



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PASO SUPERIOR DEL ENLACE DE ACCESO A MERCAPALMA SOBRE LA AUTOPISTA DE LLEVANT (MA-19), T.M. DEL COLL D'EN RABASSA (MALLORCA). ESTUDIO DE SOLUCIONES, SUBESTRUCTURAS Y EQUIPAMIENTOS.

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

AUTOR DEL PROYECTO:

CARLOS ORTIZ VERDÚ

Curso: 2017/2018

Fecha: 13/09/2018

Tutor: JOSÉ CASANOVA COLÓN

Cotutor: CARLOS MANUEL LÁZARO FERNÁNDEZ

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS.
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA. (VALENCIA).



1. DOCUMENTO Nº.01. MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA

1.1. MEMORIA

1.2. ANEJO Nº.01. ESTUDIO DE SOLUCIONES

1.3. ANEJO Nº.02. GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

1.4. ANEJO Nº.03. DISEÑO Y COMPROBACIÓN DE LA CIMENTACIÓN Y SUBESTRUCTURAS

1.5. ANEJO Nº.04. DISEÑO Y COMPROBACIÓN DE LA ESTRUCTURA

1.6. ANEJO Nº.05. DRENAJE

1.7. ANEJO Nº.06. PAVIMENTO Y EQUIPAMIENTOS

1.8. ANEJO Nº.07. PROCESO CONSTRUCTIVO

1.9. ANEJO Nº.08. PROGRAMA DE TRABAJOS

1.10. ANEJO Nº.09. VALORACIÓN ECONÓMICA



2. DOCUMENTO Nº02. PLANOS

2.1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

2.2. PLANTA TOPOGRÁFICA DE LA ZONA DE ACTUACIÓN

2.3. PLANTA ,ALZADO Y SECCIÓN TIPO

2.3.1. PLANTA SUPERIOR E INFERIOR FUNCIONALES

2.3.2. ALZADO LONGITUDINAL

2.3.3. DEFINICIÓN FUNCIONAL DE SECCIONES

2.4. CIMENTACIONES. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

2.5. SUBESTRUCTURAS

2.5.1. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

2.5.1.1. APOYO CENTRAL

2.5.1.2. ESTRIBO IZQUIERDO

2.5.1.3. ESTRIBO DERECHO

2.5.2. ARMADO

2.5.2.1. APOYO CENTRAL

2.5.2.2. ESTRIBO DERECHO/IZQUIERDO

2.6. TABLERO

2.6.1. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

2.6.1.1. ALZADO

2.6.1.2. PLANTA SUPERIOR E INFERIOR

2.6.1.3. SECCIONES TRANSVERSALES

2.6.2. ARMADO

2.6.2.1. ARMADURA ACTIVA. PLANTA

2.6.2.2. ARMADURA PASIVA TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL. PLANTA

2.6.2.3. ARMADURA ACTIVA. ALZADO

2.6.2.4. ARMADURA PASIVA. ALZADO

2.6.2.5. SECCIONES TRANSVERSALES



2.7. APOYOS ELASTOMÉRICOS Y JUNTAS DE DILATACIÓN

2.8. PAVIMENTO Y EQUIPAMIENTOS

2.8.1. BARRERAS DE CONTENCIÓN

2.8.2. PAVIMENTO

2.8.3. DRENAJE

DOCUMENTO N.º 01

MEMORIA

Índice

1. OBJETO DEL DOCUMENTO Y ALCANCE	6
2. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	6
2.1. DOCUMENTO Nº1: MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA	6
2.1.1. MEMORIA.....	6
2.1.2. ANEJO Nº1. ESTUDIO DE SOLUCIONES	6
2.1.3. ANEJO Nº2. GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA.....	6
2.1.4. ANEJO Nº3. DISEÑO Y COMPROBACIÓN DE LA CIMENTACIÓN Y SUBESTRUCTURAS.....	6
2.1.5. ANEJO Nº4. DISEÑO Y COMPROBACIÓN DE LA ESTRUCTURA	6
2.1.6. ANEJO Nº5. DRENAJE	6
2.1.7. ANEJO Nº6. PAVIMENTO Y EQUIPAMIENTOS	6
2.1.8. ANEJO Nº7. PROCESO CONSTRUCTIVO.....	6
2.1.9. ANEJO Nº8. PROGRAMA DE TRABAJOS	6
2.1.10. ANEJO Nº9. VALORACIÓN ECONÓMICA	6
2.2. DOCUMENTO Nº2: PLANOS	6
3. OBJETO DEL TRABAJO.....	7
3.1. Situación.....	7
3.2. Emplazamiento.....	7
4. ANTECEDENTES, LIMITACIONES Y CONDICIONANTES.....	8
4.1. Generalidades	8
4.2. Características del trazado.....	8
4.3. Características funcionales.....	8
4.4. Materiales estructurales	8
4.5. Tipología.....	8
4.6. Condicionantes naturales.....	8
4.7. Condicionantes estéticos	8
4.8. Condicionantes debido a la construcción	8
5. NORMATIVA APLICADA.....	9
6. GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA	9
6.1. GEOLOGÍA	9
6.2. GEOTÉCNIA.....	9
7. ESTUDIO DE SOLUCIONES	11
8. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	12
9. PLAZO DE EJECUCIÓN	15
10. VALORACIÓN ECONÓMICA	15
11. CONCLUSIÓN.....	16

3. OBJETO DEL DOCUMENTO Y ALCANCE

El objetivo del TFM consiste en el diseño, ajuste, definición, comprobación geotécnica y estructural, medición y valoración de un paso superior, así como de elaboración de la documentación técnica que la describe.

Por la naturaleza del trabajo, quedan excluidos del mismo los siguientes documentos:

- 1) Anejo de justificación de precios
- 2) Estudio de impacto ambiental,
- 3) Estudio de seguridad y salud
- 4) Pliego de Condiciones Técnica Particulares
- 5) Cuadros de precios Nº1 y Nº2.

El diseño estructural y el diseño de equipamientos abarcarán tanto las disposiciones geométricas como la selección justificada de los materiales. Ambos quedarán recogidos en los planos

La comprobación de la seguridad incluye las verificaciones geotécnicas y las estructurales. El alcance de las mismas se limitará a la comprobación de las secciones y elementos críticos para la seguridad de la construcción, así como los principales ELS relacionados con la funcionalidad y la durabilidad.

En las estructuras de hormigón, los planos de detalle contendrán la disposición general de las armaduras y detalles tipo (refuerzos locales en zonas de apoyo o de anclaje, armaduras de rasante y/o punzonamiento...).

Este proyecto constituye el Trabajo Final de Máster de los autores, y se presenta para cumplir el requisito necesario para la obtención del Máster Habilitante de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos.

Este trabajo fue propuesto a los alumnos como Trabajo Final de Máster por D. José Casanova Colón y D. Carlos Lázaro Fernández, profesores de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Valencia y aprobado por la Comisión Académica de Título de la misma. Los profesores han suministrado toda la información inicial necesaria para hacer posible el desarrollo del trabajo final de máster.

4. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

4.1. DOCUMENTO Nº1: MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA

4.1.1. MEMORIA

- Cornejo Leal, Felipe
- Ortiz Verdú, Carlos

4.1.2. ANEJO Nº1. ESTUDIO DE SOLUCIONES

- Ortiz Verdú, Carlos

4.1.3. ANEJO Nº2. GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

- Cornejo Leal, Felipe

4.1.4. ANEJO Nº3. DISEÑO Y COMPROBACIÓN DE LA CIMENTACIÓN Y SUBESTRUCTURAS

- Ortiz Verdú, Carlos

4.1.5. ANEJO Nº4. DISEÑO Y COMPROBACIÓN DE LA ESTRUCTURA

- Cornejo Leal, Felipe

4.1.6. ANEJO Nº5. DRENAJE

- Cornejo Leal, Felipe

4.1.7. ANEJO Nº6. PAVIMENTO Y EQUIPAMIENTOS

- Ortiz Verdú Carlos

4.1.8. ANEJO Nº7. PROCESO CONSTRUCTIVO

- Ortiz Verdú, Carlos

4.1.9. ANEJO Nº8. PROGRAMA DE TRABAJOS

- Cornejo Leal, Felipe

4.1.10. ANEJO Nº9. VALORACIÓN ECONÓMICA

- Cornejo Leal, Felipe
- Ortiz Verdú, Carlos

4.2. DOCUMENTO Nº2: PLANOS

- Cornejo Leal, Felipe
- Ortiz Verdú, Carlos

5. OBJETO DEL TRABAJO

El paso superior que se analizará está incluido en el proyecto de desdoblamiento de la Autopista Ma-30 y los nuevos accesos de la misma con la Autopista Ma-19, Mercapalma, Centro comercial, Coll d'en Rabassa i Camí fondo, con la función de canalizar de un modo más efectivo y seguro el tráfico actual, y así como el previsto en los próximos años.

El estudio comprenderá el diseño estructural del paso superior que substituirá al actual paso superior que se encuentra en la calle Cardenal Rossell, y que mejorará la actual salida desde Coll d'en Rabassa.

Los aspectos a considerar en la realización del presente documento son los siguientes:

- Elaboración del programa de necesidades
- Encaje geométrico y funcional de la solución
- Evaluación de propuestas tipológicas y elección de la solución estructural
- Diseño de las subestructuras y la superestructura
- Análisis estructural
- Comprobaciones de la seguridad, durabilidad y funcionalidad de la estructura
- Comprobación de la cimentación: verificaciones geotécnicas y estructurales
- Diseño de pavimento, drenaje y sistema de contención de vehículos
- Proceso constructivo y plan de obra
- Valoración económica de la propuesta

5.1. Situación

El paso superior se encuentra situado en la isla de Palma de Mallorca, a unos 6 km dirección sureste de la ciudad de Palma.



Figura 1. Situación del paso superior sobre la Autopista de Llevant (Ma-19)

5.2. Emplazamiento

La actuación se emplazará a unos 6,5 km en dirección suroeste desde la ciudad de Palma, sobre la Autopista de Llevant y será de enlace entre Mercapalma y el Coll d'en Rabassa,

En las proximidades a la localización nos encontramos con una zona industrial de bastante tránsito de vehículos ligeros y pesados, y de obras características como el Aeropuerto de Palma.

El emplazamiento del paso superior se localizará en las proximidades a la calle Cardenal Rossell, y tendrá como objetivo substituir el actual paso superior que se encuentra en dicha calle.



Figura 2. Paso superior sobre la Autopista de Llevant (Ma-19)

6. ANTECEDENTES, LIMITACIONES Y CONDICIONANTES

6.1. Generalidades

Este paso superior forma parte de un proyecto que pretende resolver los problemas de tránsito existentes actualmente en esta parte de la ciudad Palma.

6.2. Características del trazado

El trazado en planta ha de resolver la conexión entre la rotonda del municipio de Coll d'en Rabassa i Mercapalma, y las conexiones con los enlaces.

Para ello, y debido a los condicionantes como edificaciones existentes se debe realizar un paso superior curvilíneo en planta. En cuanto a las pendientes que adopta la rasante son de carácter excepcional, cuyos valores alcanzan el 7 y 8%, para poder salvar el gálibo con la Autopista Ma-19. Por otro lado, el peralte existente es constante y de 5,73% a lo largo de todo el paso superior.

Se deben salvar los gálibos mínimos existentes con la autopista inferior, siendo este de 5,5 metros con el fin de no interferir en la funcionalidad de dicha autopista.

6.3. Características funcionales

El ancho total del tablero será de 14,5 metros en su totalidad, mientras que el ancho útil será de 10,5 metros, repartidos en 2 carriles en sentido suroeste, y 1 carril en sentido opuesto de 3,5 metros cada uno de ellos.

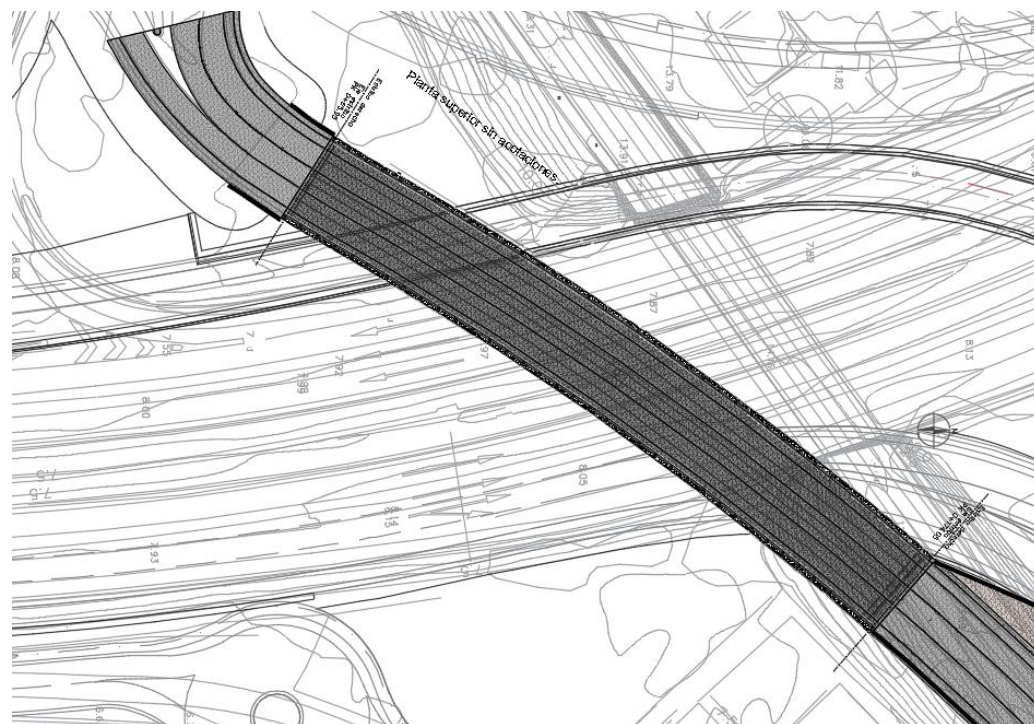


Figura 3. Paso superior en planta sobre los carriles de la Autopista Ma-19

6.4. Materiales estructurales

La selección de los materiales estructurales, deberá basarse en criterios funcionales, atendiendo principalmente a durabilidad y mantenimiento en el futuro.

6.5. Tipología

La tipología del paso superior debe estar acorde con la funcionalidad de este, siendo un paso superior englobado en un proyecto global sobre una autopista, por lo que los apoyos que se tengan que disponer en el paso superior no tengan influencia sobre el funcionamiento de la autopista Ma-19.

6.6. Condicionantes naturales

El terreno sobre el que se sustentará la estructura es suficientemente resistente, por lo que no se precisará pilotaje. El nivel freático de la zona se encuentra a 7,30 metros en el estribo izquierdo y a 7,70 metros en el estribo derecho.

6.7. Condicionantes estéticos

El paso superior se encuentra próximo al núcleo urbano de Coll d'en Rabassa, por lo que se realizará un diseño estético cuidado del conjunto, atendiendo especialmente a la forma de los equipamientos.

6.8. Condicionantes debido a la construcción

Durante la construcción del paso superior se deberá tener en cuenta la afección que se pueda realizar al pavimento y explanada de la autopista Ma-19, así como minimizar las afecciones funcionales en el tránsito de los vehículos.

Por otro lado, se deberá tener en cuenta el coste total del paso superior atendiendo al diseño, construcción, mantenimiento, etc.

7. NORMATIVA APLICADA

Las normativas aplicadas para el diseño y comprobación del paso superior son las siguientes:

- MINISTERIO DE FOMENTO. (2008). *Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08*. Fomento, Madrid, España.
- MINISTERIO DE FOMENTO. (2003). *Guía de Cimentaciones en Obras de Carreteras*. Fomento, Madrid, España.
- DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS. (2011). *IAP-11. Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera*. Fomento, Madrid, España.
- MINISTERIO DE FOMENTO. (2007). *Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes: (NCSP-07)*. Fomento, Madrid, España.
- AENOR. (1993). *Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón*. AENOR.
- MINISTERIO DE FOMENTO. *“Recomendaciones para el proyecto y puesta en obra de los apoyos elastoméricos para puentes de carretera 1982”*. Dirección general de carreteras.
- MINISTERIO DE FOMENTO. *5.2-I.C Drenaje Superficial de la instrucción de carreteras*. Madrid.
- MINISTERIO DE FOMENTO. *8.2-I.C Marcas viales*. Madrid.
- MINISTERIO DE FOMENTO. *8.1-I.C Señalización vertical*. Madrid.

8. GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

8.1. GEOLOGÍA

El marco geológico de la zona corresponde a la hoja nº 698 a escala 1:50.000 del MAGNA 50 realizado por el IGME (Palma). En la zona de estudio, el marco geológico pertenece al Cuaternario y está compuesto por una mezcla de Eolianitas del Pleistoceno superior y limolitas y arcillas rojas con cantos de calizas, procedentes del holoceno.

Las Eolianitas son rocas sedimentarias formadas por la litificación del sedimento depositado por procesos eólicos. Son fruto de la ubicación cercana a la costa. Conforme se avanza hacia el interior, nos encontramos con materiales limosos y arcillosos. La zona donde se encuentra la obra es una transición e Eolianitas a materiales limosos y arcillosos.

Desde el punto de vista litológico, el solar se encuentra ubicado en el Aluvial Cuaternario de Palma, que se extiende ampliamente al pie de la Sierra de Tramuntana, y se halla integrado por la presencia de conos de aluvión depositados por los torrentes que descienden de dicha Sierra.

El depósito de aluviones presenta similitudes con una serie de secuencias alternativas de regresiones y transgresiones del nivel del mar, origen de los cambios climáticos que se producían en la zona, originando procesos de erosión y sedimentación, variando la litología depositada de los mismos según el régimen de las corrientes fluviales. Se encuentran de forma errática costras calcáreas con diversos espesores y discontinuidades laterales. Se pueden encontrar también gravas con matriz de finos que se han cementado, originando conglomerados con cementación incipiente o conglomerados cementados, que también se localizan de forma errática.

Los materiales que comienzan a cementarse pueden originarse en los lentejones de finos, donde si se cementan surgen las LIMOLITAS. Las gravas en mayor presencia, al cementarse se transforman en CONGLOMERADOS. En tramos dominantes arenosos, al cementarse se transforman en CALCARENITAS o COSTRAS CALCÁREAS.

De esta forma, se pueden encontrar en un mismo solar y a la misma o distinta profundidad, litologías geotécnicamente consideradas duras y prácticamente no compresibles junto a materiales blandos cohesivos y compresibles. Todo ello induce a la aparición de asientos diferenciales.

8.2. GEOTÉCNIA

En cuanto a la geotecnia respecta, se dispone de cuatro sondeos ubicados según muestran la siguiente figura y tabla.

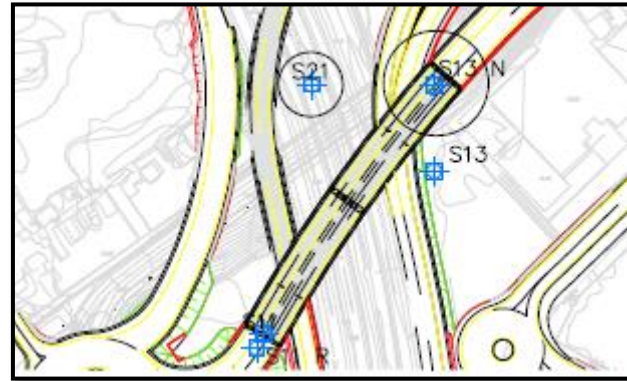


Figura 4. Ubicación de los sondeos realizados para el desarrollo de la actuación

SONDEOS	COTA BOCA SONDEO (m)	PROFUNDIDAD (m)	ESTE	NORTE
S11	8.05	13.10	474497.294	4378219.172
S11R	8.00	2.00	474495.084	4378214.380
S13	7.56	12.00	474555.246	4378274.483
S13R	13.66	10.10	474550.441	4378301.214

Tabla 1. Cota de la boca, profundidad y localización geográfica de los sondeos.

Los resultados extraídos de los sondeos y los diferentes ensayos efectuados por el grupo INGENIERÍA DE SONDEOS de BALEARES, S.L., son los siguientes:

TERRENO							
TIPO DE TERRENO	z (m)	ϕ' (°)	C' (Kpa)	γ (KN/m3)	e (m)	E	v
RELLENOS ANTRÓPICOS	1.7	0	0	17	1.7	0	0
LIMOS ARENOSOS	0.8	27.5	25	19	0.8	175	0.3
COSTRA CALCÁREA	1.3	27.5	25	19	0.5	175	0.3
LIMOS ARENOSOS	2.6	27.5	25	19	1.3	175	0.3
LIMOS ARCILLOSOS	4.6	22	25	21	2	125	0.3
LIMOS ARCILLOSOS CON GRAVAS	5.2	25	20	21	0.6	175	0.3
COSTRA CALCÁREA	5.6	27.5	25	19	0.4	175	0.3
LIMOS ARENOSOS BLANDOS	6.7	27.5	25	19	1.1	175	0.3
CONGLOMERADO	9.8	39	15	22	3.1	800	0.25
LIMOS ARENOSOS BLANDOS	11.3	27.5	25	19	1.5	175	0.3

Tabla 2. Terreno bajo la cimentación del Apoyo Central (S11R)

TERRENO							
TIPO DE TERRENO	z (m)	ϕ' (°)	C' (Kpa)	γ (KN/m3)	e (m)	E	v
RELLENOS ANTRÓPICOS	1.7	0	0	17	1.7	0	0
LIMOS ARENOSOS	0.8	27.5	25	19	0.8	175	0.3
COSTRA CALCÁREA	1.3	27.5	25	19	0.5	175	0.3
LIMOS ARENOSOS	2.6	27.5	25	19	1.3	175	0.3
LIMOS ARCILLOSOS	4.6	22	25	21	2	125	0.3
LIMOS ARCILLOSOS CON GRAVAS	5.2	25	20	21	0.6	175	0.3
COSTRA CALCÁREA	5.6	27.5	25	19	0.4	175	0.3
LIMOS ARENOSOS BLANDOS	6.7	27.5	25	19	1.1	175	0.3
CONGLOMERADO	9.8	39	15	22	3.1	800	0.25
LIMOS ARENOSOS BLANDOS	11.3	27.5	25	19	1.5	175	0.3

Tabla 3. Terreno bajo la cimentación del Estribo Izquierdo (S11).

TERRENO							
TIPO DE TERRENO	z (m)	ϕ' (°)	C' (Kpa)	γ (KN/m3)	e (m)	E	v
ARENAS	1.5	27.5	20	19	1.5	175	0.3
LIMOS ARENOSOS	0.8	27.5	20	19	0.8	175	0.3
LIMOS ARENOSOS CON COSTRAS CALCÁREAS	3.1	27.5	20	19	2.3	175	0.3
LIMOS ARENOSOS	4.5	27.5	20	19	1.4	175	0.3
LIMOS ARCILLOSOS	5.7	22.5	20	21	1.2	125	0.3
COSTRA CALCÁREA	6.2	30	20	19	0.5	175	0.3
LIMOS ARENOSOS	7.4	27.5	20	19	1.2	175	0.3
LIMOS ARCILLOSOS	8.2	22.5	20	21	0.8	125	0.3
LIMOS ARENOSOS CON COSTRA CALCÁREA	8.5	27.5	20	19	0.3	175	0.3
LIMOS ARENOSOS BLANDOS	9.4	27.5	20	19	0.9	175	0.3
LIMOS CON ARENAS Y GRAVAS	11.1	32.5	0	21	1.7	350	0.25
COSTRA CALCÁREA	11.4	30	20	19	0.3	175	0.3
LIMOS CON ARENAS Y GRAVAS	12.1	32.5	0	21	0.7	350	0.25

Tabla 4 Terreno bajo la cimentación del Estribo Derecho (S13).

SONDEOS	COTA (m)	PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREÁTICO (m)	DIFERENCIA (m)
S11	8.05	7.70	+0.35
S11R	8.00	-	-
S13	7.56	7.30	+0.26
S13R	13.66	-	-

Tabla 5. Cota y profundidad del Nivel Freático

9. ESTUDIO DE SOLUCIONES

En el "Anejo Nº 1. Estudio de Soluciones", se han estudiado diferentes alternativas como solución al paso superior del enlace de acceso a Mercapalma sobre la autopista de Llevant (Ma-19), T.M. del Coll d'en Rabassa (Mallorca).

Inicialmente se aborda el estudio de las diferentes tipologías longitudinales acordes al rango de luz que se pretende salvar y el ancho de plataforma a disponer, tratando de exponer y justificar las ventajas y limitaciones de cada una de ellas. Las soluciones planteadas tratan tipologías diversas con diseños diferentes (tablero metálico, mixto, de hormigón, etc.) Se evalúa detalladamente cada solución en base a los criterios o condicionantes establecidos.

Los principales condicionantes son el coste, el proceso constructivo y el plazo de ejecución. El proceso constructivo o la manera de ejecutarlo es primordial, porque afecta directamente al coste y produce impactos sobre el entorno que en ocasiones no se pueden asumir, como por ejemplo el impacto que genera a los usuarios de la Autopista del Llevant si se tuviera que cortar el tráfico en ambos sentidos. Por ello, es el factor crítico que condiciona en mayor medida la elección de las propuestas planteadas. Sin embargo, la adopción de la solución a realizar debe coexistir con los tres criterios, garantizando entre todas ellas una solución económica que resuelva la problemática planteada y reduzca el número de impactos y el tiempo de duración de los mismos.

10. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

La solución adoptada consta de un trazado en planta curvo, que resuelve el nuevo enlace a Mercapalma, tal como se muestra en la siguiente figura:

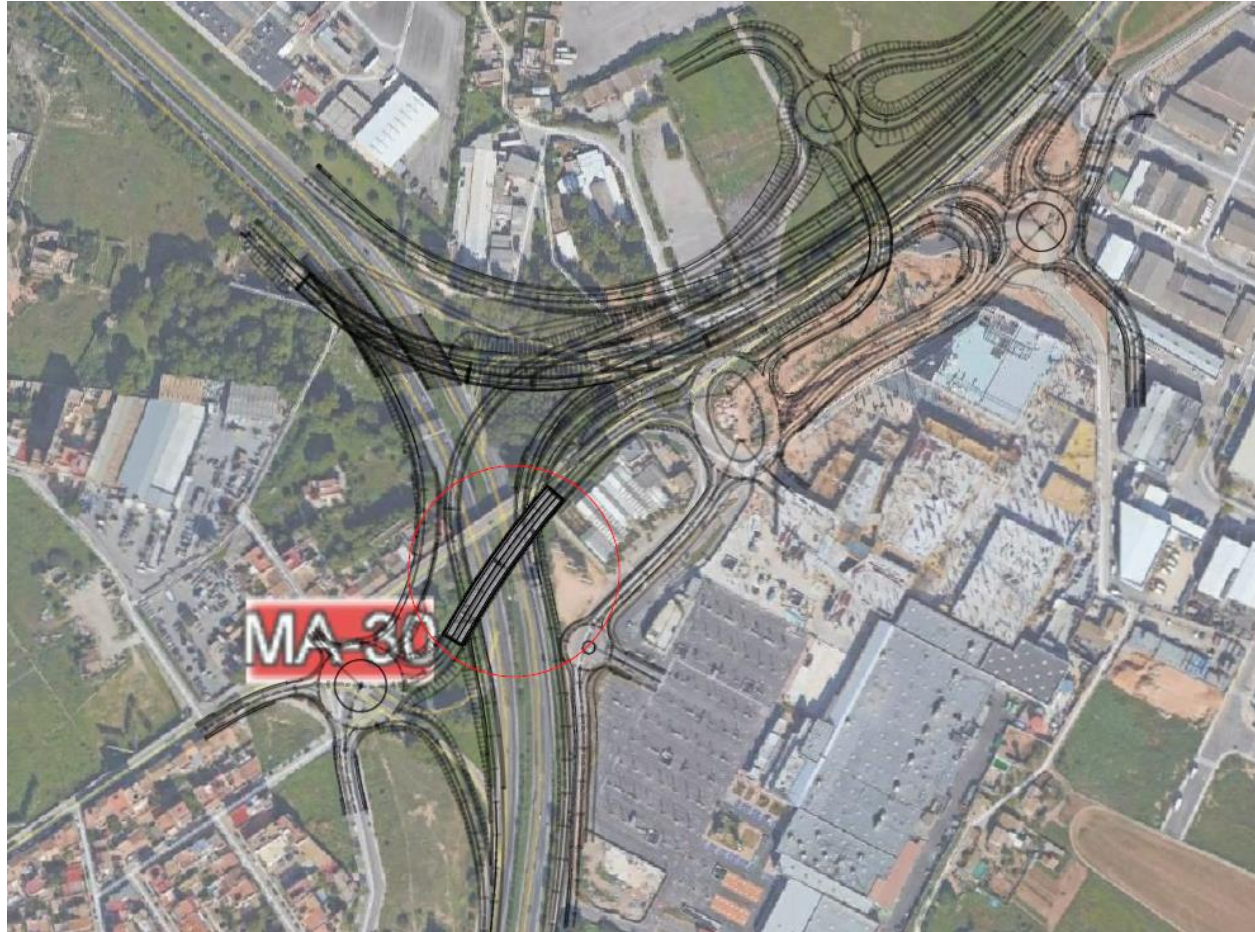


Figura 5. Ubicación en planta del paso superior frente a la actuación completa que engloba.

La solución desarrollada pertenece a la tipología de puente viga aligerada pretensada.

El tablero presenta una anchura de plataforma de 14.5 m, resguardado mediante un pretil de contención clase H4-b. El apoyo central se realiza en la mediana mediante una zapata aislada cuadrada de 5.5 m de lado, estableciendo así dos vanos de 54 m. La sección funcional del mismo se muestra a continuación.

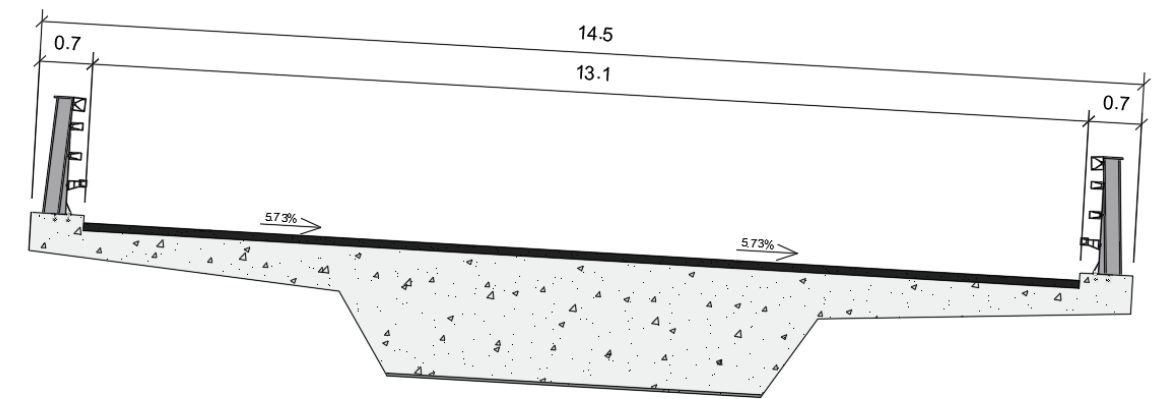


Figura 6. Sección tipo funcional

La solución adoptada consta de una losa aligerada pretensada de canto variable, de 1.7 m en apoyos a 2.9 m en el apoyo central. Los estribos que conforman el apoyo de la superestructura son de tipo cerrado, con aletas en los muros laterales. En la siguiente figura el alzado del paso superior con el fin de comprender de manera más visual la concepción del mismo.

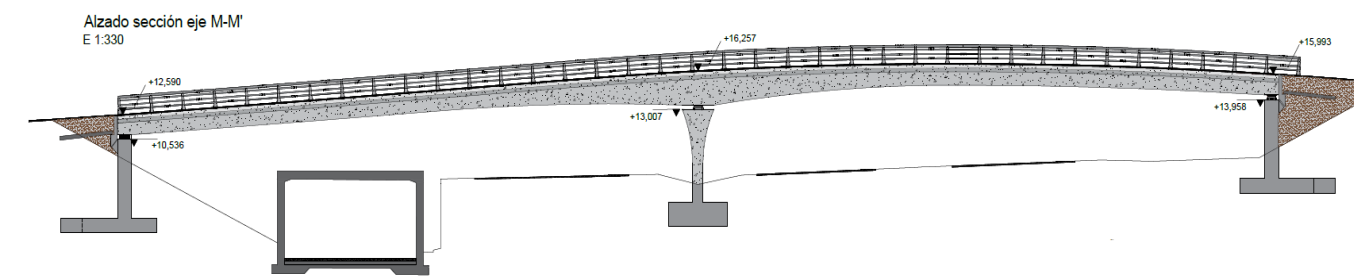


Figura 7. Alzado tipo del paso superior sobre la Ma-19

El pretensado empleado está conformado por 4 cables de 19 torones cada uno de ellos, de 108.1 m de longitud, enfilados desde el estribo izquierdo de la figura anterior, y anclados en el estribo derecho. La geometría del cable a lo largo del tablero queda representada en la siguiente figura.

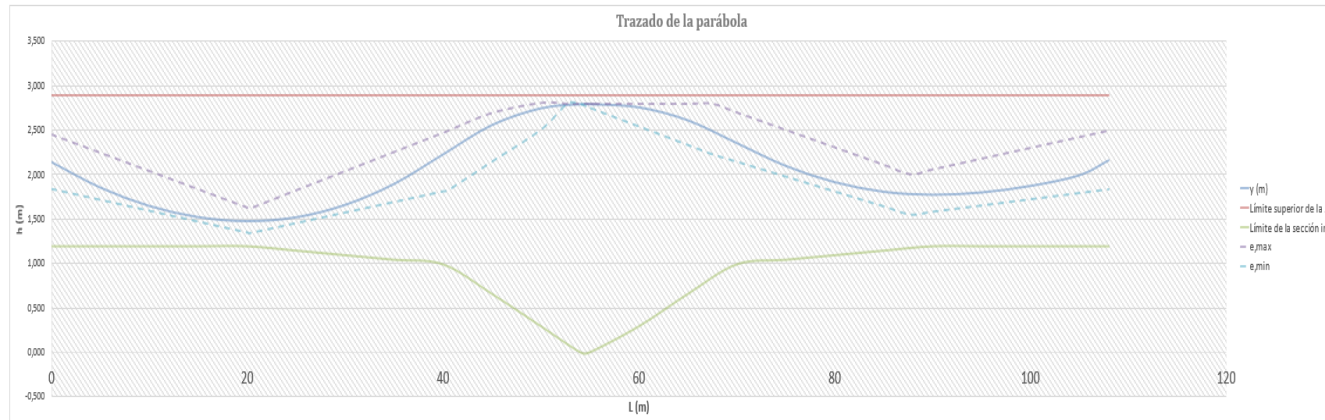


Figura 8. Geometría del cable de pretensado

La geometría de la cimentación de ambos estribos será idéntica, la única diferencia será su orientación debido a la variación curvilínea en planta del paso superior. El canto de la cimentación será de 1,4 metros en toda su longitud y anchura, mientras que se realizará un incremento de 1,5 metros de canto, que ayudará al hormigonado del muro frontal y los muros laterales, así como demás elementos que dependan de ellos. Otra de las características de las estructuras será, la longitud de las armaduras de espera, siendo estas de 0,5 metros.

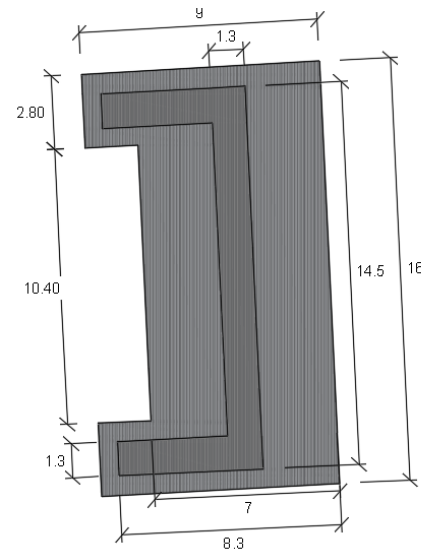


Figura 9. Planta de la cimentación del Estribo Izquierda

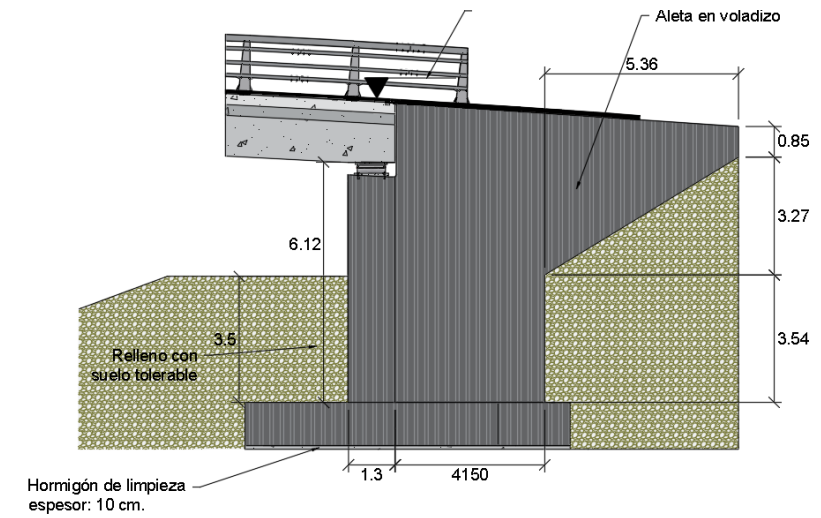


Figura 10. Alzado Estribo Derecho

El estribo a ambos lados será cerrado, con dos aletas en voladizo, cuyo ancho será al igual que el muro frontal de 1,3 metros. Además, se colocará un muro de guarda, que servirá para proteger la estructura del empuje de tierras que pueda originarse.

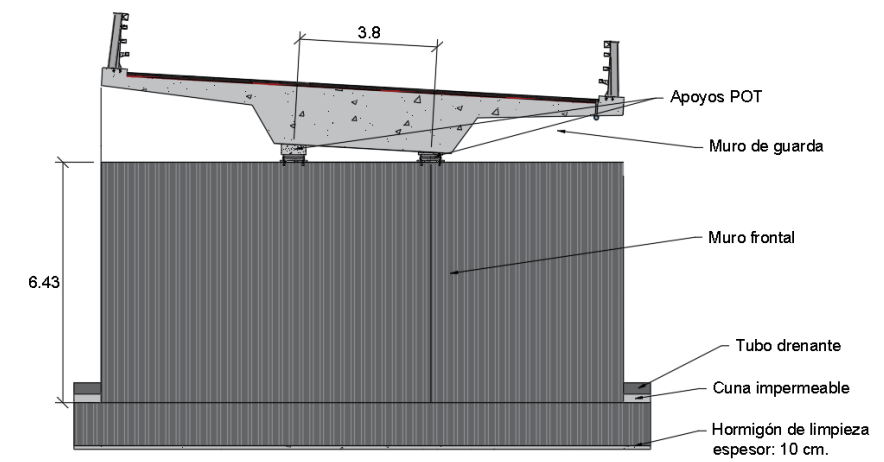


Figura 11. Vista frontal del Estribo Derecho

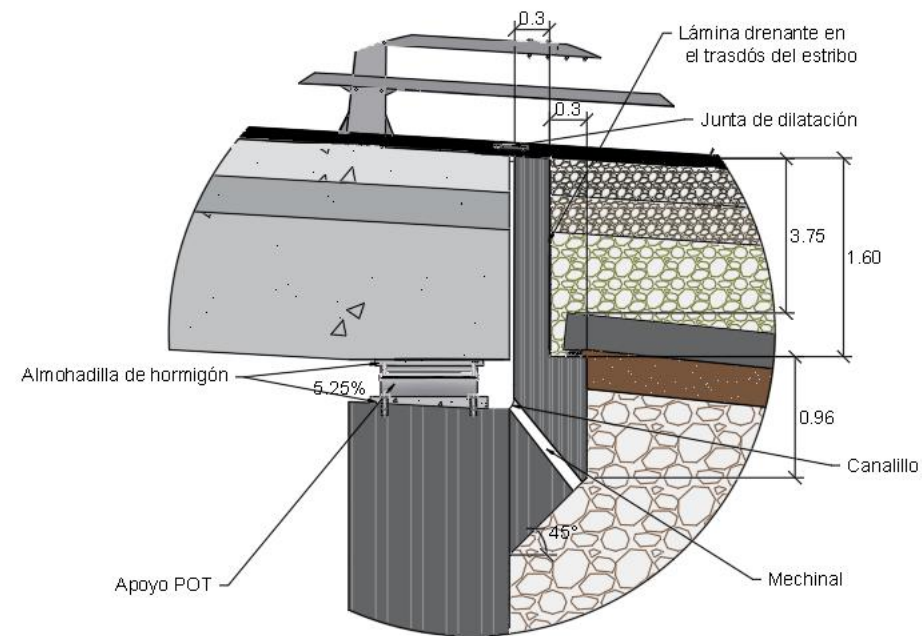


Figura 12. Detalle del apoyo elastomérico en el estribo derecho.

Por criterios funcionales y estructurales, la superestructura descansará sobre apoyos elastoméricos armados en el estribo izquierdo, mientras que en el apoyo central y en el estribo de la derecha, el tablero lo hará sobre apoyos tipo POT multidireccional y fijo respectivamente.

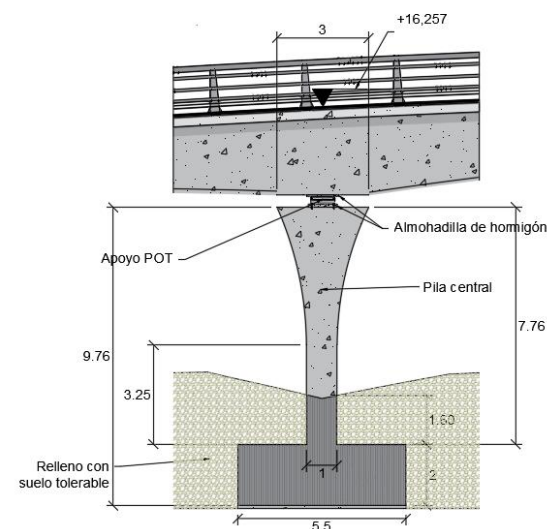


Figura 13. Alzado del Apoyo Central

Por último, la cimentación del apoyo central será cuadrada, de dimensiones 5,5 x 5,5 metros, mientras que el canto de ella será de 2 metros. El pilar será de forma cuadrada en planta, de dimensiones 1 x 1 metros, mientras que en la parte superior esta será de 3 x 3 metros.

11. PLAZO DE EJECUCIÓN

Para la obtención del plazo de ejecución se han planificado, en el "Anejo 08. Programa de obras", todas y cada una de las unidades de obra involucradas en la ejecución del mismo. La duración total es de 127 días laborables, aproximadamente 6 meses.

12. VALORACIÓN ECONÓMICA

Asciende el presupuesto total de ejecución material a la cantidad de UN MILLÓN SETECIENTOS DOCE MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y TRES con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS.

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DOS MILLONES QUINIENTOS CUARENTA Y OCHO MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y SIETE con CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS

Precio por metro cuadrado de estructura: 1,092.38 €/m²

13.CONCLUSIÓN

Con todo lo expuesto en la presente memoria, junto con los demás documentos que integran el presente diseño estructural del paso superior del enlace de acceso a Mercapalma sobre la Autopista de Llevant (Ma-19), T.M. del Coll d'en Rabassa (Mallorca), se considera lo suficientemente desarrollado, y se somete a la aprobación del Tribunal.

A Valencia, 13 de Septiembre de 2018,

Loa autores del proyecto:

Cornejo Leal, Felipe

Ortiz Verdú, Carlos