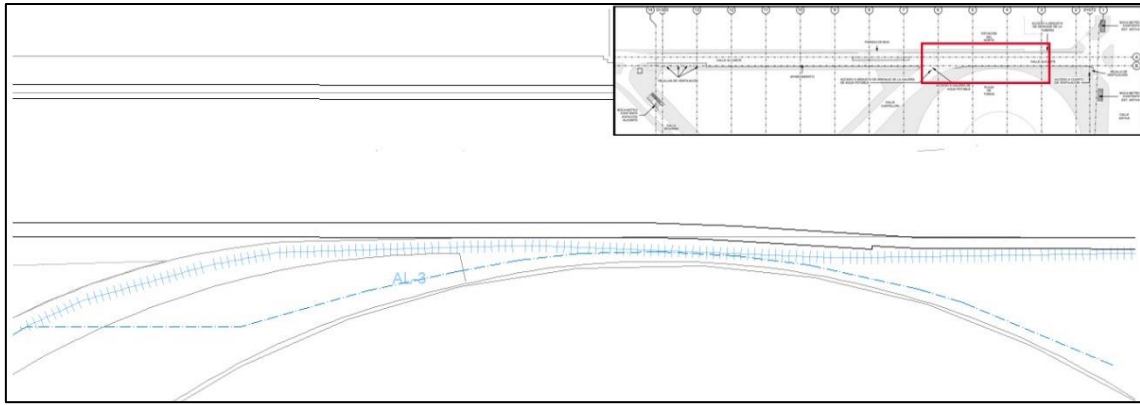


Figura 39. Plano de desvío ALUMB-AL3-RP-CX-F4



Figura 40. Vista de calle de la arqueta de red de alumbramiento

#### 4) AP-ALTA-AP1-RP-CX-F4

Se prolonga el desvío provisional por la fachada realizado en la Fase 3 de la tubería AP-1 por la zona de la fachada de la Plaza de Torres hasta conectarse a la tubería AP-3 que discurre por la c/Xàtiva. Los empalmes se realizan aprovechando las válvulas existentes y sus arquetas. El trazado del desvío dado es el siguiente:

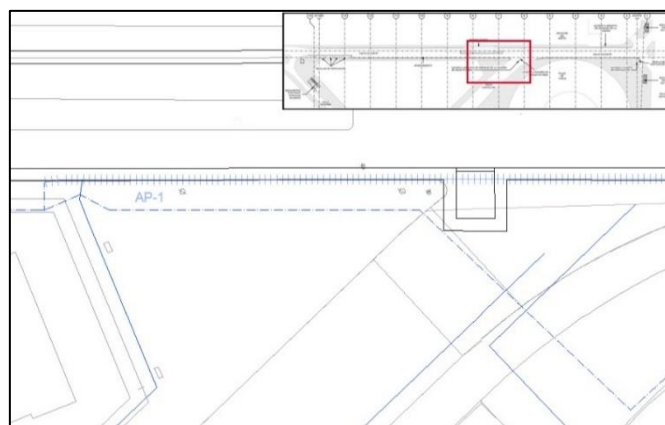


Figura 41. Plano de desvío AP-ALTA-AP1-RP-CX-F4. Zona inicial

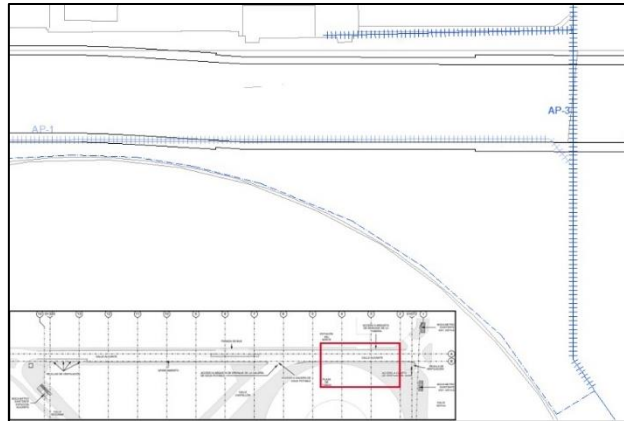


Figura 42. Plano de desvío AP-ALTA-AP1-RP-CX-F4. Zona final

### 5) SAN-SAN1-RP-CX-F4

El colector en la acera derecha de la c/Alicante, repuesto en la fase anterior, se corta en el cruce Alicante-Castellón y se conecta temporalmente mediante un bombeo al colector de la c/Castellón, el plano Figura 43 presenta el tramo que va a conectarlos se ejecuta en esta fase. Este tramo, aunque es provisional, será enterrado y de la misma tipología que el colector definitivo. De esta manera la prolongación del colector que pasa en el tramo Castellón-Xàtiva se deja fuera de servicio y puede ser retirada.

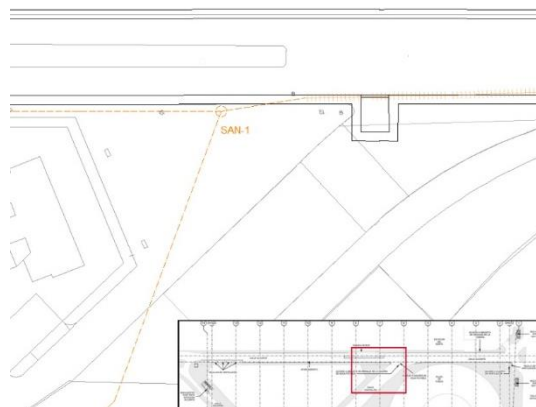


Figura 43. Plano de desvío SAN-SAN1-RP-CX-F4

### 6) TEF-COLT-RP-CX-F4

En este instante se puede ejecutar el desvío provisional de la canalización de COLT. De mismo modo como en la fase 2, se propone la modificación del desvío propuesto por el proyecto que pasa por el centro de la calzada de la c/Alicante, para permitir ejecución de las pantallas transversales y no molestar al paso de la maquinaria y operarios.

Como se ve en el plano Figura 44, la reposición es una prolongación de la ya ejecutada, por fachada, paralela a la valla de la Casa de los Caramelos hasta conectarse con la canalización de COLT que pasa por la c/Xàtiva.

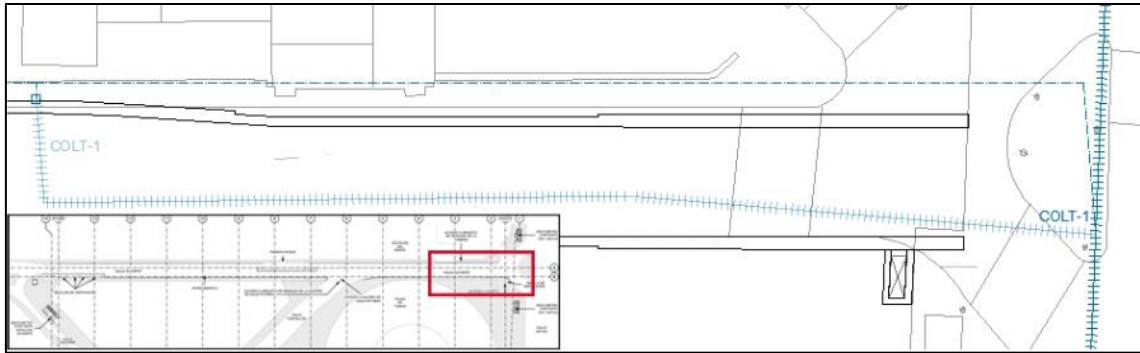


Figura 44. Plano de desvío TEF-COLT-RP-CX-F4

## 4.5. Fase 5

En esta fase se realizan los desvíos que permiten la ejecución de muros-pantalla en el tramo Castellón-Xàtiva en la zona marcada en el plano de la Figura 45. Algunos de los servicios que se pretende desviar cruzan la calle Alicante y dichos cruces se reponen solo sobre los muros pantalla que tienen que ser ejecutadas previamente durante la fase anterior, en concreto se trata de las pantallas en zona del cruce de las calles Alicante y Castellón.

Los servicios que se van a reponer en esta fase son: acometida de gas de la estación del Norte GS-2 y GS-3, una tubería de agua potable AP-2.

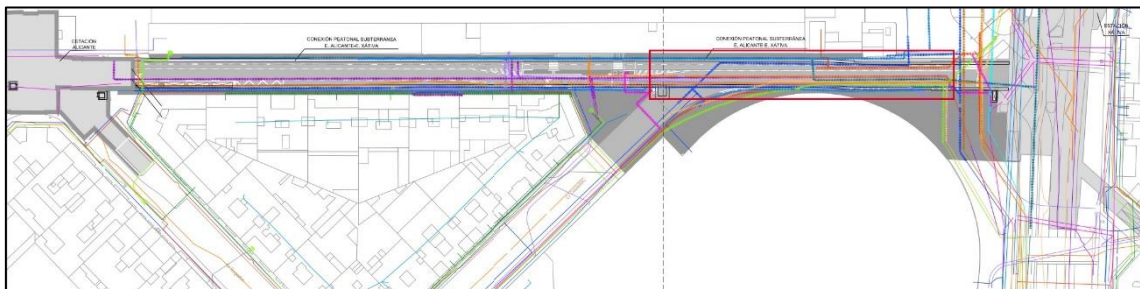


Figura 45. Zona de actuación de la Fase 5

### 1) GAS-BAJA-GS2,3-SR-CX-F5

Se va a ejecutar una nueva acometida de gas de la Estación del Norte, para ello, como muestra el plano de la Figura 46, se conecta a la tubería GS-2 que discurre por la c/Castellón realizando un cruce por encima de las pantallas ya ejecutadas, la zona de cruce se apea convenientemente y se protege mediante una tubería de acero de Ø200 mm de diámetro durante las obras. La reposición es definitiva y enterrada. En la conexión de la tubería repuesta con la existente GS-2 se ubica una arqueta con válvula correspondiente.

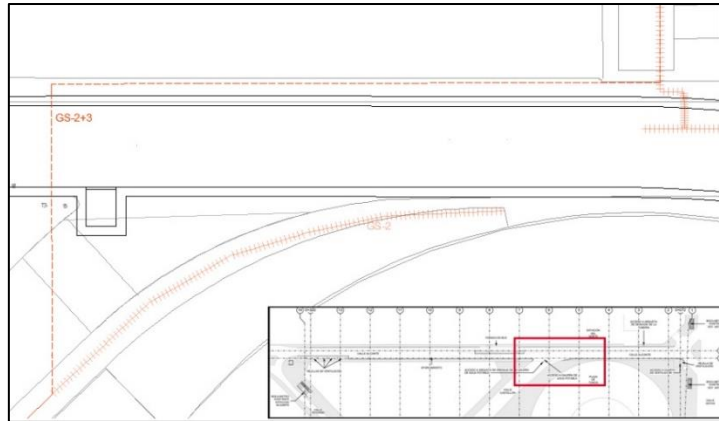


Figura 46. Plano de desvío GAS-BAJA-GS2,3-SR-CX-F5. Zona inicial

El plano de la Figura 47 muestra la acometida actual GS-3 que, a partir de conexión de la reposición, se deja fuera de servicio y puede ser desmontada.

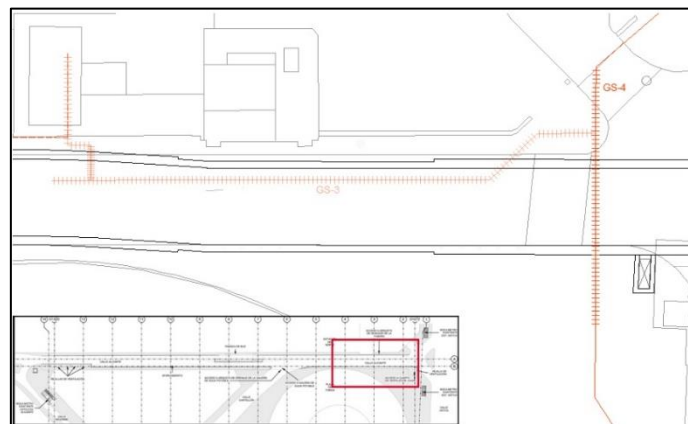


Figura 47. Plano de desvío GAS-BAJA-GS2,3-SR-CX-F5. Zona final

## 2) AP-ALTA-AP2-RP-CX-F5

Es el servicio más importante y complicado de desviar de esta fase. La tubería de agua potable AP-2 de 600 mm de diámetro se sustituye temporalmente por una tubería enterrada de 400 mm de fundición envainada con funda de acero, que pasa por la acera izquierda de la calle Alicante en el espacio entre los muros-pantalla futuros y cimentación de la Estación del Norte hasta cruzarla y dirigirse a la calle Castellón. Dicha tubería al final pasa por la galería de agua potable prevista en el proyecto cuando esta sea ejecutada, pero antes es necesario desviarla de modo temporal y para que el cruce de la calle que realiza el desvío dado no bloquee la ejecución de pantallas en su zona se coloca por encima de los muros-pantalla ya ejecutadas previamente, posteriormente durante excavación entre las pantallas y la ejecución de la losa superior el cruce se apea y se protege adicionalmente. Trazado del desvío se puede ver en siguiente plano:



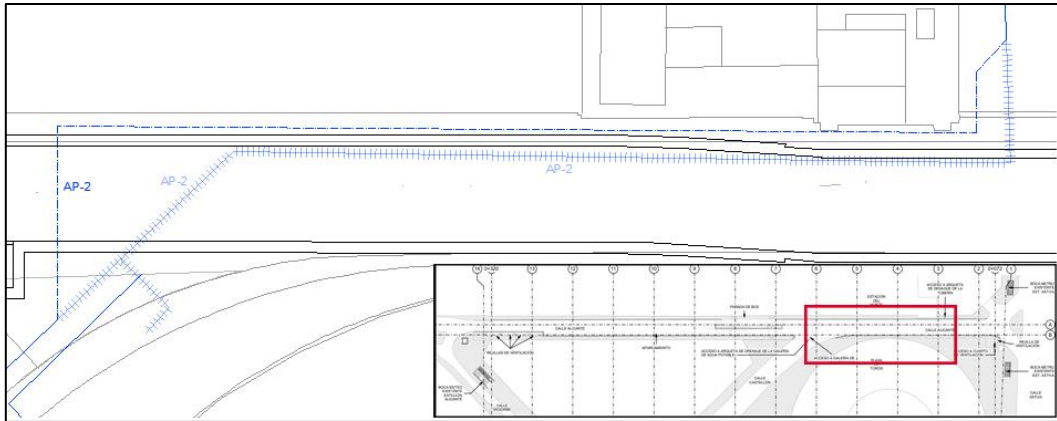


Figura 48. Plano de desvío AP-ALTA-AP2-RP-CX-F5

Por muy poco espacio que se queda entre las pantallas del lado izquierdo y la fachada de la Estación del Norte en el tramo donde pasa el desvío y la tubería de gas GS-2 ya colocada, se considera posible la alternativa de realizar un desvío con el mismo tubo ubicado entre las pantallas en la cercanía de la pantalla izquierda, para que sea posible fijar el tubo en ella durante la excavación y ejecución de la losa superior. En todo caso la tipología del cruce de la c/Alicante se queda la misma.

### 3) ELECT-MT-AT2-RP-CX-F6 y ELECT-FO-AT2-SA-CX-F6

Son dos canalizaciones que van juntas: una de la red eléctrica y otra de fibra óptica. Su desvío provisional cruza la c/Alicante en dos puntos.

En la Figura 49, se presenta el desvío propuesto por el proyecto para el servicio dado. Este desvío cruza ortogonalmente la calle Alicante en la misma zona que la canalización existente AT-3 y su reposición definitiva que pasa por la calle Xàtiva y se ejecuta más adelante. Una reposición definitiva de cruce solo se puede tender por encima de los muros-pantalla ejecutados previamente, de este modo como el desvío propuesto tanto la línea existente no permite ejecutar las pantallas y como consecuencia la reposición de AT-3. Para solucionar dicho problema en esta zona se adopta un trazado modificado para desvío de la línea AT-2 y reposición definitiva de la canalización AT-3.

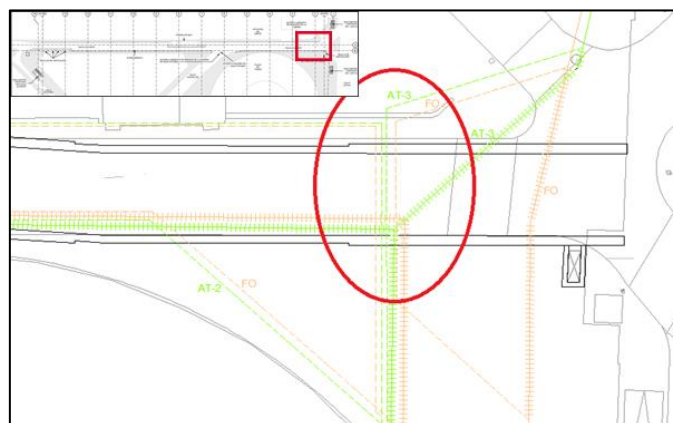


Figura 49. Plano de desvío ELECT-MT-AT2-RP-CX-F6 del proyecto

La modificación consiste en desplazar hacia la c/Xàtiva el desvío, a la zona donde varios servicios importantes cruzan la c/Alicante, como muestra el plano de la Figura 50, puesto que en todo caso no se puede actuar en esta zona debido a estos cruces hasta que no se repongan y también se desplaza en dirección contraria la reposición definitiva de la línea AT-3, que en con su trazado inicial.

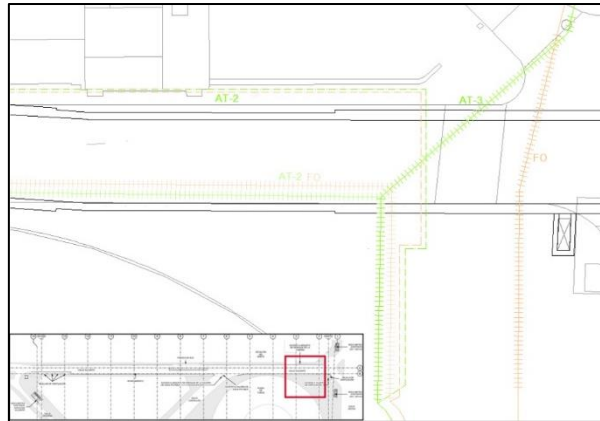


Figura 50. Plano de desvío ELECT-MT-AT2-RP-CX-F6 modificado

En el plano de la Figura 52 se ve otro punto de cruce ubicado en la zona de la confluencia de la c/Castellón a la c/Alicante se queda sin modificaciones por poder ejecutarlo sobre los muros-pantalla ejecutados durante la fase anterior.

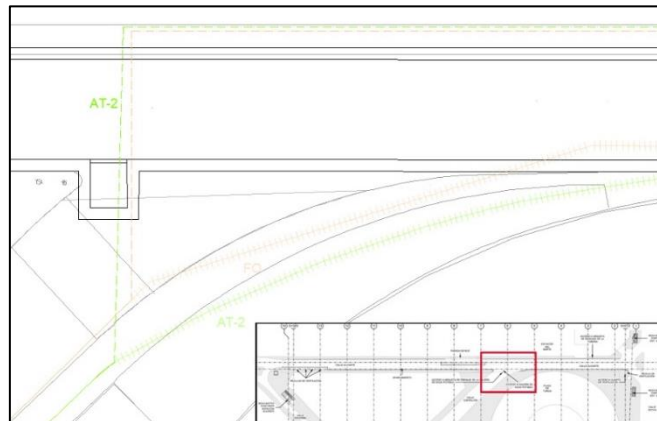


Figura 51. Plano de desvío ELECT-MT-AT2-RP-CX-F6. Zona inicial

Se realiza un desvío provisional de los servicios dados de acuerdo con todo escrito antes, toda la canalización se protege mediante una vaina de acero, los empalmes se realizan en arquetas existentes o en su ausencia ejecutando las provisionales.

Al finalizar la Fase 5 el tramo Castellón-Xàtiva hasta su zona final, donde cruzan multitud de servicios en esa calle, como bien refleja el plano de la Figura 52, se queda despejado de los servicios que pueden ser afectados por la ejecución de los muros-pantalla.

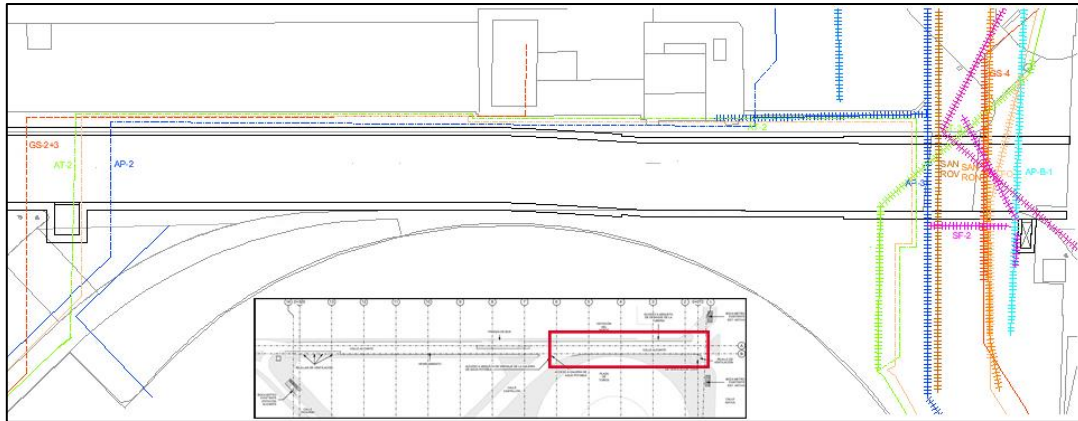


Figura 52. Plano de desvíos de la Fase 5

## 4.6. Fase 6

Para reposición de la multitud de servicios que cruzan la calle Alicante mencionada antes es necesario preparar para ello la zona despejada en la fase anterior, lo que supone muchas actuaciones de ejecución de los muros-pantalla, la losa superior y relleno sobre ella. Son actividades bastante lentas y mientras que se ejecutan se realiza reposición definitiva de un servicio que define esta fase.

### 1) TEF-TLF1; JZ1; OR1-SR-CX-F6

La canalización de líneas telefónicas que parte de la cámara de registro y cruce la calle Alicante tratada en la Fase 4 se repone de modo definitivo regresando a su ubicación inicial tras de ejecutar las pantallas en esta zona, como indica el plano de la Figura 53. Los cables de Telefónica, Jazztel y Orange pasan por la acera derecha de la calle y cruzándola se conectan al cuarto de telecomunicación de ADIF en la Estación del Norte. Durante la excavación y ejecución de la losa superior la canalización se apea y se protege convenientemente.

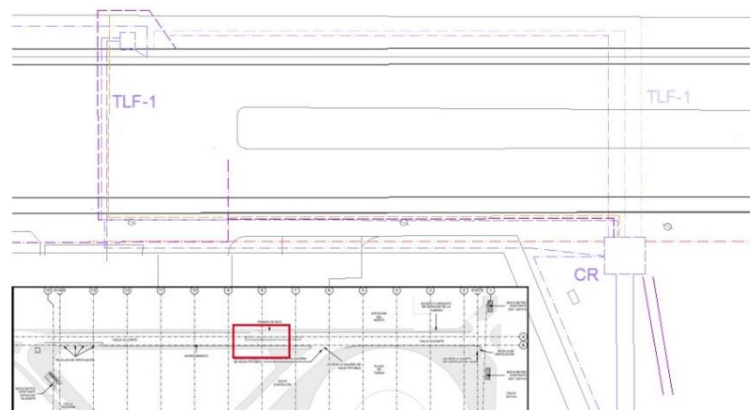


Figura 53. Plano de reposición TEF-TLF1; JZ1; OR1-SR-CX-F6

Después se puede realizar los trabajos relacionados con los muros-pantalla en la zona liberada del desvío provisional.

## 4.7. Fase 7

Los servicios para reponer en esta fase son los que cruzan la c/Alicante en la zona final, marcada en el plano de la Figura 54, entre los cuales se encuentran: importantes colectores, el de la Ronda y acequia Rovella, tuberías de agua potable AP-3 de 350 mm

y una de baja presión AP-B-1, tubo de gas GS-4, línea de alta tensión 20kB con fibra óptica AT-3 y una canalización de COLT.

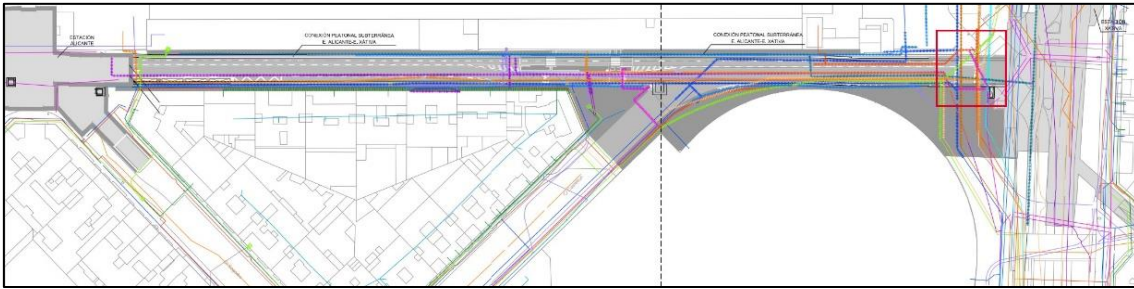


Figura 54. Zona de actuación de la Fase 7

Debido a cantidad elevada de los servicios y sus dimensiones, estos pueden ser repuestos solo tras de ejecutar la losa superior y el relleno sobre ella en zona de su paso porque la solución de apeo temporal durante realización de estos trabajos, aplicada en los casos anteriores, es imposible de aplicar en esta situación. Adicionalmente, en este apartado para mejor percepción de complejidad de reposiciones a realizar se adjuntan sus secciones transversales.

### 1) ALUMB-AL4-SA-CX-F7

Debido a lo que para reposiciones siguientes es necesario actuar sobre una zona del patio de carruajes de la Estación del Norte donde, como muestra la Figura 55, queda afectado alumbramiento existente y su cableado, se realiza su desmontaje.

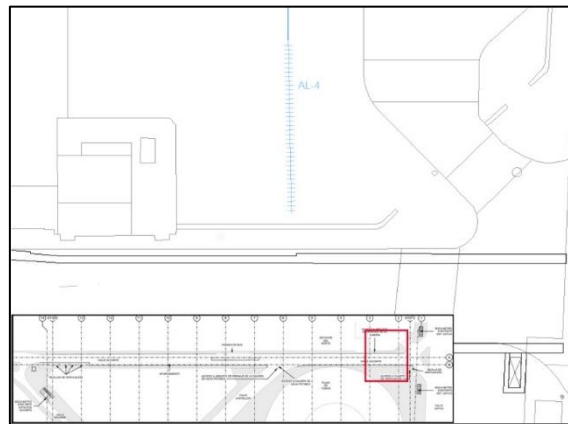


Figura 55. Plano de servicio afectado ALUMB-AL4-SA-CX-F7

### 2) ELECT-MT-AT3-SR-CX-F7 y ELECT-FO-AT3-SR-CX-F7

Como se decía antes en descripción de desvío de la línea AT-2 en fase 5, el trazado de reposición de la canalización AT-3 se modifica desplazando su cruce con la calle Alicante hacia la calle Castellón. El cruce modificado se ubica entre las reposiciones definitivas del colector de Primera Ronda y del tubo de agua potable de baja presión AP-B-1, que se tratan más adelante en esta fase, respetando todas las limitaciones de separación y cruces entre los servicios especificadas por el proyecto, que no se cumplía el trazado inicial por tener separación insuficiente con una línea de telecomunicación.

Con el trazado modificado, indicado en el plano de la Figura 57, las líneas afectadas se reponen de manera definitiva, desplazando el cruce de manera que sea ortogonal al túnel peatonal sobre las pantallas y la losa ejecutadas previamente. La canalización está formada por 9 tubos de PE de 200 mm de diámetro y un cuatritubo de 40 mm de diámetro, como se ve en la Figura 56. Además, el cruce sobre el túnel se protege mediante una vaina de acero. Se realizan empalmes necesarios en ambos extremos de las líneas repuestas con las existentes. Se instalan líneas tipo 3x1x240 mm<sup>2</sup> Al-HEPRZ1 12/20 kV. La fibra óptica afectada se repone con las mismas características que la existente.

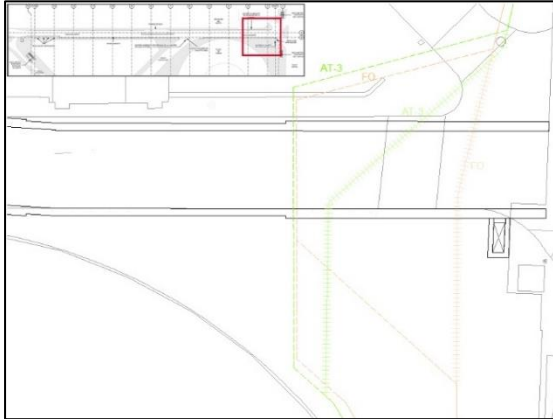


Figura 57. Plano de reposición ELECT-MT-AT3-SR-CX-F7

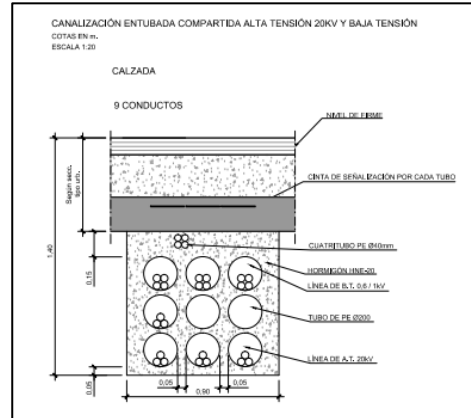


Figura 56. Sección tipo ELECT-MT-AT3-SR-CX-F7

### 3) AP-ALTA-AP3-SR-CX-F7

Como muestra el plano de la Figura 59, tubería arterial de 350 mm se repone de modo definitivo sobre las pantallas y la losa ya ejecutadas desplazándose hacia la c/Castellón, además se repone la acometida de la estación del Norte. El cruce con el túnel peatonal se protege mediante una camisa de hormigón de 600 mm de diámetro, colocándose dos válvulas de corte antes y después del cruce. La sección tipo de la reposición se presenta en el plano de la Figura 58.

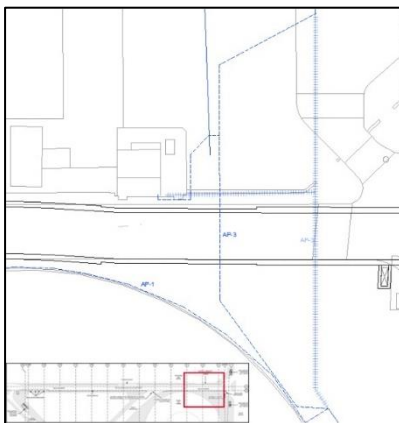


Figura 59. Plano de reposición AP-ALTA-AP3-SR-CX-F7

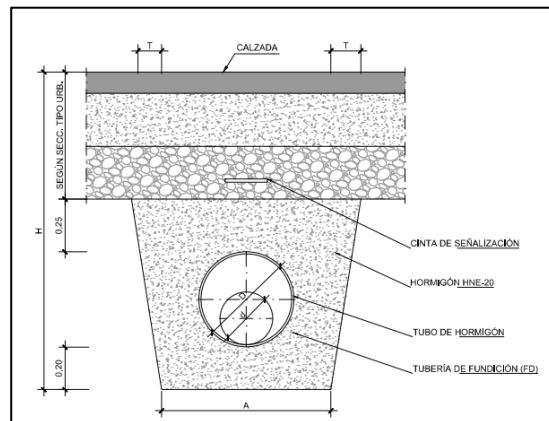


Figura 58. Sección tipo AP-ALTA-AP3-SR-CX-F7

### 4) SAN-ROVELLA-SR-CX-F7

El colector de sección rectangular de hormigón armado de dimensiones interiores 1.00 m de alto y 1.75 m de ancho y pendiente de valor 0.00222 m/m se repone de modo definitivo con las mismas características desplazándose en



dirección de la c/Castellón hacia la zona donde pasará sobre las pantallas y la losa ya ejecutadas. El trazado nuevo y dimensiones de los marcos se puede ver en siguientes planos:

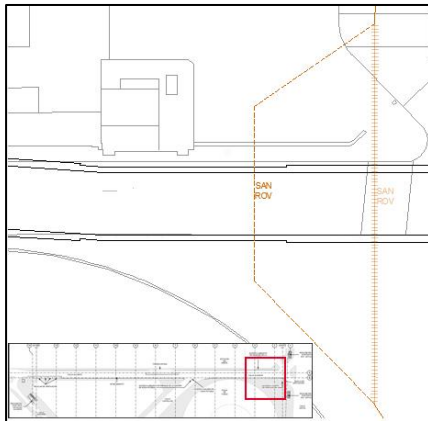


Figura 60. Plano de reposición SAN-ROVELLA-SR-CX-F7



Figura 61. Sección tipo SAN-ROVELLA-SR-CX-F7

## 5) TEF-CORREOS-SR-CX-F7

La reposición definitiva del cruce que realiza dicha canalización se resuelve de mismo modo como los anteriores, desplazándose hacia la c/Castellón, pero aumentando el desplazamiento previsto en el proyecto en un metro para que su trazado seguramente pase por encima de muros-pantalla ejecutados antes de esta fase y además sea ortogonal al túnel peatonal, ya que el trazado del proyecto no es así. La reposición modificada y la sección tipo de la canalización se representan en siguientes planos:

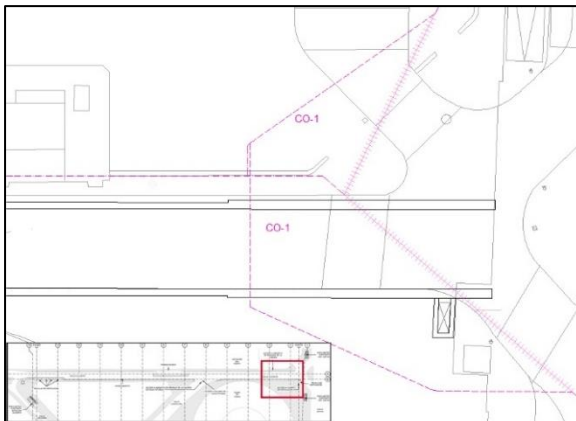


Figura 63. Plano de reposición TEF-CORREOS-SR-CX-F7

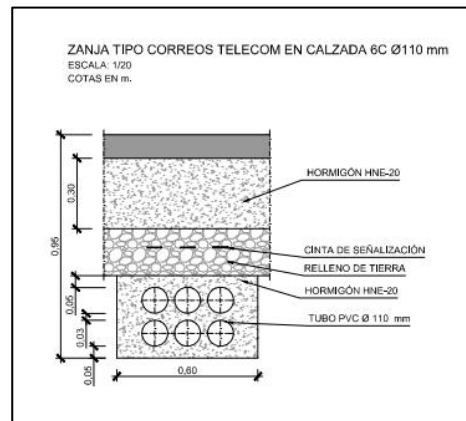


Figura 62. Sección tipo TEF-CORREOS-SR-CX-F7

Si en todo el tramo de la c/Alicante hasta esta zona ya están acabados los trabajos de ejecución de las pantallas y la losa de calle con el relleno posterior, en ese momento también se repone de modo definitivo la canalización de Correos-Telecom que pasa por la acera izquierda de la c/Alicante, si no se cumple esta condición entonces es necesario reconectar el desvío provisional de este tramo a la reposición definitiva del cruce y realizar un empalme adicional, marcada en la Figura 64. Como la segunda opción es más desfavorable, al principio se tendrá en cuenta a ella.

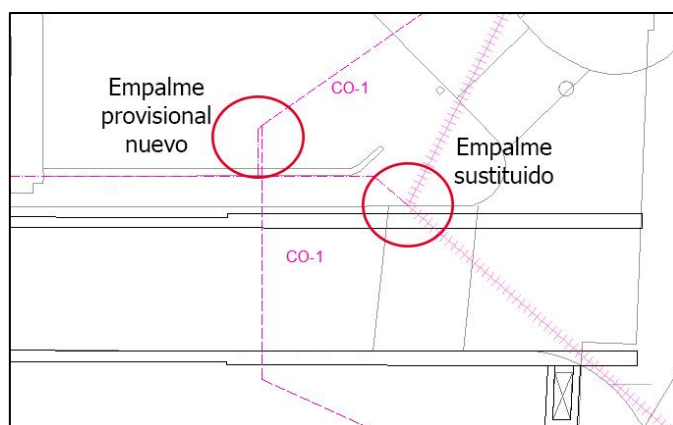


Figura 64. Plano de reposición TEF-CORREOS-SR-CX-F7. Empalme

## 6) TEF-COLT-SR-CX-F7

Se repone de modo definitivo la canalización de COLT que transcurre por la c/Xàtiva con trazado reflejado en el plano de la Figura 66. Asimismo se ejecutan tres arquetas nuevas en los cambios de dirección. Como se ve en la sección tipo de la Figura 65, la canalización está formada por 6 tubos de 110 mm.

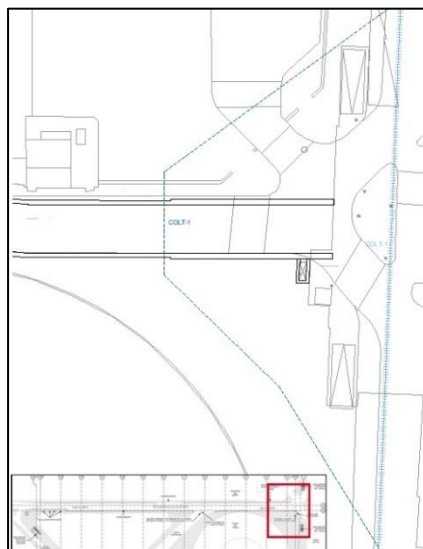


Figura 66. Plano de reposición TEF-COLT-SR-CX-F7

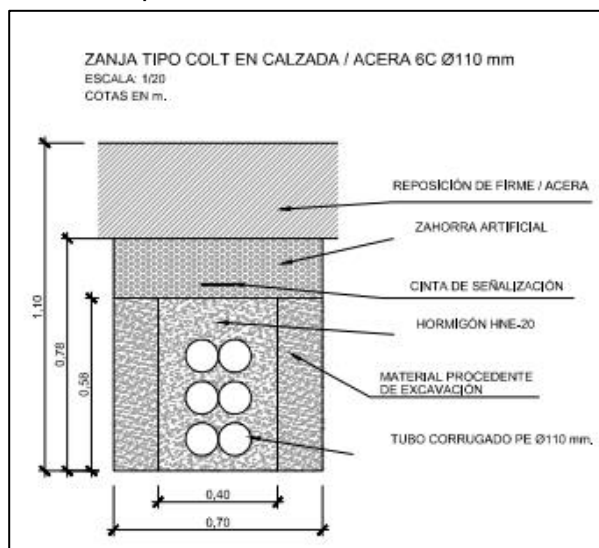


Figura 65. Sección tipo TEF-COLT-SR-CX-F7

Y como en el caso con la canalización de Correos-Telecom, se puede ocurrir que sea necesario realizar un nuevo empalme provisional del desvío de la línea de COLT que pasa por la calle Alicante hecho en las primeras fases. Dicho desvío se puede observar en la siguiente imagen:

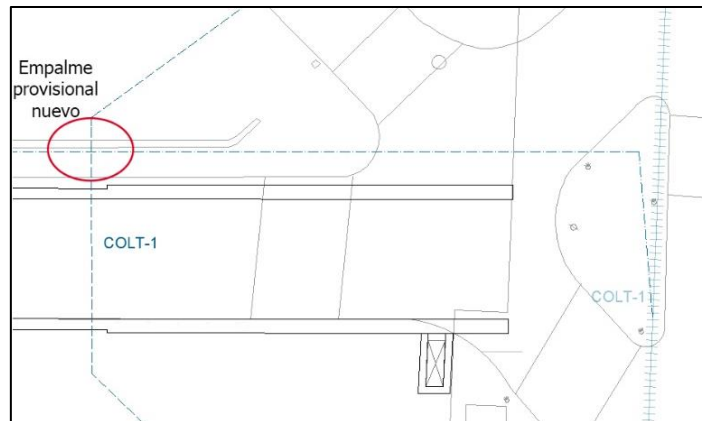


Figura 67. Plano de reposición TEF-COLT-SR-CX-F7. Empalme de desvío

## 7) SAN-RONDA-SR-CX-F7

El colector de primera Ronda de HA de 2000 mm de diámetro se repone de modo definitivo cruzando el túnel mediante un paso especial ejecutado antes sobre la losa de calle con el trazado del plano de la Figura 68. Pendiente, cotas y la sección del colector, indicada en la Figura 69, se quedan las mismas.

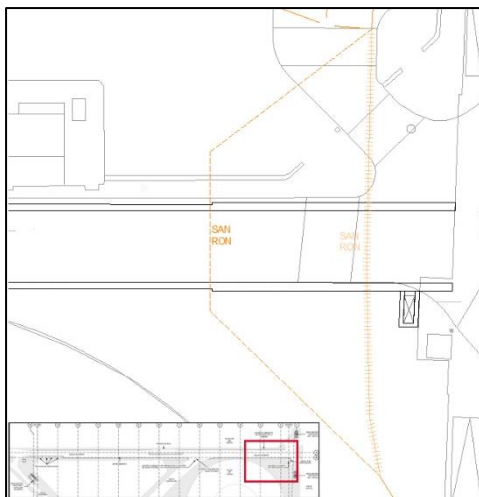


Figura 68. Plano de reposición SAN-RONDA-SR-CX-F7

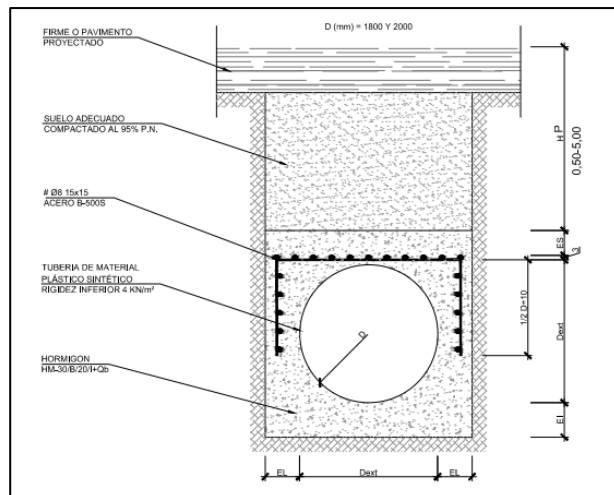


Figura 69. Sección tipo SAN-RONDA-SR-CX-F7

## 8) SEMF-SF2-SA-CX-F7

La red de tráfico será desmontada sin reposición provisional por estar cerrada la c/Alicante durante las obras. Los tramos afectados de la red se presentan en la siguiente figura:



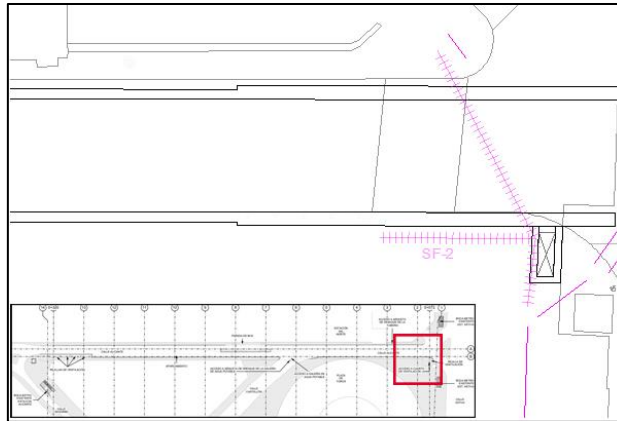


Figura 70. Plano de servicio afectado SEMF-SF2-SA-CX-F7

### 9) AP-BAJA-APB1-SR-CX-F7

Como se ve en el plan de la Figura 71, se realiza la reposición definitiva con desplazamiento hacia la c/Castellón respecto al trazado actual, de misma manera que en los casos anteriores.

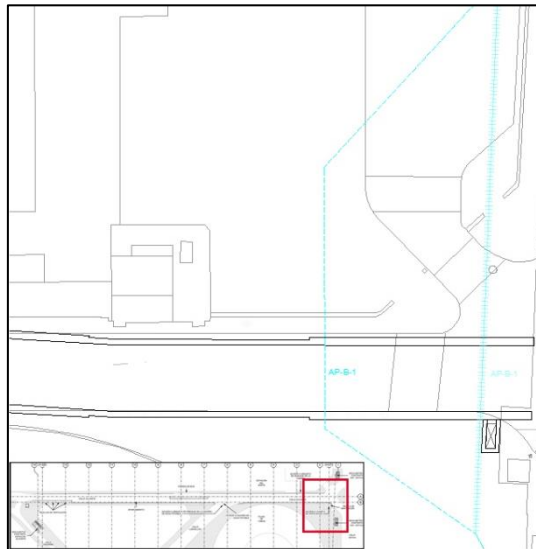


Figura 71. Plano de reposición AP-BAJA-APB1-SR-CX-F7

Cuando los muros-pantalla y la losa superior están ejecutadas en el tramo Castellón-Xàtiva se repone de modo definitivo la canalización de la línea AT-2 repuesta de modo provisional en la fase anterior.

### 10) ELECT-MT-AT2-SR-CX-F7 y ELECT-FO-AT2-SR-CX-F7

Sustituyendo el desvío provisional realizado en la fase 5, se repone la canalización de modo definitivo bajo la acera derecha de la c/Alicante pasando por encima de las pantallas y la losa ejecutada, como indica el plano abajo:

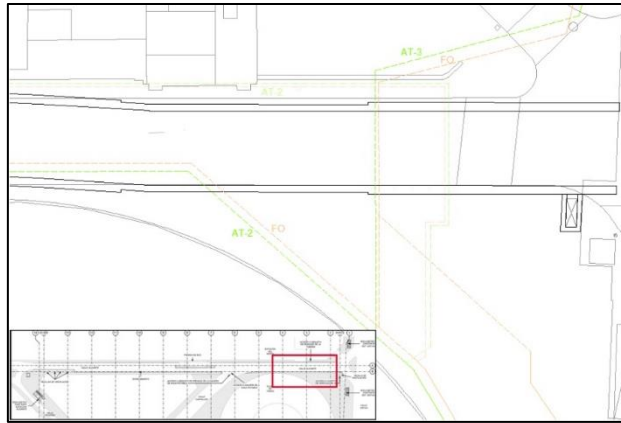


Figura 72. Plano de reposición ELECT-MT-AT2-SR-CX-F7

El último servicio que queda reponer en esta zona es un tubo de gas GS-4, su problemática consiste en lo que la reposición futura pasa por encima del túnel en la zona de afección de esta fase, es decir en la zona de la que se reponen los servicios para posterior ejecución de los muros-pantallas, así se repone solo cuando las pantallas van a ir avanzando hacia la c/Xàtiva tras de reponer servicios anteriores de esta fase.

### 11) GAS-BAJA-GS4-SR-CX-F7

El tubo de gas de baja presión de 315 mm se desplaza hacia la c/Castellón de modo definitivo según el trazado del plano de la Figura 74, el cruce con el túnel se protege mediante una vaina de acero como se ve en la sección tipo de la Figura 73 y se instalan válvulas que permiten el corte de la canalización en determinadas situaciones.

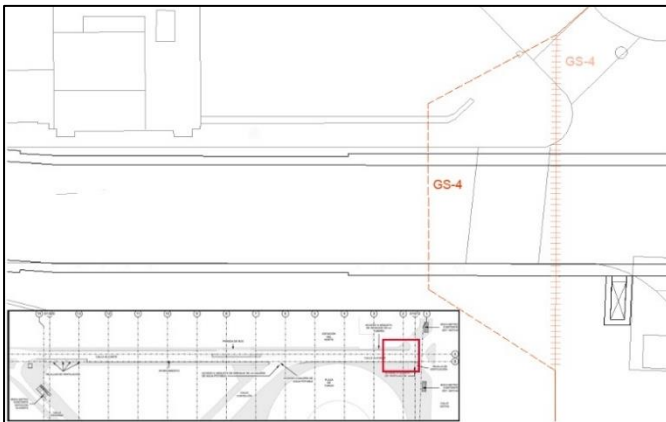


Figura 74. Plano de reposición GAS-BAJA-GS4-SR-CX-F7

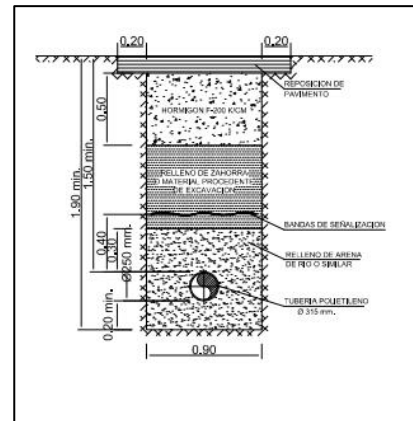


Figura 73. Sección tipo GAS-BAJA-GS4-SR-CX-F7

A partir de ese momento toda la zona de obra queda despejada de los servicios que pueden molestar a la ejecución del túnel peatonal, algunos de los cuales ya han repuesto de manera definitiva. Se acaban los trabajos de ejecución de las pantallas y la losa superior donde en ese momento no han sido terminadas y tras de colocar el relleno sobre la losa se empieza la sustitución de los desvíos provisionales por definitivos, los trabajos de reordenación de la zona de obras, ejecución de firmes y urbanización del territorio sobre todo en el tramo Castellón-Xàtiva para dejarlo abierto para tráfico lo antes posible. Estas reposiciones definitivas que se van a realizar se reúnen en la Fase 8 y 9. Todas las reposiciones realizadas en la Fase 7 se muestran en este plano:

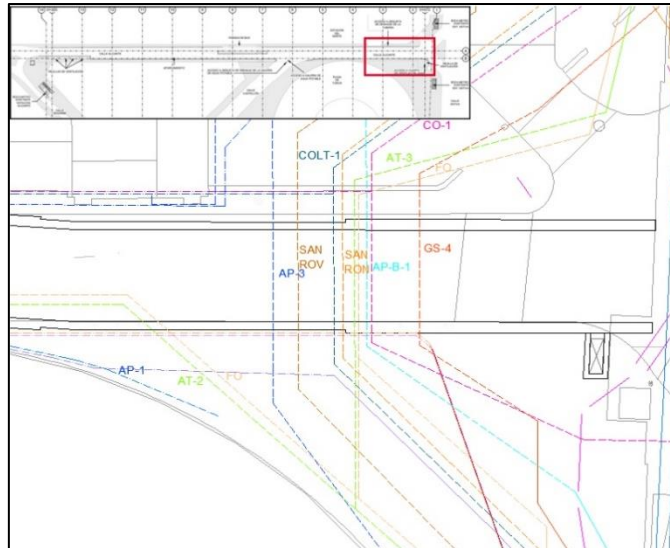


Figura 75. Plano de reposiciones de la Fase 7

## 4.8. Fase 8

Esta fase reúne los servicios que se reordenan tras de ejecutar las pantallas y la losa superior que no han podido reponer en las fases anteriores.

### 1) AP-ALTA-AP2-SR-CX-F8

Se repone la tubería de agua potable de 600 mm hacia dentro de la galería sobre la losa de calle ejecutada antes, como muestran la Figura 76 y la Figura 77. Se prevé instalación de dos válvulas de corte en los extremos de la tubería por el interior de la galería, así como la reposición de una ventosa y la instalación de un desagüe, situados en el extremo de la calle Xàtiva. El desvío provisional de la Fase 5 se desmonta.

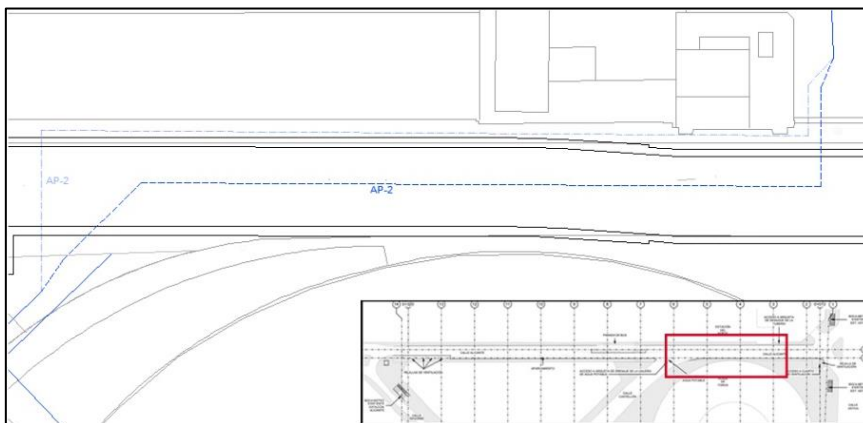


Figura 76. Plano de reposición AP-ALTA-AP2-SR-CX-F8



Se sustituye el desvío provisional por fachada de la tubería de agua potable AP-1 (Fase 3 y 4) por una reposición definitiva de fundición dúctil de 200 mm en la acera derecha de la c/Alicante, guardando todas las acometidas de los edificios. El trazado y sección tipo de la reposición se puede consultar en siguientes planos:

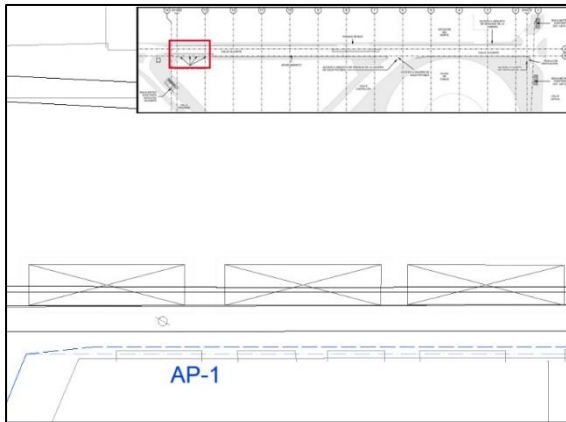


Figura 81. Plano de reposición AP-ALTA-AP1-SR-CX-F8. Zona inicial

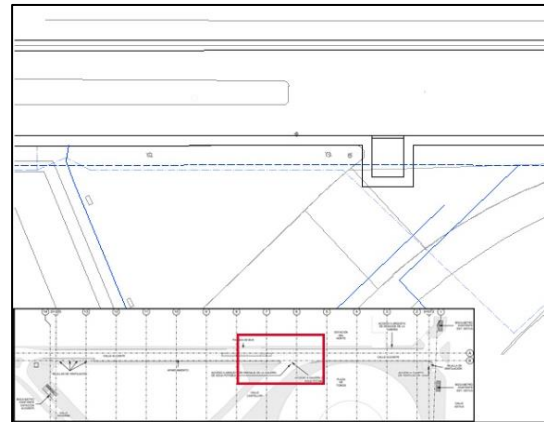


Figura 82. Plano de reposición AP-ALTA-AP1-SR-CX-F8. Zona central

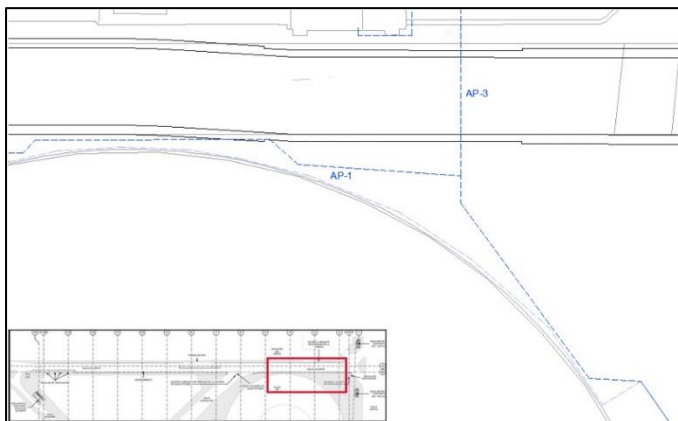


Figura 84. Plano de reposición AP-ALTA-AP1-SR-CX-F8. Zona final

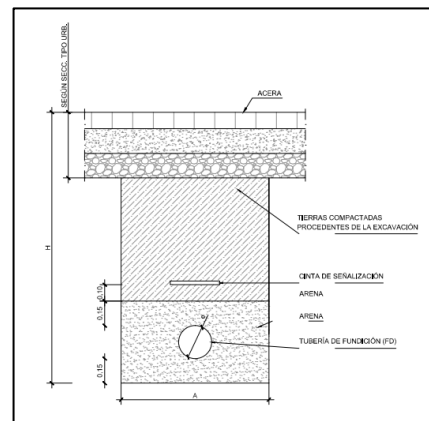


Figura 83. Sección tipo AP-ALTA-AP1-SR-CX-F8

Las reposiciones para líneas de telecomunicación están mal definidas tanto en el proyecto, como en los anejos, como en los planos, en muchas ocasiones la información sobre su trazado reflejada en los diferentes planos es contradictoria. Por ejemplo, en los planos de secciones tipo se indican la canalización de Correos-Telecom como compartida con COLT y la de Telefónica con Jazztel y Orange, al mismo tiempo se indican trazados distintos para ellas (no compartidas) en los planos de planta, en las secciones transversales también se reflejan separados y además no coinciden con los planos en planta. Por estos motivos se va a arreglar la información propuesta por el proyecto adaptando el trazado más adecuado y que cumple todos los requisitos del PPTP.

Como la empresa Orange está absorbida por Jazztel y se consideran como un mismo operador es evidente que sus canalizaciones pueden ser compartidas, con el resto de los operadores no se puede considerar esta posibilidad basándose solo en información de un plano de secciones tipo y que no se encuentra en ningún otro sitio del proyecto.

Respecto al trazado de las canalizaciones de Correos-Telecom y de COLT, ambas de ellas se quedan bajo la acera izquierda de la c/Alicante. El trazado de Correos-Telecom es parecido al trazado inicial de la línea existente, cuando la canalización de

COLT ya no va a cruzar la c/Alicante antes del cruce con c/Xàtiva y va a conectarse a la canalización que transcurre por la c/Xàtiva en la arqueta nueva en el patio de carruajes de la Estación del Norte repuesta en la Fase 7. En todo caso, si los operadores al final permiten compartir sus canalizaciones, se unen lo que facilita los trabajos.

#### 4) TEF-CORREOS-SR-CX-F8

La línea repuesta pasa por la acera izquierda de la c/Alicante a lo largo de la fachada de la Estación del Norte de acuerdo con el plano de las Figuras 82 y 83. Como muestra la sección tipo en la Figura 84, la canalización está formada por 6 tubos corrugados de 110 mm. El desvío provisional realizado en la Fase 1 se desconecta.

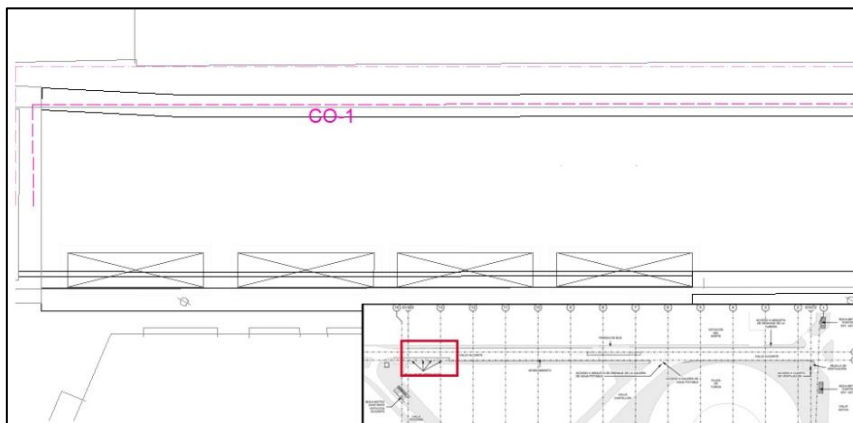


Figura 85. Plano de reposición TEF-CORREOS-SR-CX-F8. Zona inicial



Figura 86. Plano de reposición TEF-CORREOS-SR-CX-F8. Zona final

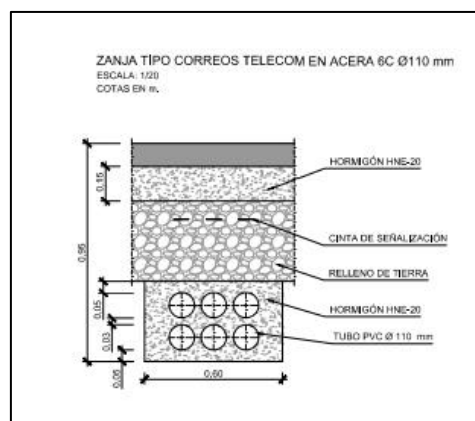


Figura 87. Sección tipo TEF-CORREOS-SR-CX-F8



## 5) TEF-COLT-SR-CX-F8

Como se observa en los planos de las Figuras 89 y 90, esta canalización tiene el mismo trazado como la de Correos-Telecom y está formada por 4 tubos de 110 mm que justifica la sección tipo de la Figura 88. La reposición provisional ejecutada en las Fases 2 y 4 deja de ser necesaria.

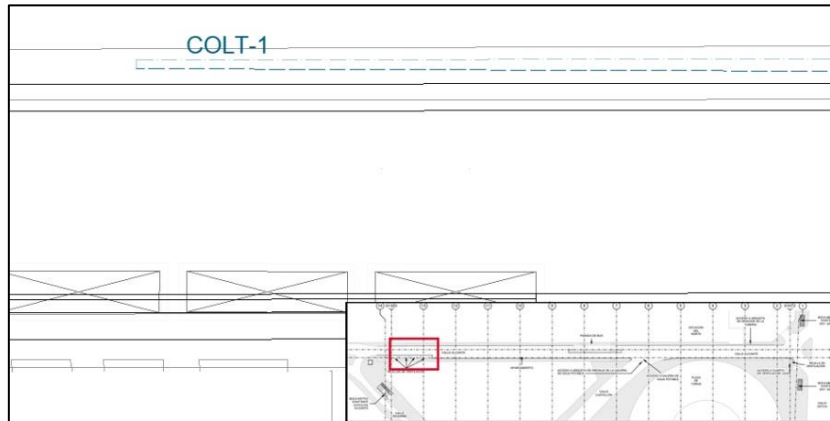


Figura 90. Plano de reposición TEF-COLT-SR-CX-F8. Zona inicial

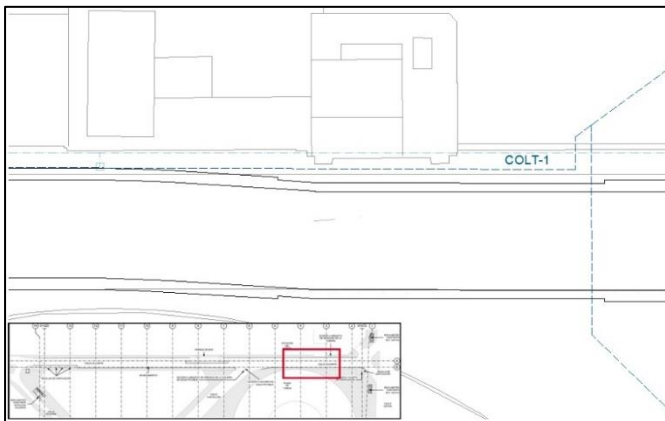


Figura 89. Plano de reposición TEF-COLT-SR-CX-F8. Zona final

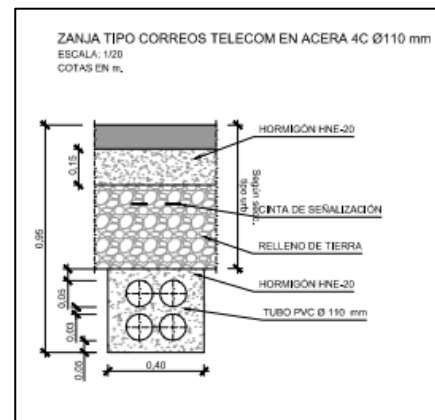


Figura 88. Sección tipo TEF-COLT-SR-CX-F8

Como como está escrito arriba, las canalizaciones de Jazztel y Orange son compartidas, pero no se supone que se pueden compartir con la línea de Telefónica. El trazado transcurre por acera derecha de la c/Alicante conectándose a la reposición definitiva del cruce de la c/Alicante ejecutada en la Fase 1. También se repone tramo enterrado frente del edificio c/Alicante, 7.

## 6) TEF-JAZZTEL-SR-CX-F8

La canalización es un tritubo de 40 mm y pasa por la acera derecha de la calle Alicante. Tras su colocación se retira el desvío provisional realizado en la Fase 5. En los siguientes planos se adjunta la información sobre la canalización repuesta:



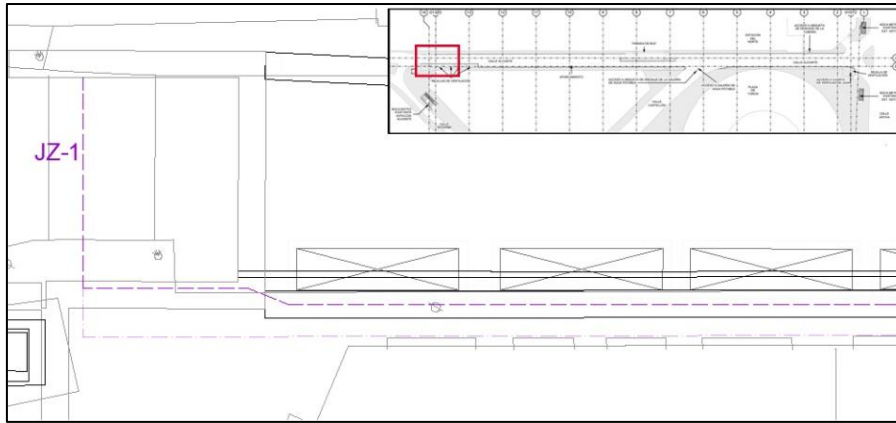


Figura 91. Plano de reposición TEF-JAZZTEL-SR-CX-F8. Zona inicial

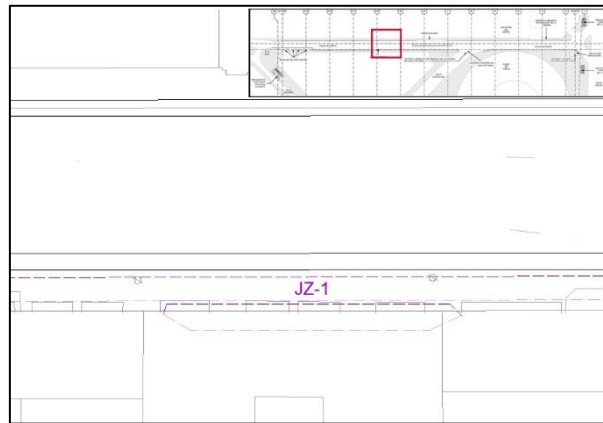


Figura 92. Plano de reposición TEF-JAZZTEL-SR-CX-F8. Zona central

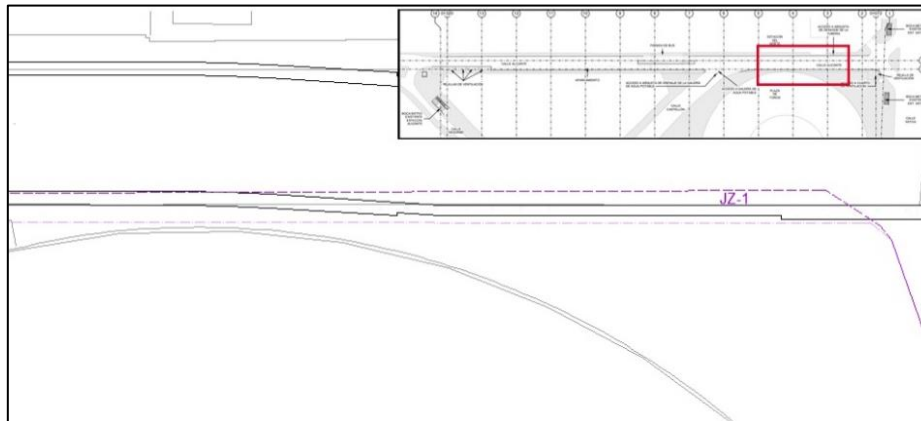


Figura 93. Plano de reposición TEF-JAZZTEL-SR-CX-F8. Zona final

ZANJA TIPO JAZZTEL EN CALZADA / ACERA 1 TRITUBO Ø40 mm  
 ESCALA: 1/20  
 Cotas en m.

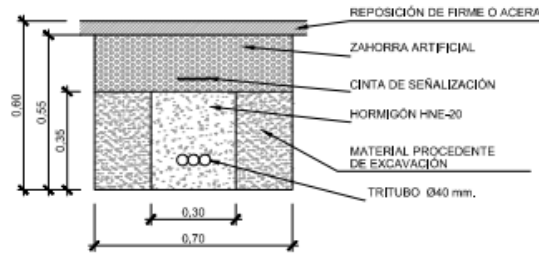


Figura 94. Sección tipo TEF-JAZZTEL-SR-CX-F8

## 7) TEF-ORANGE-SR-CX-F8

Como muestra la Figura 95, la reposición es una canalización compartida con la de Jazztel con el mismo trazado y tipología. Se retira el desvío provisional de la Fase 5.



Figura 95. Plano de reposición TEF-JAZZTEL-SR-CX-F8

Para la línea de Telefónica la reposición explicada en el anejo sobre los servicios afectados y reflejado en los planos de sección transversal, uno de los cuales se puede consultar en la Figura 96, pasa bajo el colector de saneamiento, lo que no es adecuado por mantenimiento futuro complicado, por esta razón se adopta el trazado parecido al que estaba en el momento de inicio de la obra.

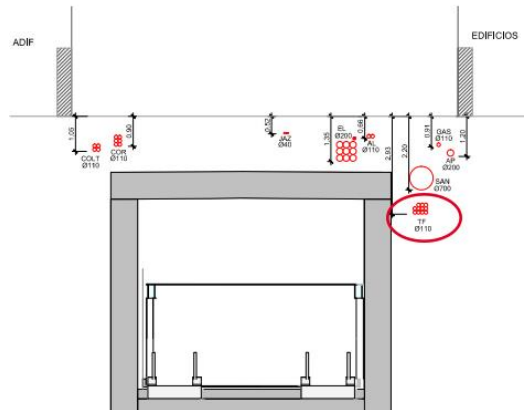


Figura 96. Posición de la línea de telecomunicación prevista en el proyecto

## 8) TEF-TLF-SR-CX-F8

En el tramo Castellón-Xàtiva la canalización repuesta de 12 tubos de 110 mm tiene el trazado paralelo y cercano a la canalización de Jazztel y Orange, hasta conectarse a la Cámara de registro repuesta en la Fase 6, después, la canalización también repuesta en esa Fase de 4 tubos de 63 mm sigue el mismo trazado por la acera derecha hasta cruzar la c/Alicante a otro lado de la calle tras de una arqueta y la conexión a la Estación del Norte transcurre bajo la acera izquierda o carril bici, si es necesario separarlo de otros servicios, hasta conectarse con la canalización existente no afectada por las obras. De mismo modo, se repone el tramo enterrado del edificio c/Alicante, 7. Los desvíos provisionales de las Fases 2 y 4 se desconectan. El trazado y la sección tipo de la reposición se representan en siguientes planos:

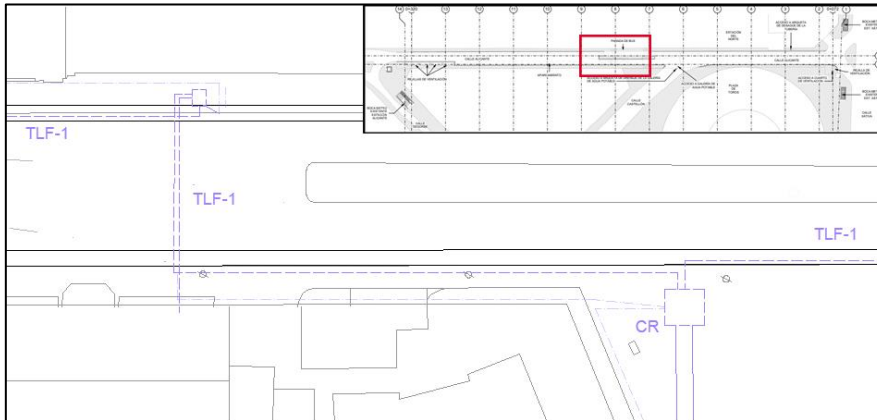


Figura 97. Plano de reposición TEF-TLF-SR-CX-F8

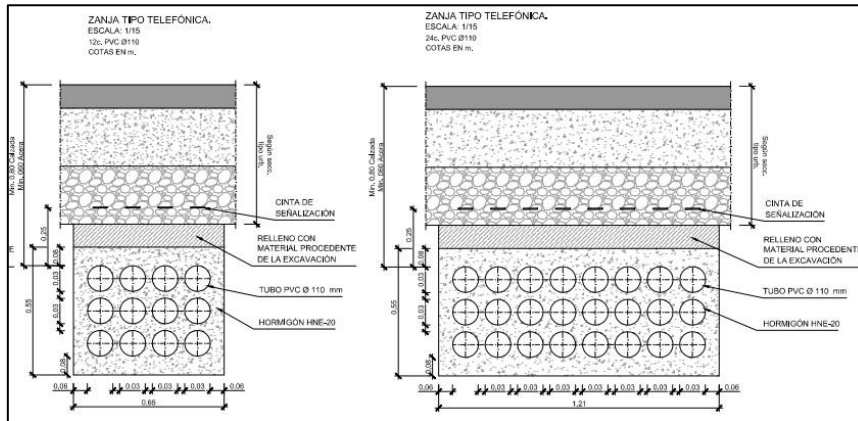


Figura 98. Sección tipo TEF-TLF-SR-CX-F8

## 9) ALUMB-AL3-SR-CX-F8 y ALUMB-AL4-SR-CX-F8

Se instala el alumbrado público y se tiende el cableado correspondiente, según el trazado indicado en el plano de la Figura 99.

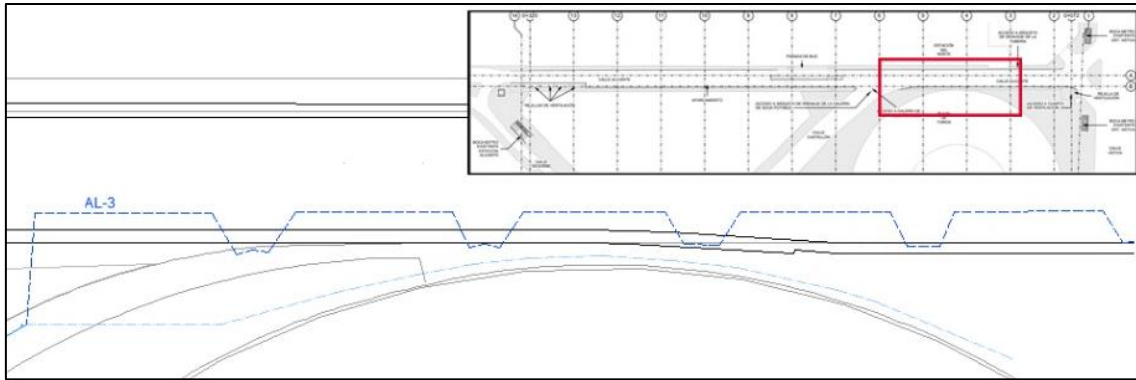


Figura 99. Plano de reposición ALUMB-AL3-SR-CX-F8

A partir de este momento tras realizar los trabajos de urbanización, colocación del firme y desmontaje de la planta de lodos, el tramo Castellón-Xàtiva y la c/Castellón se pueden abrir para el tráfico.

## 4.9. Fase 9

En el tramo Segorbe-Castellón quedan algunos servicios para reponer en la acera derecha, su reposición puede ser dificultada por la existencia de la rampa para acceso al túnel y excavación en mina, no obstante, se reponen después de terminar los trabajos en esta zona y se reúnen en dicha fase. Los servicios mencionados tienen trazado paralelo a las fachadas de los edificios y son: alumbrado de la c/Alicante AL-1, línea eléctrica de baja tensión con sus acometidas BT-1, conexión del colector SAN1 al colector que sale de la Estación del Norte sustituyendo el colector provisional, conexión de los imbornales repuestos al colector SAN1, y tubería de gas GS-1. Con estos servicios se define la Fase final o Fase 9, su zona de actuación se puede observar abajo:

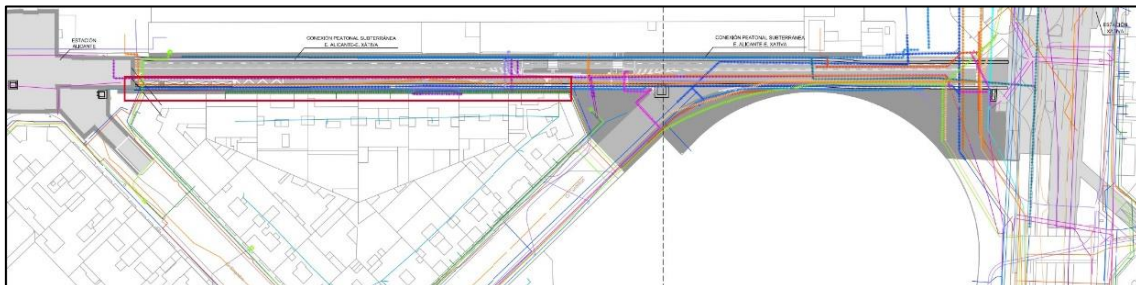


Figura 100. Zona de actuación de la Fase 9

### 1) GAS-BAJA-GS1-SR-CX-F9

La tubería de gas afectada, apeada antes durante la Fase 3, se sustituye por una tubería de la misma tipología con trazado paralelo al de la tubería existente, como indica el plano de la Figura 101. Las acometidas se conectan a la nueva tubería, realizando los cortes de suministro lo más breves posibles.

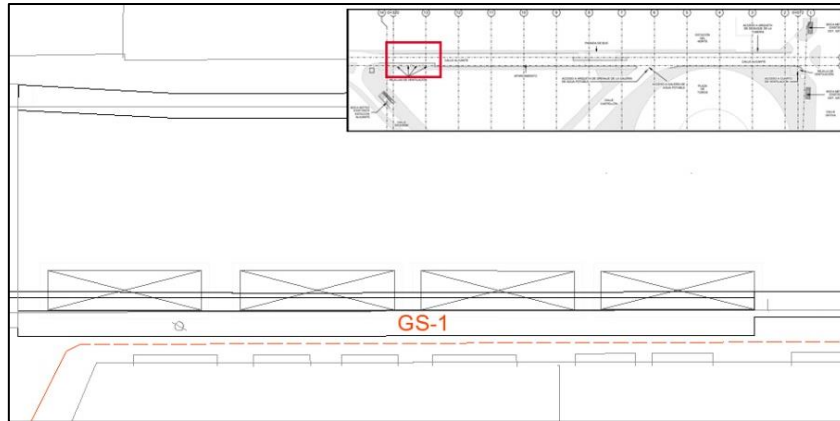


Figura 101. Plano de reposición GAS-BAJA-GS1-SR-CX-F9

## 2) ELECT-BT-BT1-SR-CX-F9

El proyecto define que línea dada pasa por la canalización compartida con otra línea de media tensión que en realidad no existe y no está reflejada en los planos. Por esta razón, se propone que la canalización nueva sea de un cuatritubo de 40 mm de diámetro y tenga un trazado paralelo a fachada de los edificios como está reflejado en el plano de la Figura 102. Se reconectan todas las acometidas existentes.

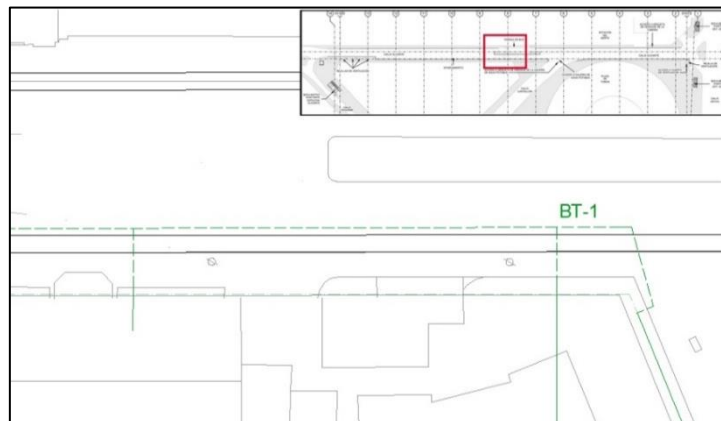


Figura 102. Plano de reposición ELECT-BT-BT1-SR-CX-F9

## 3) SAN-SAN1-SR-CX-F9

El desvío del colector que proviene de la Estación del Norte cruzando la calle Alicante, conectado en la primera fase se sustituye por una reposición definitiva que pasa por un pasatubo especialmente ejecutado sobre la losa superior. Asimismo, se instalan los imbornales en el tramo Segorbe-Castellón y se colocan los tubos para su conexión al nuevo colector. Su trazado se observa en siguiente plano:

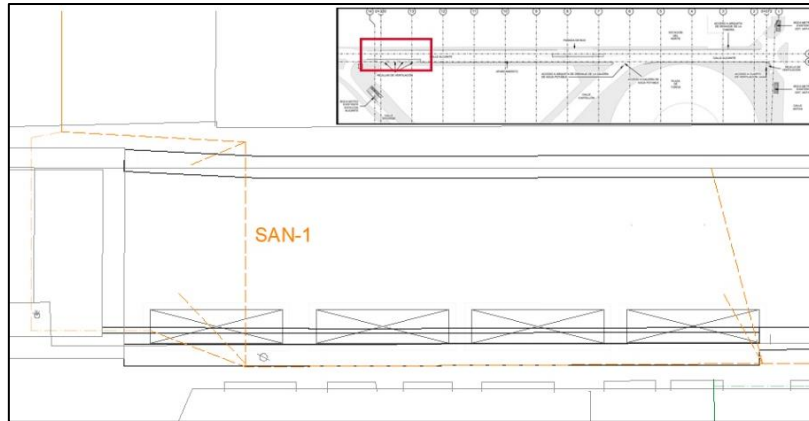


Figura 103. Plano de reposición SAN-SAN1-SR-CX-F9

#### 4) ALUMB-AL1-SR-CX-F9

Se regresa el alumbrado público, como muestra la Figura 104, a la acera derecha de la calle Alicante como el existente antes de la obra y se tienden los cables necesarios para su funcionamiento. El alumbrado provisional instalado en la fachada se retira.

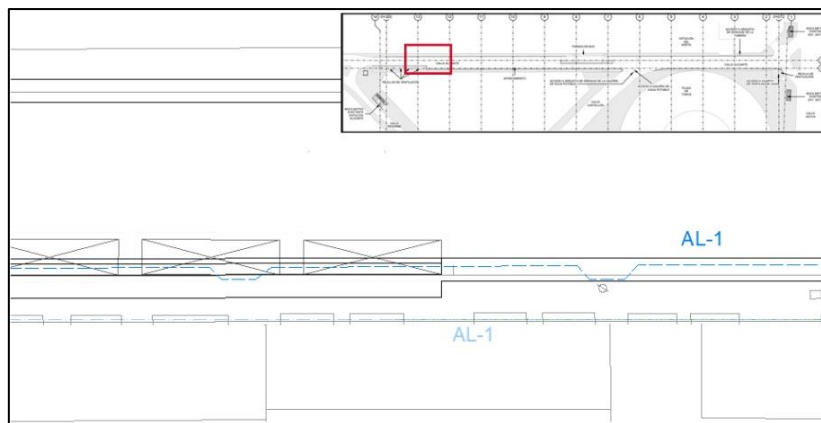


Figura 104. Plano de reposición ALUMB-AL1-SR-CX-F9

Al enumerar todos los servicios afectados por la obra se nota la complejidad que supone para su ejecución, cuantas restricciones crean y que gran impacto pueden tener sobre la programación que se va a realizar más adelante. Por lo tanto, ha sido muy importante analizarlos detenidamente y definir sus particularidades o introducir alguna modificación si es necesario.



## 5. Programación de la obra

Este apartado pretende alcanzar uno de los principales objetivos del trabajo: elaborar un programa de obra completa y realista. Para este fin se va a utilizar los resultados obtenidos en los dos apartados anteriores, poniendo las actividades definidas en orden de acuerdo con las fases de reposición de servicios y precedencias establecidas. De esta manera, es importante responder a las preguntas: ¿Qué?, ¿Dónde? Y ¿Cuándo?; determinando que actividad, en que zona de la obra y cuando va a ser realizada y así se obtiene la programación buscada.

La programación se base en el proyecto inicial, sin tener en cuenta las modificaciones introducidas por la empresa constructora. No obstante, las modificaciones de los desvíos y reposiciones de servicios adaptados en el apartado 4 se tienen en cuenta puesto que la ejecución de obra sin ellas se considera imposible o supone aumento relevante de plazos.

Como herramienta principal se utiliza Microsoft Project que permite elaborar una programación vinculada a un calendario y plazo, representado el resultado principalmente mediante un diagrama de Gantt.

Las actividades están estructuradas de mismo modo como se definen anteriormente, por las etapas, pero además se asignan a una fase y un tramo de la obra. Las fases se definen en el apartado 3 de dicho trabajo, no obstante, en adición, debido al carácter lineal de la obra, la mayor parte de actividades se divide por tramos, así es más fácil ordenar todo de manera sencilla y más representativa. Los tramos, también se van a llamar Módulos, tienen una longitud alrededor de 20 metros, se elige este valor ya que se tarda justo 1 día en ejecutar muretes-guía en un tramo de esta longitud y las losas tienen que disponer una junta de dilatación cada 20 metros, así se van a coincidir con las juntas del proceso constructivo. Como los muros-pantalla están formados por bataches de 2.5 m de ancho, un módulo tiene 8 bataches a cada lado. Además, tratamiento del terreno en la mayoría de los casos se tarda un día en ser ejecutado a cada lado de un módulo con el rendimiento estimado y densidad de inyecciones de compensación indicada. El túnel se divide en 13 módulos, como muestra la siguiente figura:

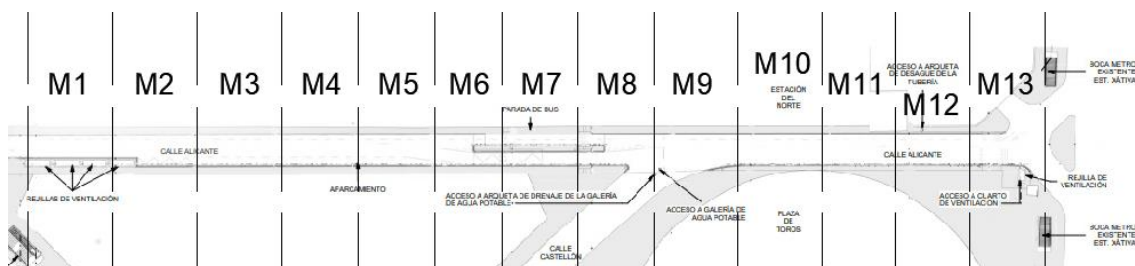


Figura 105. Módulos del túnel peatonal

Asimismo, como dice el apartado 4, los servicios se reponen en una acera y después en otra, por lo tanto, las actividades de tratamiento del terreno, ejecución de muretes-guía y de los muros-pantalla están estructuradas mediante un tramo y el lado de la calle Alicante en el que se realizan. Se considera que la dirección del túnel es desde la estación Alicante hacia la estación Xàtiva, así que el lado izquierdo es el de la Estación del Norte y el lado derecho es el de la Plaza de Toros.

Es evidente que el principal criterio de la programación es el plazo de ejecución más corto posible, pero al mismo tiempo existen varios criterios distintos, justificados por coordinación con otros organismos o por razones económicos. Entre estos criterios se puede encontrar: el requisito de la administración que el tramo de la calle Alicante



entre las calles Castellón y Xàtiva permanezca cerrado para el tráfico el tiempo más corto posible y la necesidad de que algunas actividades se realicen de modo continuo o con un número mínimo de paradas debido a coste elevado de la maquinaria empleada.

El requisito de la administración ya se tiene en cuenta a la hora de ordenar la reposición de servicios, por esta razón todos los trabajos se empiezan en el tramo Segorbe-Xàtiva y se terminan también en ello, intentando realizar todas las actividades posibles de realizar sin cortar el tramo Castellón-Xàtiva y una vez que está cerrado concentrar todos los trabajos en él.

Una de las principales actividades de la obra es ejecución de los muros-pantalla. Durante esta actividad se utiliza el equipo consistente de una planta de lodos y una grúa dotada con cuchara bivalva, dicha maquinaria tiene un coste elevado de alquiler, que según comentarios del jefe de la obra es igual a alrededor de 3000 €/día, por lo tanto, no se puede permitir que esté parada y la ejecución de pantallas tiene que realizarse de modo continuo aprovechando todas las jornadas. Otras dos actividades que se realizan con un equipo específico y costoso son el tratamiento del terreno mediante inyecciones de compensación y ejecución del tapón de fondo mediante Jet-Grouting, se pretende minimizar el número de paradas durante la ejecución de dichas actividades. Además, se supone que solo se va a disponer de un equipo para cada una de estas actividades y no se pueden realizarse en paralelo en varios puntos de la obra.

El resto de las actividades de la obra son principalmente relacionados con movimiento del terreno o ejecución de elementos de hormigón armado y por lo tanto no requieren equipos específicos y se permiten paradas durante su realización. En general, se considera que actividades de mismo tipo se realizan una tras una, sin embargo, en algunos casos se permite realización de dos o varias actividades del mismo tipo al mismo tiempo en distintos puntos de la obra, suponiendo que se dispone equipos y maquinaria suficientes si es justificado.

Para la programación, como la obra se ubica en Valencia, se usa el calendario laboral de Valencia que tiene en cuenta los días festivos no laborales correspondientes y una jornada normal de 8 horas, tampoco se trabaja los fines de semana.

Como la fecha de inicio de la obra está elegida 1 de septiembre de 2023, aunque la obra real ya está en marcha varios meses en ese día. A continuación, se enumeran las fases o etapas de la obra con explicaciones, diagramas y planos correspondientes.

Dicho apartado está organizado de tal manera que se enumeran las fases de ejecución de la obra en orden cronológico. Para cada una de ellas: se indican las fechas de su inicio y fin, que actividades y donde se realizan, se explican los aspectos importantes que tiene, se justifica la duración establecida para ciertas actividades y se adjunta un diagrama de Gantt. Si una fase contiene muchas actividades el diagrama se representa en varias fagiras.

## 5.1. Implantación de la obra

01.09.2023-19.09.2023

Se tarda 2 semanas para implantar la obra en el tramo Segorbe-Castellón, la actividad más larga y laborosa de esta fase es demoliciones y desmontaje que, a partir del rendimiento estimado y sabiendo que área aproximada del tramo es 1350 m<sup>2</sup>, se puede realizar en 5 jornadas. A parte de este tramo se cierra el carril bici a lo largo de todo el túnel futuro, entre la calle Segorbe y la calle Xàtiva.

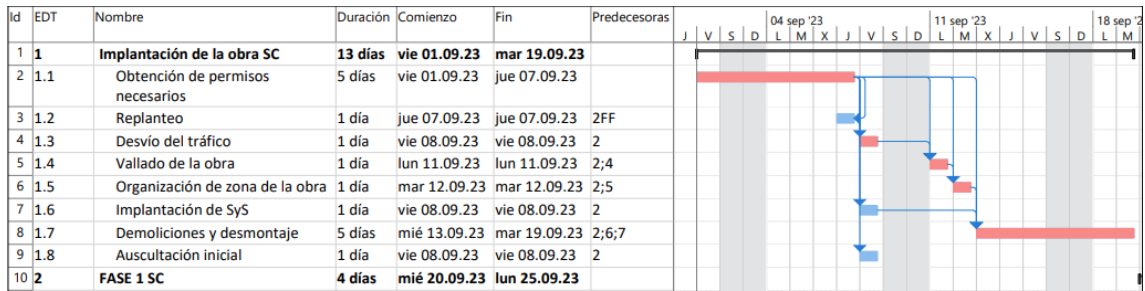


Diagrama 2. Implantación de la obra SC

## 5.2. Fase 1

20.09.23-25.09.23

Después de la implantación de obra se empieza la Fase 1 con desvíos de los servicios en la zona del cruce con la c/Segorbe. Se considera que los desvíos se realizan y se conectan a los servicios existentes en un día, independientemente de lo que si lo ejecutan los técnicos de las empresas-proveedores o el propio personal de la obra. El plazo de reposición definitiva de un servicio depende de su tipología y longitud de tramo a reponer, en este caso los tramos son bastante cortos y se pueden reponer en 1-3 días. En la programación se supone que en la obra dispone equipos suficientes para realizar la reposición de dos servicios distintos al mismo tiempo.

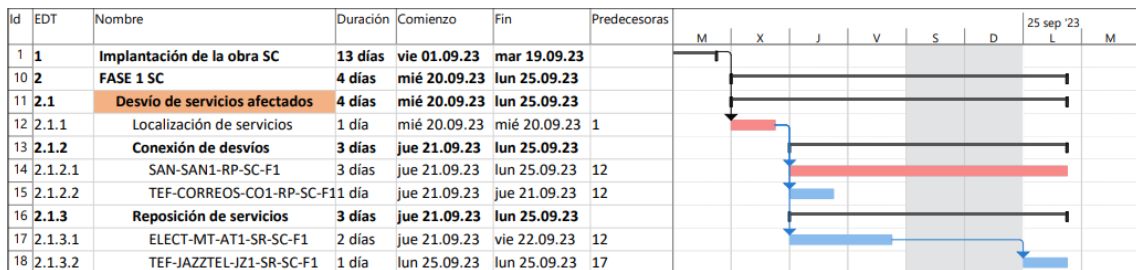


Diagrama 3. Fase 1 SC

## 5.3. Fase 2

21.09.23-22.09.23

En segunda fase también solo realizan los trabajos de desvío de servicios, se desvían líneas en la acera izquierda de la c/Alicante. La fase es muy rápida y se realiza en paralelo con la Fase 1.



Diagrama 4. Fase 2 SC

## 5.4. Fase 3

22.09.23-10.11.23

A partir de esta fase se empiezan las actividades constructivas, mientras que se desvían los servicios en la acera derecha, se hace el tratamiento del terreno y la ejecución de muretes-guía en la acera izquierda preparada para esto en la fase anterior. La actividad más larga resulta la reposición del colector de saneamiento, su duración se estima en un mes.

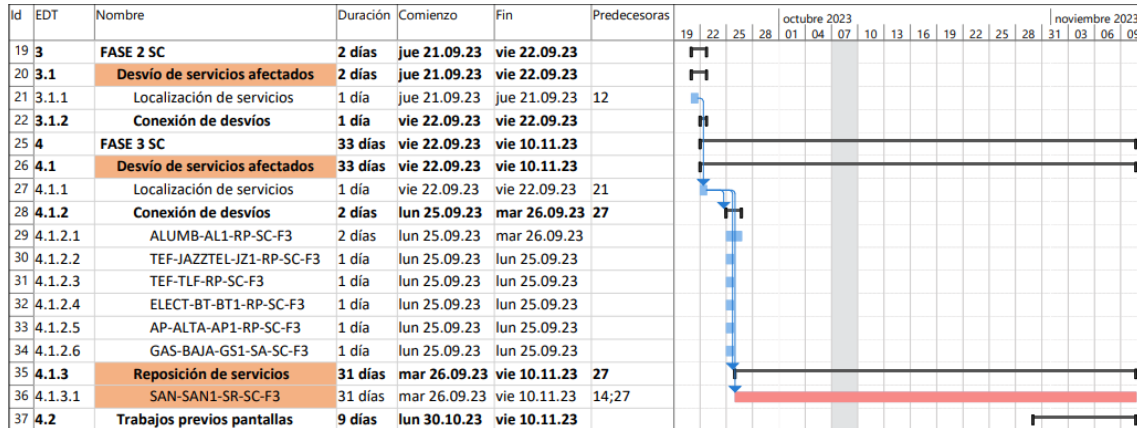


Diagrama 5. Fase 3 SC: Desvío de servicios

Durante el mes ocupado por la reposición del colector se trata el terreno en 8 primeros módulos. Las barras en el diagrama tienen color rojo por ser una actividad de la ruta crítica. Y aunque es una actividad de la ruta crítica se empieza con un retraso de 2 días respecto a la fecha del inicio más pronta posible para minimizar el número de paradas del equipo de tratamiento de terreno.

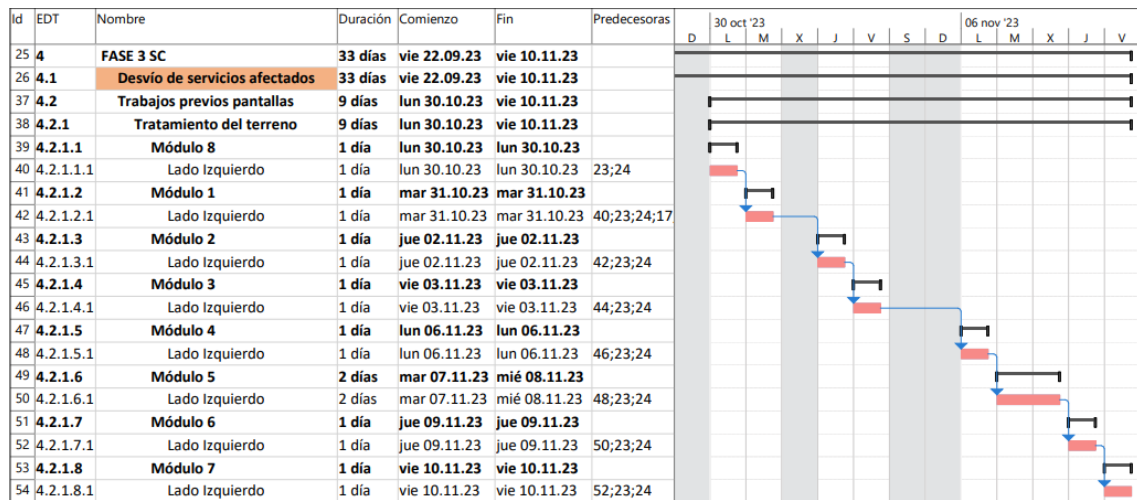


Diagrama 6. Fase 3 SC: Tratamiento del terreno

Como el tratamiento del terreno tanto la ejecución de muretes-guía se empieza del módulo 8 y ya después en orden desde el primero, se hace así debido a importancia de dicho módulo para desvío de servicios en la Fase 4.







Un detalle importante es que el módulo 8 incluye una pantalla transversal y como se sabe es necesaria su ejecución antes de ejecución de los muros laterales. Entonces para aprovechar de modo eficiente el tiempo disponible, se empieza la ejecución del muro-pantalla del lado izquierdo hasta su intersección con la pantalla transversal, que son 6 bataches, después, como el resto de los muretes-guía del módulo aún no estarán ejecutados, se procede a ejecución de las pantallas de un lado del módulo 4, que no tienen un muro transversal, acabándolas justo cuando los muretes del módulo 8 estén listos, tras ello el módulo 8 podrá ser terminado incluyendo dos bataches del lado izquierdo que no se podían ejecutar antes.

De la misma manera como en el caso del tratamiento del terreno, se retrasa el inicio de esta actividad un día para que la ejecución de los muros-pantalla sea continua durante toda la obra.

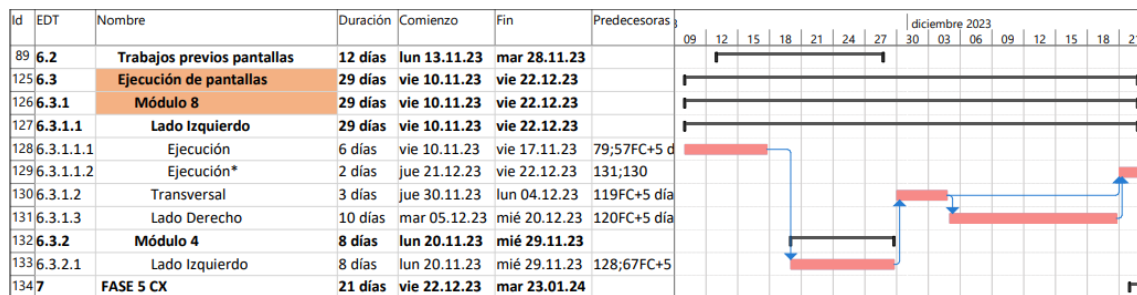


Diagrama 12. Fase 4 CX: Pantallas

## 5.7. Fase 5

22.12.23-23.01.24

En esta fase se desvía la tubería de agua potable AP-2 y se repone la acometida de gas de la Estación del Norte GS-2 que no permite realizar los trabajos en el tramo Castellón-Xàtiva. Se supone que esta actividad puede ser terminada en 20 jornadas. Al mismo tiempo se ejecutan los muros-pantalla del módulo 1 y los muretes-guía a lo largo de la Plaza de Toros con tratamiento del terreno previo. Cabe destacar, que el tramo a lo largo de la Plaza de Toros requiere un tratamiento del terreno muy importante y por esta razón, el rendimiento de esta actividad en él es mucho más bajo.

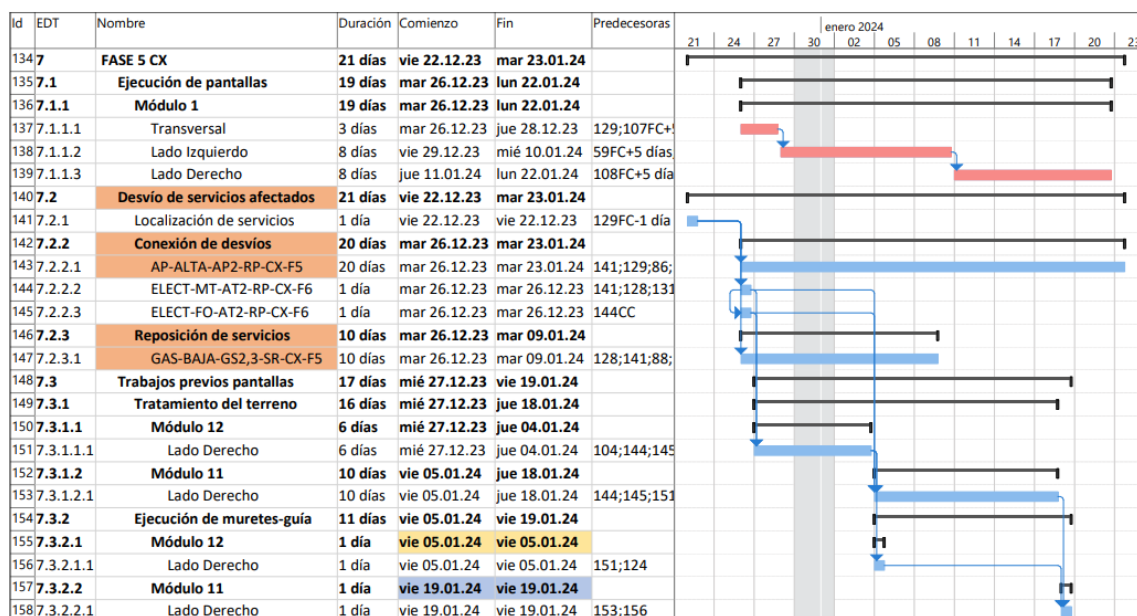


Diagrama 13. Fase 5 CX

## 5.8. Fase 6

19.01.24-14.06.23

Es importante en esta fase preparar todo para reposición definitiva de la multitud de servicios paralelos a la calle Xàtiva que cruzan el trazado del túnel antes de su conexión con la estación Xàtiva. En concreto, hay que terminar totalmente el módulo 12, incluso no solo la ejecución de pantallas sino de la losa superior, la galería de agua potable que está sobre ella y relleno posterior, y como son actividades largas que se realizan una tras otra, la duración de dicha Fase es mucho mayor que de las anteriores.

Solapando con la fase 5, la fase 6 se empieza con un tratamiento del terreno en el módulo 9 y cuando los servicios AP-2 y GS-2 estén repuestos, se empieza la preparación del módulo 12. Al final se terminan todos los trabajos de tratamiento del terreno que estén pendientes de ejecutar en este momento. En el lado izquierdo del módulo 11 se ubica la torre de la Estación del Norte, por lo tanto, se requieren muchos taladros en esa zona que se pueden realizar en unas 7 jornadas.

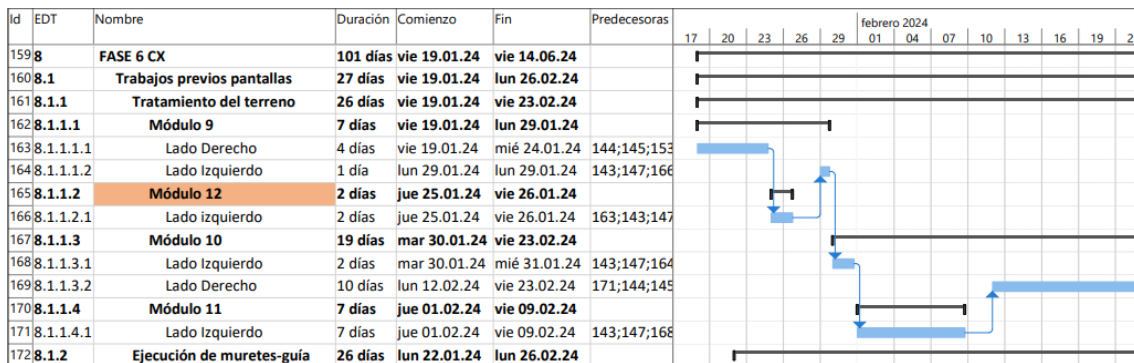


Diagrama 14. Fase 6 CX: Tratamiento del terreno

Después de tratamiento del terreno se ejecutan los muretes-guía. El orden en que se ejecutan está hecho de modo que existe el mínimo número de paradas, pero como el tratamiento requerido se realiza lentamente, no se puede evitarlas.

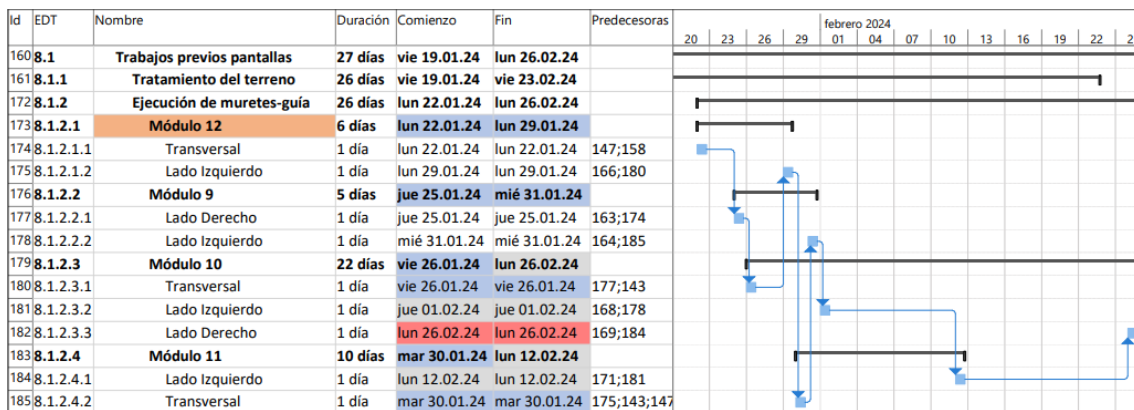


Diagrama 15. Fase 6 CX: Muretes-guía

En ejecución de los muros-pantalla del módulo 12, que tiene una longitud reducida y consiste en 6 batches a cada lado, se aplica el mismo método como con el módulo 8 en la fase anterior, ejecutando el lado izquierdo en dos etapas. El orden de su ejecución pretende evitar que el equipo de pantalladora esté parado.



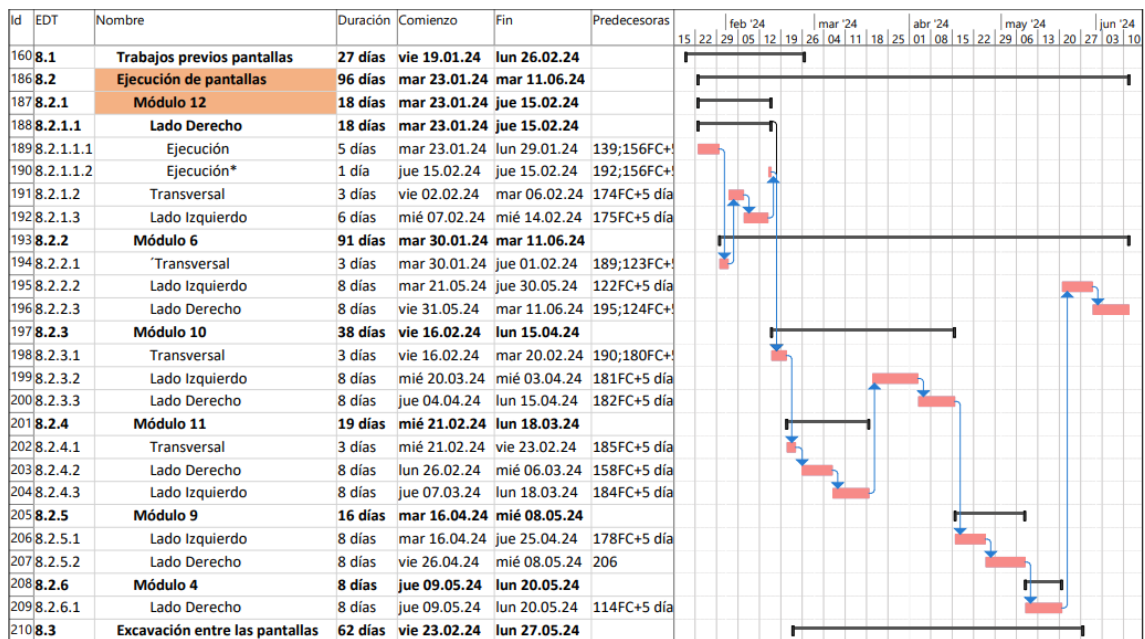


Diagrama 16. Fase 6 CX: Pantallas

Después de ejecutar las pantallas en un módulo se procede a excavación entre ellos con una entibación y posteriormente desde el fondo del recinto excavado se ejecuta el tapón de fondo con un equipo de Jet-Grouting que entra en la obra en esta fase. El equipo de Jet-Grouting puede empezar a trabajar antes, pero para conseguir que funcione de modo más continuo posible, se retrasa el inicio de su trabajo hasta la fecha reflejada en el programa, dicho retraso no afecta al plazo total de la obra al no ser una actividad crítica.

El tiempo necesario para la excavación se estima a partir del rendimiento estimado y el volumen del recinto a excavar de cada módulo, que en esta fase se oscila alrededor de 500 m<sup>3</sup>. Según el proyecto en cada módulo es necesario ejecutar unas 100 columnas del terreno tratado para formar el tapón de fondo, así la duración de esta actividad se estima a 13 días para cada módulo.

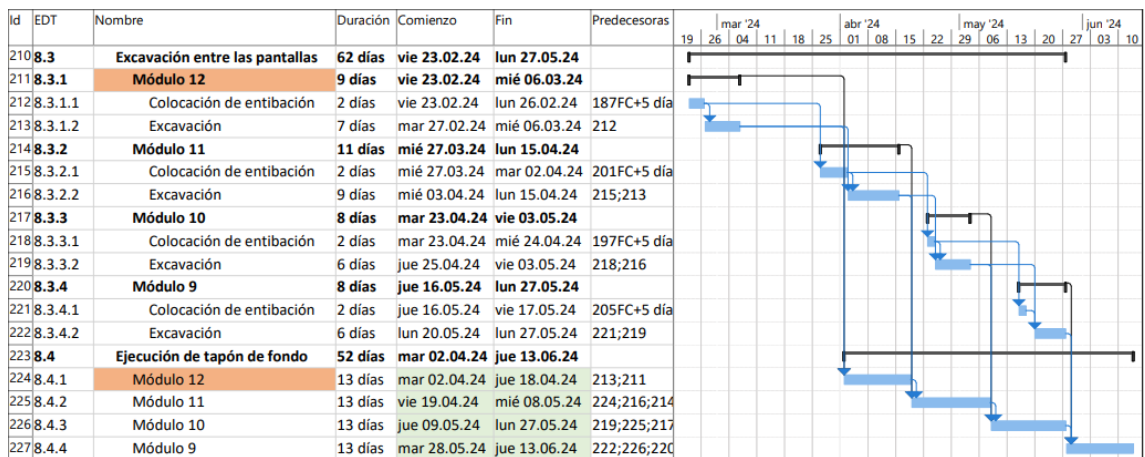


Diagrama 17. Fase 6 CX: Excavación entre las pantallas

Ya que por los módulos 12, 11, 10 y 9 pasa la galería de agua potable y la losa de calle resulta rebajada, se requiere excavación en dos etapas colocando estampidores tras ejecutar el tapón de fondo, que permitirán continuar la excavación hasta la cota establecida. El rendimiento de excavación se considera igual como para la excavación anterior, volumen a excavar es 220-300 m<sup>3</sup>.

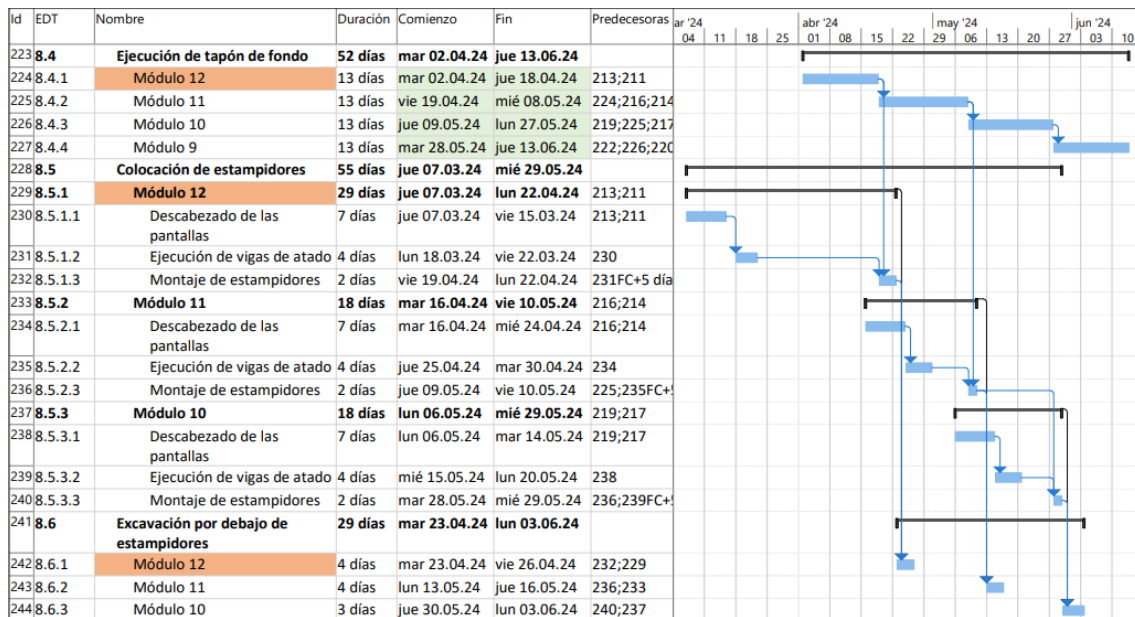


Diagrama 18. Fase 6 CX: Tapón de fondo y estampidores

Quando el recinto entre las pantallas está excavado hasta la cota de la losa de calle se procede a su ejecución, que también se realiza por módulos dejando juntas de dilatación entre ellos, según el proyecto son necesarios en cada 20 m de la losa.

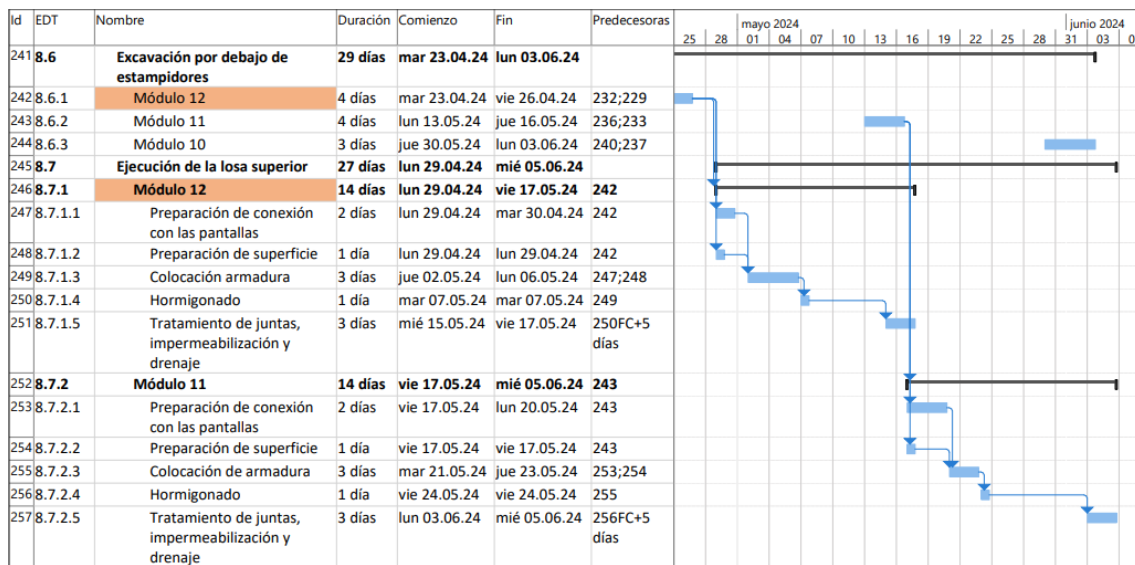


Diagrama 19. Fase 6 CX: Losa superior

Sobre la losa superior del módulo 12 se ejecuta un tramo de la galería de agua potable.



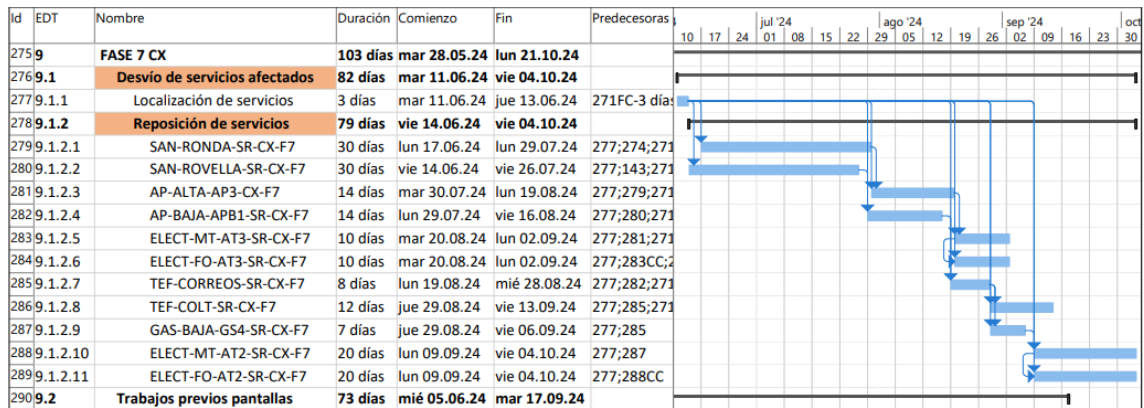


Diagrama 22. Fase 7 CX: Reposición de servicios

Entre los trabajos previos a ejecución de las pantallas aparece la reconstrucción de la sala de máquinas del ascensor de la estación Xàtiva que viene afectado por las pantallas del módulo 13. Así, será necesario ejecutar antes los muretes-guía de dicho módulo con una antecedencia al realizar esta actividad.



Diagrama 23. Fase 7 CX: Reconstrucción de la sala de máquinas de ascensor

Como el módulo 7 se libera del desvío de la línea telefónica en la fase 6, se pueden ejecutar los muretes-guía en esta zona hasta que los servicios que no permiten realizar trabajos sobre el módulo 13 estén repuestos para poder realizar esta actividad en él.

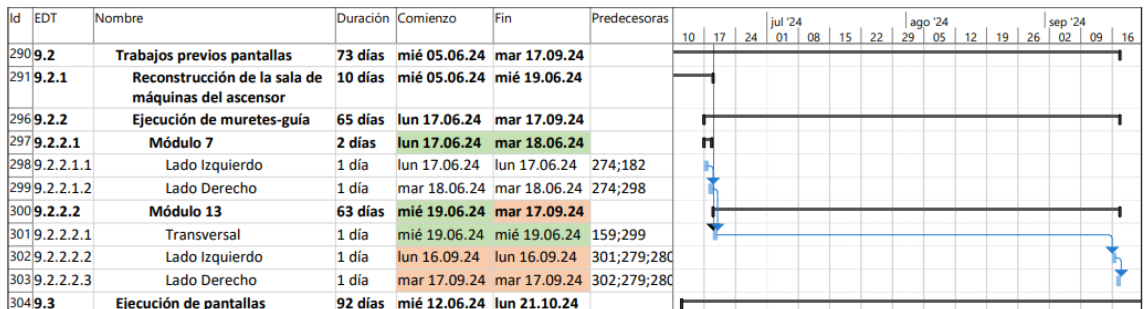


Diagrama 24. Fase 7 CX: Muretes-guía

Mientras que se reponen los servicios afectados se ejecutan los muros-pantalla del tramo Segorbe-Castellón y se finaliza dicha actividad con el módulo 13, a partir de este momento todos los muros-pantalla que conforman el túnel están terminadas y el equipo correspondiente puede salir de la obra.



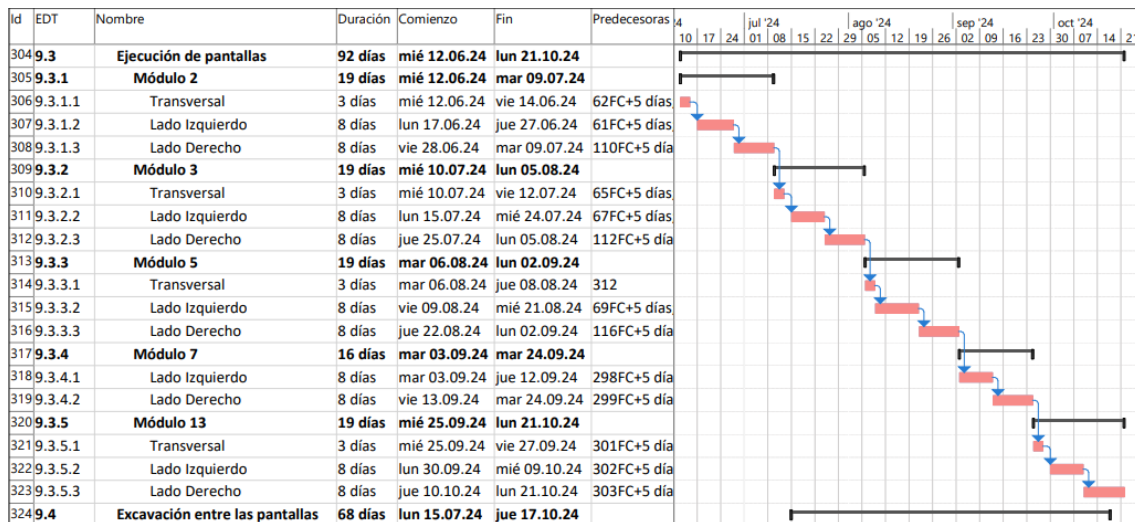


Diagrama 25. Fase 7 CX: Pantallas

Esperando 7 días para que las pantallas alcancen resistencia necesaria después de su ejecución, se coloca la entibación y se realiza una excavación a cielo abierto entre ellas hasta alcanzar la cota de la losa superior. Como salvo el módulo 2, la losa no está rebajada en módulos indicados, la excavación no requiere colocación de estampidores y puede ser realizada en una sola etapa. El volumen de terreno a excavar en estos módulos es igual a 400 m<sup>3</sup>. El módulo 2 requiere colocación de los estampidores porque por él pasará la rampa para acceso al túnel durante la obra, y hasta su nivel se excavan 150 m<sup>3</sup> de terreno.

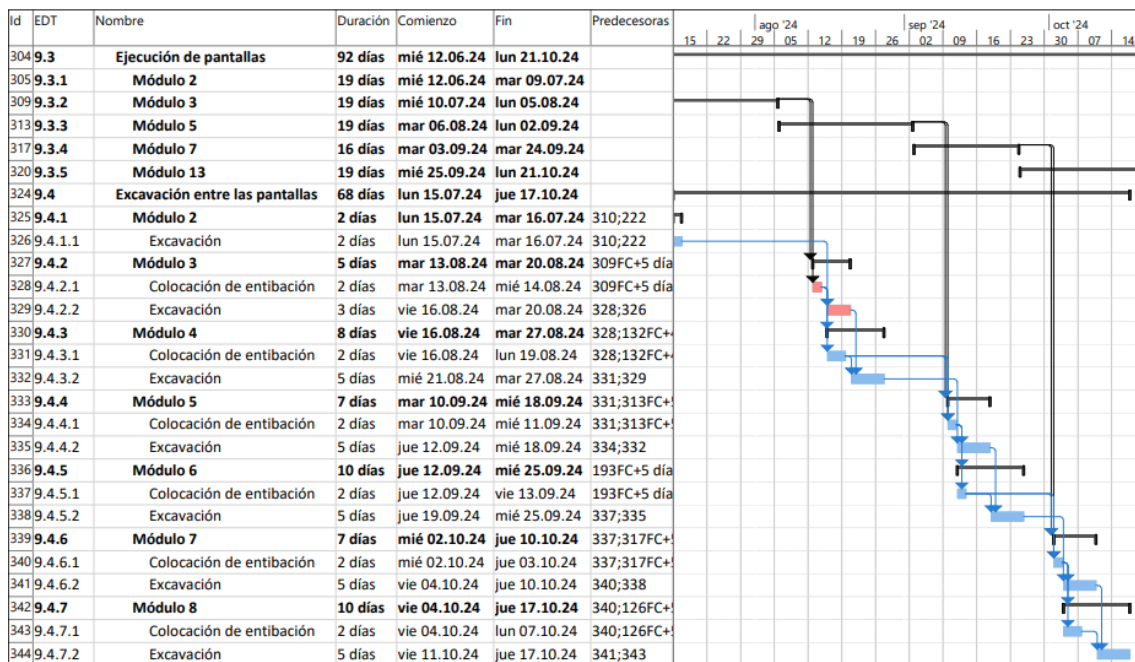


Diagrama 26. Fase 7 CX: Excavación entre las pantallas

Como paso siguiente se ejecuta el tapón de fondo. Se repite un retraso de esta actividad para evitar discontinuidades en su realización durante esta fase. Cabe destacar que entre la ejecución del tapón de fondo final realizado en la fase 6 y la primera de dicha fase existe un hueco de 1 mes de duración, aunque se intenta evitar paradas de modo total, no es posible conseguirlo sin afectar al plazo total de la obra, en todo caso es la única parada de este equipo durante toda la obra.

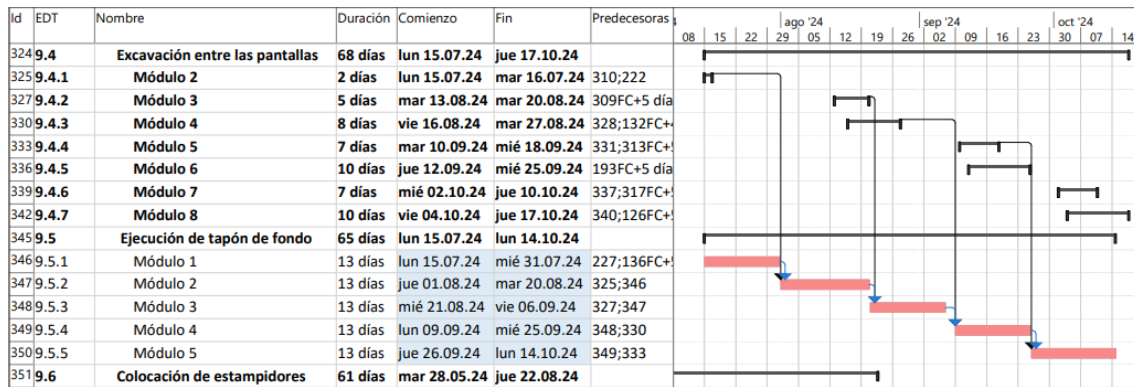


Diagrama 27. Fase 7 CX: Tapón de fondo

Después de la excavación entre pantallas realizadas en la fase 6, en la fase 7 se colocan los estampidores y se realiza la segunda etapa de excavación. Además, se colocan los estampidores del módulo 2.

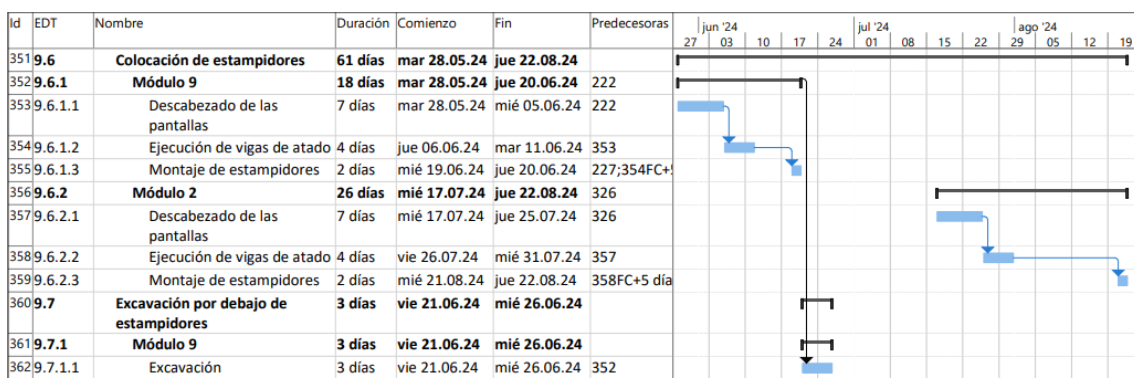


Diagrama 28. Fase 7 CX: Estampidores

En paralelo con ejecución del tapón de fondo se realiza descabezado de las pantallas.

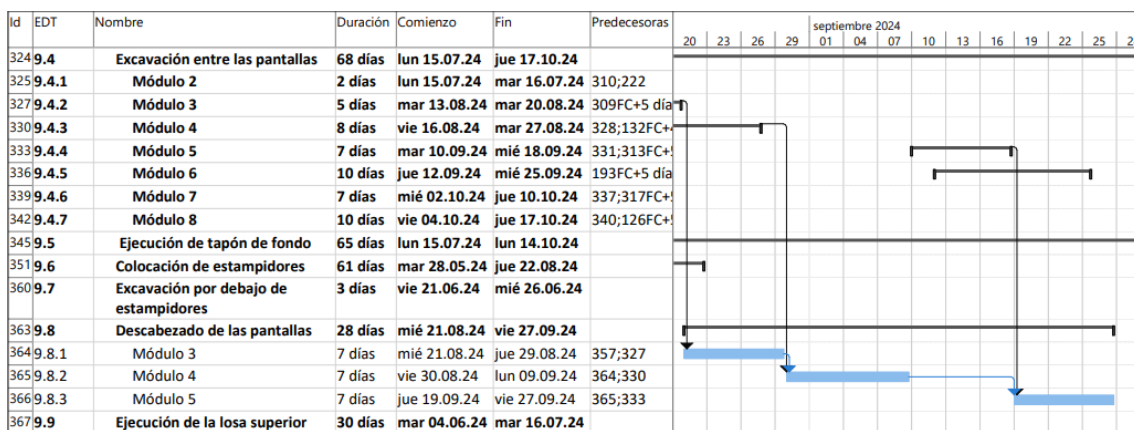


Diagrama 29. Fase 7 CX: Descabezado de las pantallas

Durante la fase 7 también se terminan los trabajos de la galería de agua potable, previamente ejecutando los tramos de la losa superior sobre los cuales se va a descansar la galería.

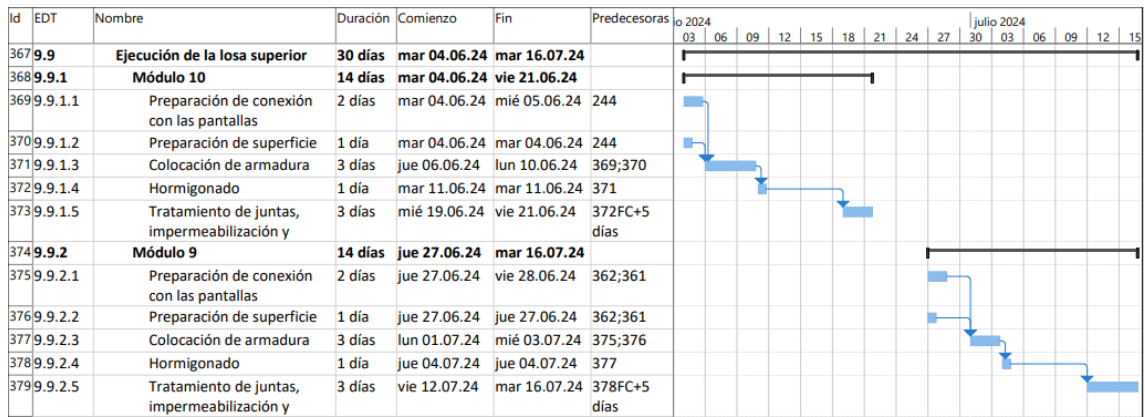


Diagrama 30. Fase 7 CX: Losa superior

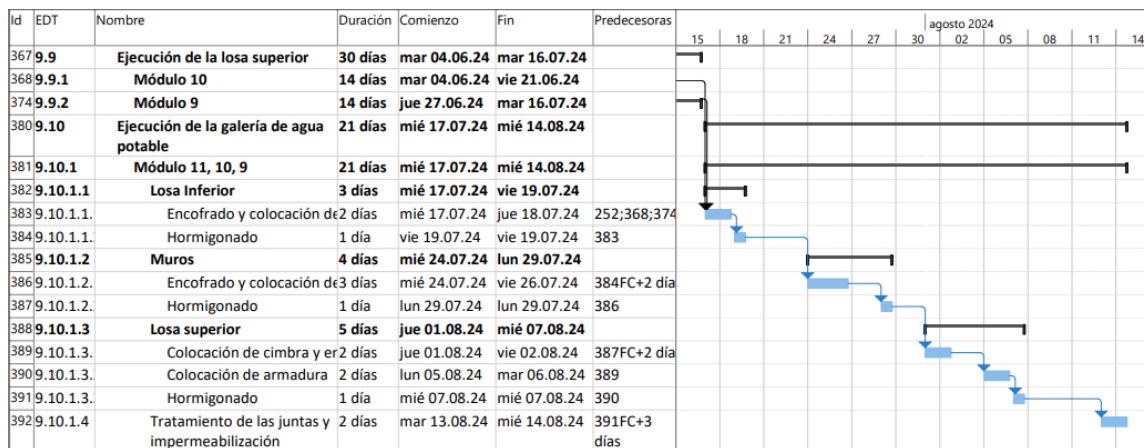


Diagrama 31. Fase 7 CX: Galería de agua potable

Al final se rellena el recinto excavado y la galería de agua potable se queda enterrada en toda su longitud.

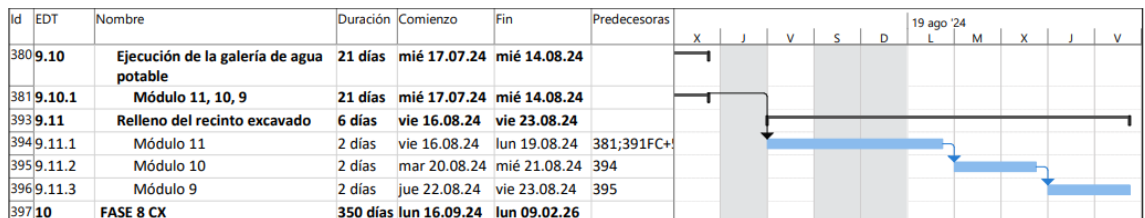


Diagrama 32. Fase 7 CX: Relleno

## 5.10. Fase 8

16.09.24-09.02.26

Como se ha dicho anteriormente, uno de los principales criterios de programación de la obra es abrir para el tráfico el tramo Castellón-Xàtiva lo más pronto posible y en esta fase se va a alcanzar este objetivo. De este tramo solo queda por terminar el módulo 13, o el módulo final. Al inicio de la fase anterior pasan muchos servicios por encima de él, pero en esta fase su zona ya está lista para los trabajos. Además, es necesario realizar los trabajos de conexión del túnel con la estación Xàtiva.

Mientras que se está excavando el módulo 13, se ejecuta el tapón de fondo y descabezado de las pantallas en los módulos listos para ello, y cuando el módulo 13 está excavado inmediatamente se empiezan estas actividades, de manera que incluso la ejecución de tapón de fondo en el módulo 7 se para y se realiza en dos etapas.







mejor empezar la excavación de manera que cuando se va a alcanzar los módulos siguientes, ya estén terminadas lo que permitirá su excavación. Así la excavación será continua y la obra será accesible desde la calle Segorbe más tiempo. El volumen para excavar en la primera etapa es igual a 400 m<sup>3</sup> por módulo y en la segunda 560 m<sup>3</sup>, la actividad dura 8 y 11 días por módulo, salvo los dos primeros donde se ubica la rampa y se acepta como la mitad de estos valores.

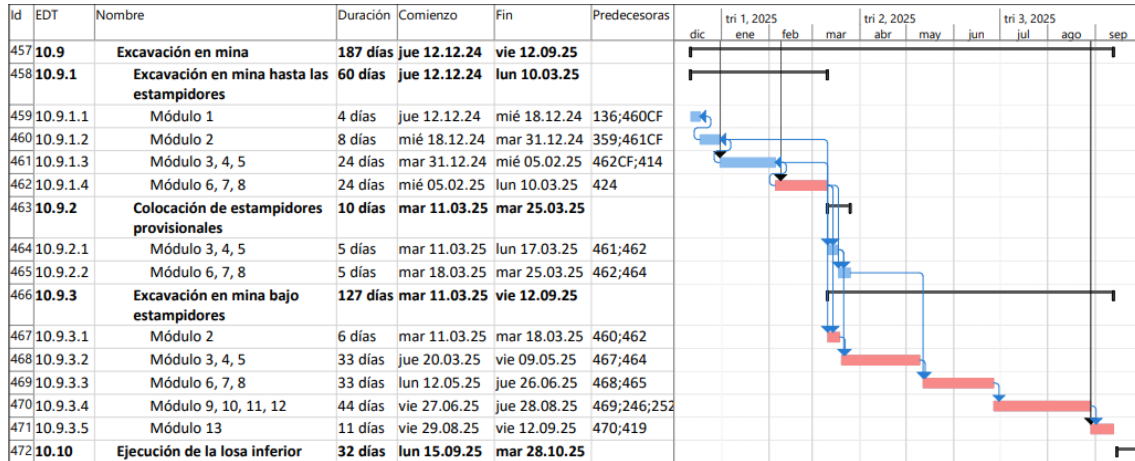


Diagrama 38. Fase 8 CX: Excavación en mina

En el fondo del recinto vaciado se ejecuta la losa inferior, el hormigón de limpieza se vierte en un día en todo el túnel, cuando la losa se va a hormigonar por tramos de varios módulos, empezando desde los últimos.

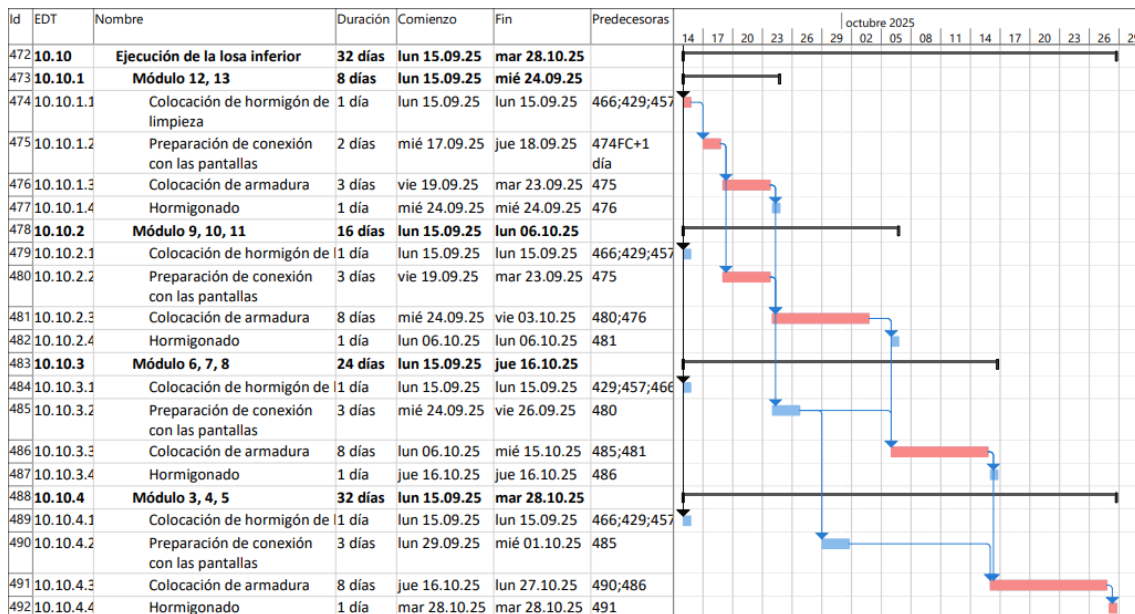


Diagrama 39. Fase 8 CX: Losa superior

Tras hormigonar la losa inferior, los trabajos se concentran en la zona de rampa, realizando conexión entre el túnel y la estación Alicante conforme al procedimiento constructivo descrito en el capítulo 3. Con esta actividad se acaba la fase 8.



528	11.3	Trabajos dentro del túnel	32 días	mar 17.02.26	jue 02.04.26	519FC+5 días
529	11.3.1	Arquitectura	29 días	mar 17.02.26	lun 30.03.26	
530	11.3.1.1	Relleno de HM	7 días	mar 17.02.26	mié 25.02.26	493
531	11.3.1.2	Albañilería	3 días	mié 25.02.26	vie 27.02.26	530FC-1 día
532	11.3.1.3	Ejecución de revestimientos verticales	7 días	vie 27.02.26	lun 09.03.26	531FC-1 día
533	11.3.1.4	Instalación de falso techo	7 días	mar 10.03.26	mié 18.03.26	536FC-4 días
534	11.3.1.5	Colocación de pavimentos	12 días	jue 12.03.26	lun 30.03.26	533FC-5 días
535	11.3.2	Instalaciones	7 días	jue 05.03.26	vie 13.03.26	
536	11.3.2.1	Colocación de cables y conductos	7 días	jue 05.03.26	vie 13.03.26	532FC-3 días
537	11.3.3	Equipamiento	10 días	vie 20.03.26	jue 02.04.26	
538	11.3.3.1	Montaje de equipamientos y instalaciones eléctricas	10 días	vie 20.03.26	jue 02.04.26	533
539	11.3.3.2	Colocación de mobiliario	2 días	mar 31.03.26	mié 01.04.26	534

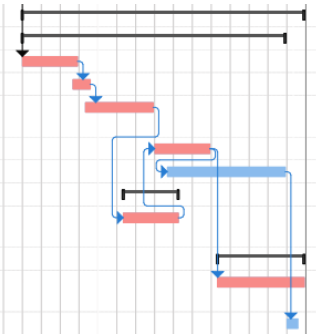


Diagrama 43. Fase 9 CX: Trabajos dentro del túnel

## 5.12. Diagrama espacio-tiempo

A partir de la programación elaborado con MS Project y diagrama de Gantt, adicionalmente se redacta un diagrama espacio-tiempo como un modo alternativo de representación.

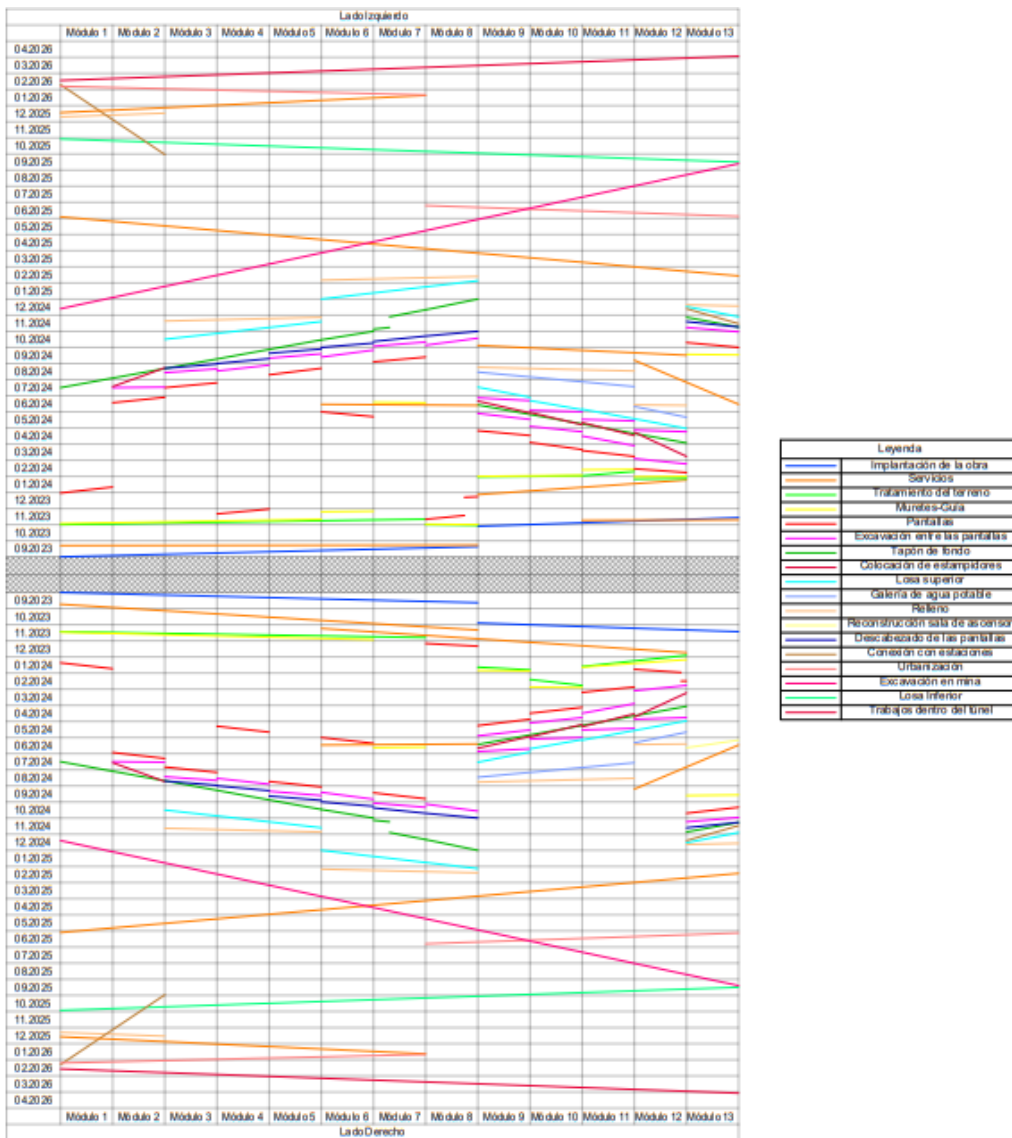


Diagrama 44. Diagrama espacio-tiempo



### 5.13. Plazo de la obra

Así se ve la programación total con fecha de inicio 01.09.23 y la fecha final 02.04.26, de tal modo que el plazo total de ejecución de la obra es igual a 30 meses. Las últimas fases tienen una duración mayor que los primeros debido al mayor número de actividades que se realizan en paralelo y para mejor concepción de la programación tienen que ir agrupados en una fase.

Retrasando inicio de algunas actividades se consigue que la ejecución de muros-pantalla sea continua durante toda la obra, por lo tanto, no existen días de parada para la grúa-pantalladora o la planta de lodos. Para las actividades del tratamiento del terreno y ejecución del tapón de fondo, el número de paradas es igual a uno. Los retrasos introducidos afectan a las actividades críticas y el plazo total de la obra se aumenta en un día, lo que se considera despreciable en comparación con los efectos favorables que proponen dichos retrasos.

Id	EDT	Nombre	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	2023		2024				2025				2026	
							T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2
1	1	Implantación de la obra SC	13 días	vie 01.09.23	mar 19.09.23													
10	2	FASE 1 SC	4 días	mié 20.09.23	lun 25.09.23													
19	3	FASE 2 SC	2 días	jue 21.09.23	vie 22.09.23													
25	4	FASE 3 SC	33 días	vie 22.09.23	vie 10.11.23													
70	5	Implantación de la obra CX	11 días	vie 27.10.23	lun 13.11.23													
80	6	FASE 4 CX	32 días	mar 07.11.23	vie 22.12.23													
134	7	FASE 5 CX	21 días	vie 22.12.23	mar 23.01.24													
159	8	FASE 6 CX	101 días	vie 19.01.24	vie 14.06.24													
275	9	FASE 7 CX	103 días	mar 28.05.24	lun 21.10.24													
397	10	FASE 8 CX	350 días	lun 16.09.24	lun 09.02.26													
520	11	FASE 9 CX (Final)	73 días	mié 17.12.25	jue 02.04.26													

Diagrama 45. Todas las fases de la obra

## **6. Comparación de programación incluida en el proyecto, obtenida en el estudio y de la empresa constructora.**

### **6.1. Programación incluida en el proyecto**

Como se indica en el apartado 2 con la descripción del proyecto, el plazo de la obra establecido en el proyecto es igual a 20 meses, cuando el plazo obtenido con la programación elaborada es 50% más e igual a 30 meses. La diferencia es muy significativa y es necesario justificarla.

Lo primero que hay que señalar es la cantidad de omisiones y errores en el proyecto, sobre todo en la parte de servicios afectados que es un condicionante crucial para programación de esta obra. En el trabajo se puede ver varias modificaciones introducidos en la etapa de definición de fases de desvío de los servicios afectados sin los cuales no fuese posible ejecutar la obra o su plazo estuviese afectado de modo importante.

De esta manera, se puede suponer que en el proyecto, rendimientos de los equipos y duración de las actividades fue estimada de manera imprecisa o incluso errónea. Por ejemplo, en el Anejo 16 se estima que todos los muros-pantalla se pueden ejecutar en 120 días. Sabiendo que el túnel está formado por 243 bataches, según el proyecto se considera que durante un día se ejecutan 2 de estos, lo que resulta improbable siquiera empleando una hidrofresa no se pueden obtener rendimientos tan altos, ya que el personal de la obra comenta que, en una jornada se suelen ejecutar solo un batache. Sería posible alcanzar dicho rendimiento con dos equipos de ejecución de muros-pantalla, pero como son unos equipos costosos esta opción no es rentable.

En el mismo Anejo, en el diagrama de Gantt, se nota que la actividad de ejecución del tapón de fondo, aparte de que se realiza mucho más rápido, se termina antes de ejecutar todos los muros-pantalla. Lo cual es contradictorio al procedimiento constructivo, puesto que el tapón de fondo se ejecuta entre las pantallas acabadas previamente, e indica la existencia de un error o una omisión.

Asimismo, se puede ver la poca atención que fue prestada durante la redacción de la programación proyectada al asunto de los servicios afectados: se considera que todos ellos pueden ser desviados en 2 meses al inicio de la obra, sin tener en cuenta reposiciones definitivas después de realizar relleno sobre la losa de calle, que es una actividad laboriosa y complicada. Por ejemplo, sólo la reposición de dos colectores en la zona de conexión del túnel con la estación Xàtiva requiere 2 meses de trabajo.

Para justificar la importancia del efecto sobre plazo de la obra que provocan los servicios afectados fue elaborada una programación simplificada, sin tener en cuenta los servicios y otras restricciones del entorno, de manera que todas las actividades se ejecutan una tras una según las precedencias.



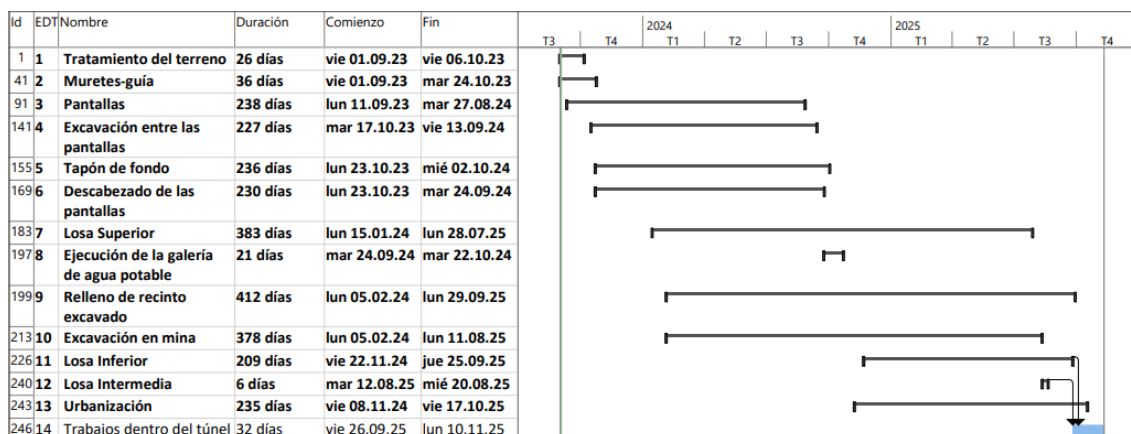


Diagrama 46. Programación constructiva (sin servicios)

Como resultado de dicha programación, se obtiene la fecha final de la obra 10.11.25 o plazo total de 26 meses, la cual es 4 meses menor al plazo obtenido teniendo en cuenta los servicios afectados. Así se justifica su gran importancia para la programación. E incluso en este caso, el plazo total es mayor del previsto en el proyecto.

De todo esto se puede concluir que el plazo dado por el proyecto es demasiado reducido y el nivel de detalle de la programación es insuficiente para ofrecer un plazo realista con un nivel de certeza aceptable, en caso de ejecutar la obra según el procedimiento constructivo reflejado en el mismo proyecto.

## 6.2. Programación de la empresa constructora

A la hora de la realización de presente estudio la obra no es completada, pero ya se ha empezado, por lo tanto, se puede analizar la velocidad de avance de la obra y las medidas adaptadas para aumentarla. Las medidas se introducen modificando el proyecto de obra, cualquier modificación suele tener fin de optimizar el proceso constructivo, reducir costes y plazos. Las modificaciones más significativas se enumeran en el segundo capítulo de dicho trabajo, se va a estimar que efecto tienen en plazo de la obra.

La decisión de no realizar el tapón de fondo permite ahorrar 2 meses en el plazo total de la obra, cuando el rechazo del tratamiento de terreno no tiene ningún efecto en él.

La manera de excavar bajo la losa de calle desde el centro del túnel permite realizarlo en dos direcciones al mismo tiempo lo que duplica el rendimiento de esta importante actividad. Sabiendo que según la programación elaborada dicha actividad se realiza en 200 días, dicha modificación puede proponer más de 3 meses de ventaja. Aparte de esto, los trabajos de conexión del túnel con la estación Alicante en este caso serán más fáciles de realizar por no existir la rampa de acceso al túnel en esta zona, lo que también puede ofrecer hasta de un mes de reducción del plazo total.

El resto de las modificaciones, que se tratan sobre todo de los servicios afectados y modo de su desvío, son difíciles de estimar desde el punto de vista de su efecto en plazos. Entonces, se puede deducir que las modificaciones adoptadas hasta el momento de redacción de este trabajo pueden proponer alrededor de 6 o más meses de reducción de plazo total de la obra. De esta manera, considerando el plazo obtenido de la programación elaborada en el trabajo, el plazo final se reduce desde 30 meses hasta 24, lo que sigue siendo más del plazo establecido en el proyecto, pero ya supone solo 20% de su aumento, en lugar de 50%.

Se puede esperar que se van a adaptar más modificaciones durante la ejecución de la obra que tendrán efecto favorable en los plazos, pero igual pueden aparecer incertidumbres que provocan una demora. En otras palabras, se puede afirmar que existen modos de reducir el plazo obtenido con la programación, y es posible obtener un plazo final cercano al del proyecto, entre 21 y 23 meses, pero cumplirlo exactamente resulta muy poco probable.

## 7. Conclusiones

Durante el estudio se analizó el proyecto de la obra para definir los condicionantes del entorno, que son principalmente servicios afectados y las actividades necesarias para ejecutar la obra. A partir de este análisis e información recopilada se elabora un programa de obras, lo cual es el objetivo principal de este presente TFG.

El programa elaborado ha permitido analizar la situación de esta obra respecto a los plazos teóricos como prácticos y deducir dichas conclusiones:

En una obra de esta tipología, una obra subterránea de carácter lineal en una zona urbana, sobre todo en las calles estrechas, es muy importante a la hora de elaborar un programa de obras prestar mucha atención a los servicios afectados por la obra. El requisito de mantener los servicios en todo momento con poco espacio disponible para colocar los desvíos provisionales hace que sea uno de los principales condicionantes de entorno para programación de la obra.

En el caso estudiado, el nivel de detalle de la organización de desvío y reposición de los servicios afectados es insuficiente para establecer un orden claro de ejecución de la obra a partir de lo cual se puede elaborar una programación con garantía aceptable. En cifras, la duración de la obra definida en el proyecto es igual a 20 meses, cuando según el programa elaborado en este trabajo es igual a 30 meses.

Con las modificaciones de proyecto introducidos por la empresa constructora, se considera posible disminuir la duración de la obra hasta 21-23 meses. No obstante, el cumplimiento completo del plazo establecido por el proyecto es poco probable.

A pesar de las ventajas que propone una programación de obra bien desarrollada, en el día de hoy comienza la introducción de dicha práctica al sector de la construcción en España solo por las empresas constructoras. Como ellas son las que notan su importancia, cuando las empresas consultoras a la hora de redactar un proyecto no prestan atención suficiente a este aspecto, lo que al final provoca pérdidas e inconvenientes como para los que ejecutan la obra, tanto para los que la reciben como un producto final, los que en el caso de una obra pública son toda la sociedad.

Es imprescindible promover la práctica de una programación de obra bien desarrollada en cada proyecto para la optimización y desarrollo eficiente y sostenible del sector de la construcción y el aumento de la calidad de infraestructuras públicas y privadas.

## 8. Bibliografía

Proyecto de la obra “LÍNEA 10 DEL METRO DE VALENCIA. PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: CONEXIÓN PEATONAL SUBTERRÁNEA ENTRE LAS ESTACIONES ALICANTE Y XÁTIVA”

[https://contrataciondelestado.es/wps/portal!/ut/p/b0/04\\_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfIjU1JTC3ly87KtUIJLEnNyUuNzMpMzSxKTgQr0w\\_Wj9KMyU1zLcvQjzbWD\\_YOMCtJSDdzMMyxMVQ0KcnOL08ptbfWBDEcAaREDfw!!/](https://contrataciondelestado.es/wps/portal!/ut/p/b0/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfIjU1JTC3ly87KtUIJLEnNyUuNzMpMzSxKTgQr0w_Wj9KMyU1zLcvQjzbWD_YOMCtJSDdzMMyxMVQ0KcnOL08ptbfWBDEcAaREDfw!!/)

<https://contrataciondelestado.es/wps/wcm/connect/88848708-09db-4cd7-8860-fb6ccda5751d/DOC2021081216010821-018+proyecto.pdf?MOD=AJPERES>

<https://cloud.fgv.es/s/HPC6mcGCSBPi2aQ>