

UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS

# TRABAJO DE FIN DE GRADO

Título:

**ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA  
MEJORA DE LA INTERSECCIÓN EN EL PK  
18+400 DE LA CV-500 EN EL PERELLONET  
(VALENCIA)**

Autor:

**RICARDO PLANELLS GERALDO**

Curso: 2019/2020

Titulación: **Grado en Ingeniería Civil**

Tutora: **Ana María Pérez Zuriaga**



## INDICE

### DOCUMENTO N.º 1: MEMORIA Y APENDICES

#### ❖ MEMORIA

1. OBJETO DEL ESTUDIO .....	8
2. ANTECEDENTES.....	9
3. LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO .....	12
4. SITUACIÓN ACTUAL .....	13
4.1. Estudio del tráfico.....	13
4.1.1. Tipos de usuarios .....	13
4.1.2. Estimación de IMD por movimientos .....	14
4.1.3. Categoría del tráfico pesado .....	16
4.1.4. Nivel de servicio .....	16
4.2. Diseño Geométrico.....	19
4.2.1. Trazado en planta.....	20
4.2.2. Trazado en alzado .....	20
4.2.3. Sección transversal.....	21
4.2.4. Análisis de la visibilidad .....	21
4.3. Estado del firme.....	23
4.4. Señalización actual .....	25
4.5. Análisis de la seguridad vial.....	28
5. CONDICIONANTES.....	29
5.1. Planeamiento urbanístico .....	29
5.2. Geología y geotecnia .....	30
5.2.1. Información del terreno.....	30
5.2.2. Características del terreno .....	33
5.2.3. Aprovechamiento del material, categoría de la explanada y otros condicionantes.....	34
5.3. Hidrología .....	35
6. PROPUESTAS DE MEJORA DE LA INTERSECCIÓN .....	37
6.1. Alternativa 1.....	37
6.1.1. Descripción de la Alternativa .....	37
6.1.2. Estudio de funcionalidad del tráfico .....	41
6.1.3. Estudio de seguridad vial .....	42
6.1.4. Estimación de movimiento de tierras.....	42

6.1.5. Estimación económica .....	43
6.2. Alternativa 2 .....	45
6.2.1. Descripción de la Alternativa.....	45
6.2.2. Estudio de funcionalidad del tráfico.....	48
6.2.3. Estudio de seguridad vial .....	49
6.2.4. Estimación de movimiento de tierras .....	49
6.2.5. Estimación económica .....	50
6.3. Alternativa 3 .....	52
6.3.1. Descripción de la Alternativa.....	52
6.3.2. Estudio de funcionalidad del tráfico.....	54
6.3.3. Estudio de seguridad vial .....	55
6.3.4. Estimación del movimiento de tierras .....	55
6.3.5. Estimación económica .....	56
7. ELECCIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA.....	58
8. CONCLUSIONES.....	62
9. BIBLIOGRAFÍA .....	63

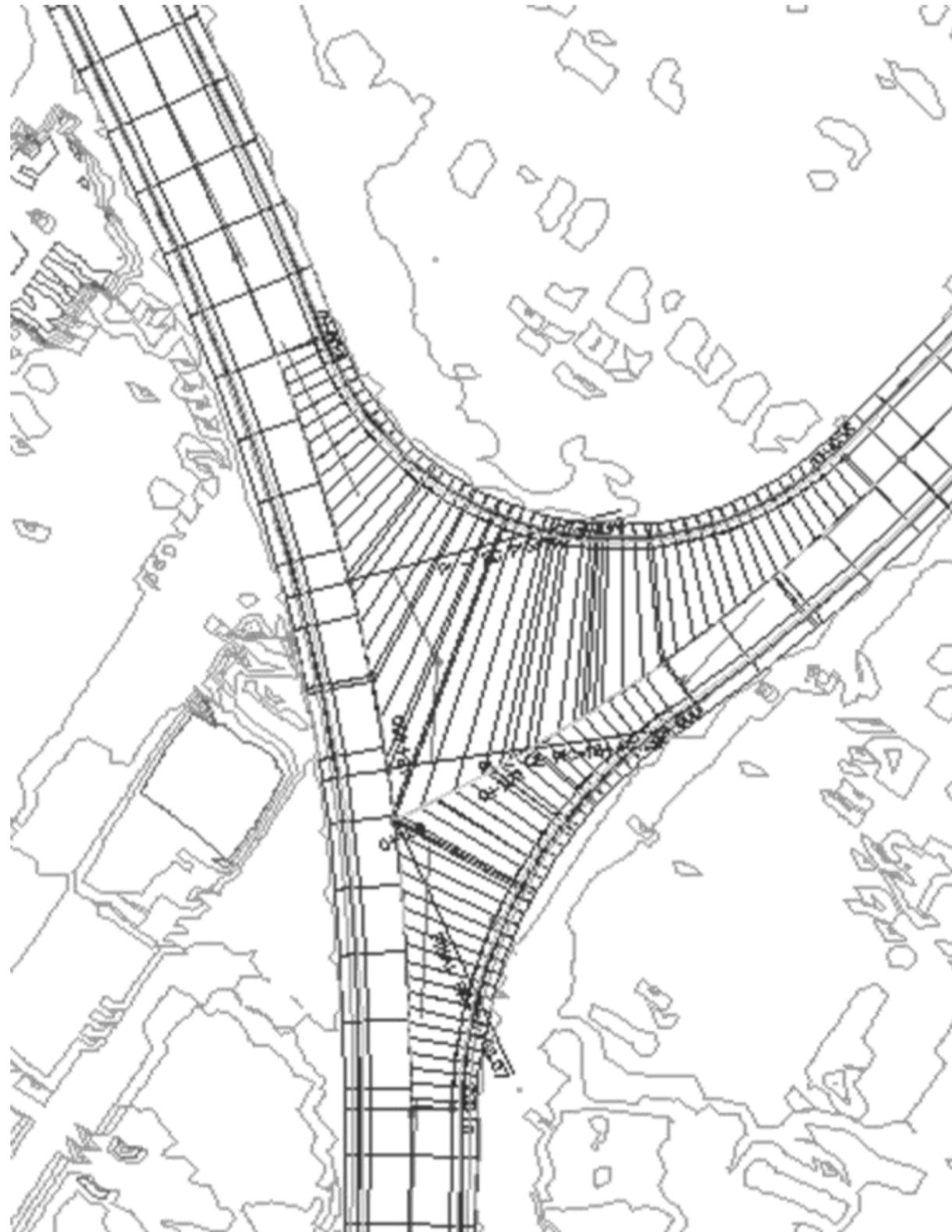
#### ❖ APENDICE GEOTECNICO Y GEOLOGICO

#### ❖ APENDICE DEL ESTUDIO DEL TRAFICO

#### ❖ APENCICE DE CALCULOS DE ANALISIS MULTICRITERIO

### DOCUMENTO N.º 2: PLANOS

0. SITUACION	
1. PERFILES LONGITUDINALES SITUACIÓN ACTUAL	
2. PLANO DE CONJUNTO. PROPUESTA DE MEJORA 1	
3. PLANO DE CONJUNTO. PROPUESTA DE MEJORA 1. SUPERFICIES Y PARCELAS DE EXPROPIACION	
4. PLANO DE CONJUNTO. PROPUESTA DE MEJORA 1. SUPERFICIE DE MOVIMIENTO DE TIERRAS.	
5. PLANO DE CONJUNTO. PROPUESTA DE MEJORA 2.	
6. PLANO DE CONJUNTO. PROPUESTA DE MEJORA 2. SUPERFICIES Y PARCELAS DE EXPROPIACION	
7. PLANO DE CONJUNTO. PROPUESTA DE MEJORA 2. SUPERFICIE DE MOVIMIENTO DE TIERRAS.	
8. PLANO DE CONJUNTO. PROPUESTA DE MEJORA 3	
9. PLANO DE CONJUNTO. PROPUESTA DE MEJORA 3. SUPERFICIES Y PARCELAS DE EXPROPIACION	
10. PLANO DE CONJUNTO. PROPUESTA DE MEJORA 3. SUPERFICIE DE MOVIMIENTO DE TIERRAS.	



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS

## UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Título:

**ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA MEJORA DE  
LA INTERSECCIÓN EN EL PK18+400 DE LA CV-500  
EN EL PERELLONET (VALENCIA)**

Autor:

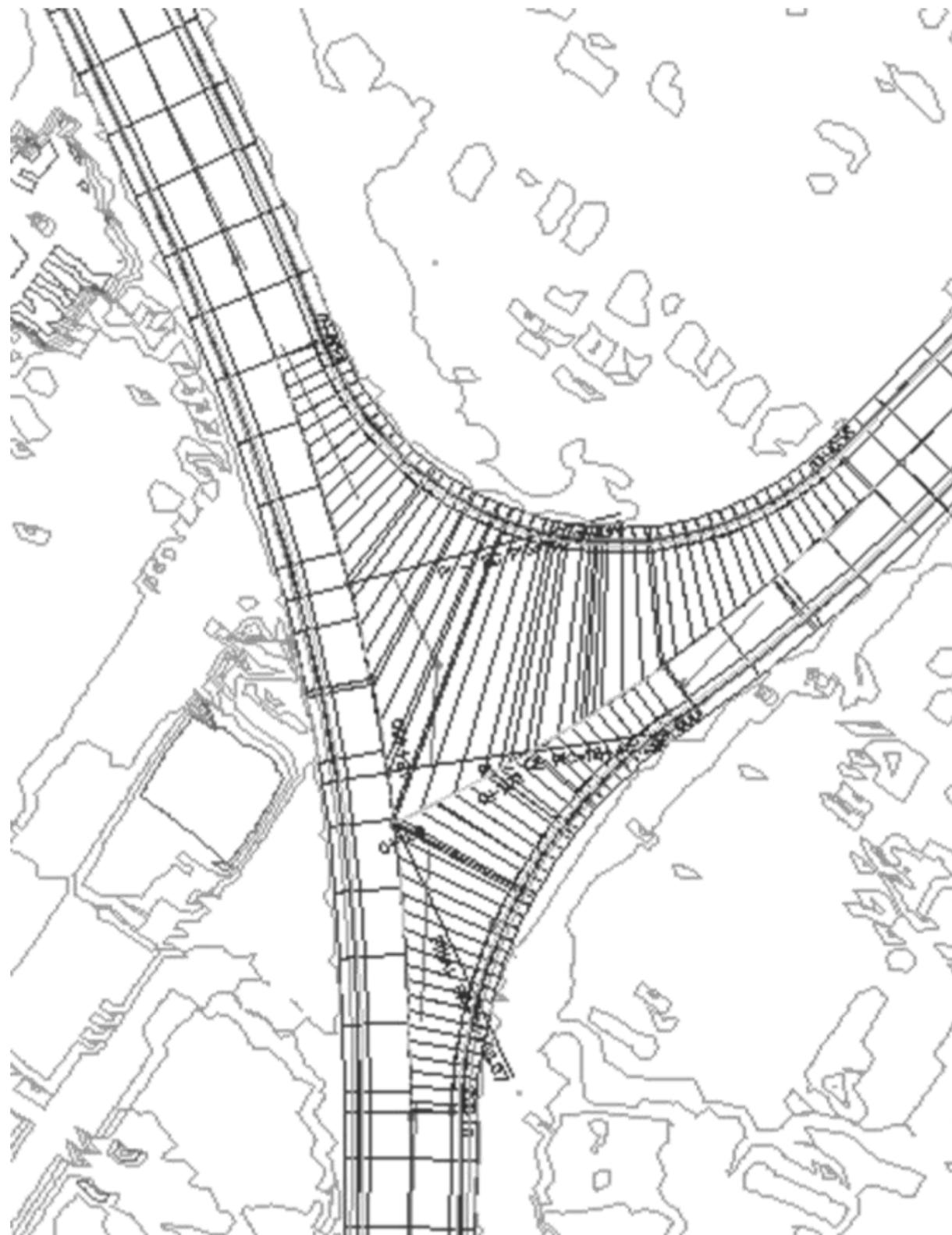
**RICARDO PLANELLS GERALDO**

Curso: **2019/2020**

Titulación: **Grado en Ingeniería Civil**

Tutora: **Ana María Pérez Zuriaga**

# **DOCUMENTO N.º 1: MEMORIA Y APENDICES**



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS

## UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Título:

### ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA MEJORA DE LA INTERSECCIÓN EN EL PK18+400 DE LA CV-500 EN EL PERELLONET (VALENCIA)

Autor:

**RICARDO PLANELLS GERALDO**

Curso: 2019/2020

Titulación: **Grado en Ingeniería Civil**

Tutora: **Ana María Pérez Zuriaga**

# MEMORIA



## INDICE

1. OBJETO DEL ESTUDIO.....	8	6.2.1. Descripción de la Alternativa.....	45
2. ANTECEDENTES.....	9	6.2.2. Estudio de funcionalidad del tráfico.....	48
3. LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO.....	12	6.2.3. Estudio de seguridad vial.....	49
4. SITUACIÓN ACTUAL.....	13	6.2.4. Estimación de movimiento de tierras.....	49
4.1. Estudio del tráfico.....	13	6.2.5. Estimación económica.....	50
4.1.1. Tipos de usuarios.....	13	6.3. Alternativa 3.....	52
4.1.2. Estimación de IMD por movimientos.....	14	6.3.1. Descripción de la Alternativa.....	52
4.1.3. Categoría del tráfico pesado.....	16	6.3.2. Estudio de funcionalidad del tráfico.....	54
4.1.4. Nivel de servicio.....	16	6.3.3. Estudio de seguridad vial.....	55
4.2. Diseño Geométrico.....	19	6.3.4. Estimación del movimiento de tierras.....	55
4.2.1. Trazado en planta.....	20	6.3.5. Estimación económica.....	56
4.2.2. Trazado en alzado.....	20	7. ELECCIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA.....	58
4.2.3. Sección transversal.....	21	8. CONCLUSIONES.....	62
4.2.4. Análisis de la visibilidad.....	21	9. BIBLIOGRAFÍA.....	63
4.3. Estado del firme.....	23		
4.4. Señalización actual.....	25		
4.5. Análisis de la seguridad vial.....	28		
5. CONDICIONANTES.....	29		
5.1. Planeamiento urbanístico.....	29		
5.2. Geología y geotecnia.....	30		
5.2.1. Información del terreno.....	30		
5.2.2. Características del terreno.....	33		
5.2.3. Aprovechamiento del material, categoría de la explanada y otros condicionantes.....	34		
5.3. Hidrología.....	35		
6. PROPUESTAS DE MEJORA DE LA INTERSECCIÓN.....	37		
6.1. Alternativa 1.....	37		
6.1.1. Descripción de la Alternativa.....	37		
6.1.2. Estudio de funcionalidad del tráfico.....	41		
6.1.3. Estudio de seguridad vial.....	42		
6.1.4. Estimación de movimiento de tierras.....	42		
6.1.5. Estimación económica.....	43		
6.2. Alternativa 2.....	45		



## INDICE FIGURAS

Figura 1: Peatón pasando por la intersección (Foto tomada el 12/06/2020) .....	9
Figura 2: Retención en CV-500 para ejecutar el giro a izquierdas (Foto tomada el 11/07/2020) .....	9
Figura 3: Imagen de la zona (Google maps).....	9
Figura 4: Imagen de la zona desde la CV-500 (Google maps) .....	10
Figura 5: Imagen de la zona desde la CV-500 (Google maps) .....	10
Figura 6: Imagen de la zona desde la intersección (Google maps).....	10
Figura 7: Retención en la intersección debido a cambio de sentido (Foto 11/07/2020) .....	10
Figura 8: Recorrido del autobús de la EMT en la zona de estudio (Google maps) .....	11
Figura 9: Cambio de sentido línea 25 EMT (Google maps).....	11
Figura 10: Titulas de periodico 2016 (Levante) .....	11
Figura 11: Titular de periódico 2018 (Levante).....	11
Figura 12: Artículo de periódico 2019 (Las provincias) .....	11
Figura 13: Artículo referido a quejas del vecindario (valenciaplaza) .....	11
Figura 14: Mapa del Perelló y Perellonet (www.PNOA.es).....	12
Figura 15: TABLA 2.3-A Dimensionamiento de los vehículos (3.1 IC Trazado).....	13
Figura 16: Vehículo Patrón característico en nudos de la situación actual (3.1 IC Trazado).....	13
Figura 17: Dimensiones vehículo patrón de la situación actual (3.1 IC Trazado).....	14
Figura 18: Localización de la Estación 500020 (Generalitat Valenciana) .....	14
Figura 19: IMD año 2019 (Excel).....	15
Figura 20: Movimientos posibles en la intersección para la obtención de la intensidad (elaboración propia)...	16
Figura 21: Categorías de tráfico pesado (Norma 6.1 IC Secciones de firme) .....	16
Figura 22: Metodología para intersecciones (HCM 2016).....	17
Figura 23: Ejemplo de flujos de tráfico (HCM-2000).....	17
Figura 24: Expresión para el cálculo del hueco crítico (Capacidad y Niveles de servicio en intersección, Javier Camacho) .....	17
Figura 25: Expresión para el cálculo del tiempo (Capacidad y Niveles de servicio en intersección, Javier Camacho) .....	18
Figura 26: Expresión de la capacidad potencial (Capacidad y Niveles de servicio en intersección HCM-2016, Javier Camacho) .....	18
Figura 27: Expresión probabilidad en cola, rango 2 (Capacidad y Niveles de servicio en intersección HCM-2016, Javier Camacho).....	18
Figura 28: Expresión para el cálculo de la demora en una intersección en T (Capacidad y Niveles de servicio en intersección HCM-2016, Javier Camacho).....	18
Figura 29: Clasificación de los niveles de servicio (Capacidad y Niveles de servicio en intersección HCM-2000, Javier Camacho).....	18
Figura 30: Cantidad de movimientos en la intersección (elaboración propia) .....	19
Figura 31: Criterios de trazado en planta para intersecciones (3.1 -IC TRAZADO).....	20
Figura 32: Características en planta (AutoCAD Civil 3d) .....	20
Figura 33: Trazado en planta indicando los PK de ambas carreteras (civil 3d).....	21
Figura 34: Perfil longitudinal de la unión de la carretera secundaria (AutoCAD Civil 3d) .....	21
Figura 35: Visibilidad de cruce en maniobras de giro a la izquierda desde la vía principal (3.1 – IC Trazado) 22	
Figura 36: Visibilidad de cruce en maniobras de giro a la izquierda desde la vía secundaria (3.1 – IC Trazado) .....	22
Figura 37: Simulación de la visibilidad de cruce en maniobras de giro a la izquierda desde la vía principal (AutoCAD Civil 3D).....	22

Figura 38: Simulación de la visibilidad de cruce en maniobras de giro a la izquierda desde la vía secundaria (AutoCAD Civil 3D).....	23
Figura 39: Buen estado del firme (foto tomada el 11/07/2020) .....	23
Figura 40: Esquema cimiento del firme (carreteros.org) .....	23
Figura 41: Tipos de suelos de la explanación o de la obra de tierra subyacente (Norma 6.1 IC Secciones de firme).....	23
Figura 42: Tipo de suelo de la explanada, en la zona de estudio (Norma 6.1 IC Secciones del firme).....	24
Figura 43: Tipos de firme según la categoría de tráfico pesado (Norma 6.1 IC Secciones de firme) .....	24
Figura 44: Tipo de firme elegido (Norma 6.1 IC Secciones de firme).....	24
Figura 45: Zona térmica estival (Norma 6.1 IC Secciones de firme).....	24
Figura 46: Zonas Pluviométricas (Norma 6.1 IC Secciones de firme).....	25
Figura 47: Espesor de mezclas bituminosas en caliente (Norma 6.1 IC Secciones de firme) .....	25
Figura 48: Capa mezcla bituminosa (elaboración propia) .....	25
Figura 49: Composición de la sección transversal de un carril de la CV-500 (elaboración propia, AutoCAD Civil 3d).....	25
Figura 50: Vista sentido Valencia (Google maps) .....	26
Figura 51: Vista sentido del perello aproximándose a la intersección .....	26
Figura 52: Vista en el carril esperando al giro (Google maps) .....	26
Figura 53: Vista alejada de la intersección 1 (Google maps).....	27
Figura 54: Vista alejada de la intersección 2 (Google maps).....	27
Figura 55: Vista desde la intersección (Google maps) .....	27
Figura 56: Vista desde la intersección (Google maps) .....	27
Figura 57: Señalización Resumida (Iberpix 4).....	28
Figura 58: Accidentes hasta 2008 (INFORME N.º 3: A1. ESTADO DE LA TÉCNICA T.1.3 ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL) .....	28
Figura 59: Imagen 1953 de la zona de estudio (Institut Cartografic Valencia).....	29
Figura 60: Usos del suelo del Perellonet ( <a href="https://visor.gva.es/visor/">https://visor.gva.es/visor/</a> ) .....	29
Figura 61: Usos del suelo en la intersección (( <a href="https://visor.gva.es/visor/">https://visor.gva.es/visor/</a> ) .....	29
Figura 62: Propiedad de las parcelas (sedecatastro.gob.es) .....	29
Figura 63: Superficie total Descampado 1 (Visor cartografico) .....	30
Figura 64: Superficie total descampado 2 (visor cartografico) .....	30
Figura 65: Terreno zona de estudio (Mapa Geotécnico: Sueca; hoja 747, 29-29 Mapa Geológico de España) 31	
Figura 66: Mapa de peligrosidad sísmica, con la zona señalada (NSCE-02) .....	31
Figura 67: Distancia sondeo Sollana-Perellonet (www.igme.es).....	32
Figura 68: Distancia sondeo Carlet-Perellonet (www.igme.es).....	32
Figura 69: Espesores del terreno (infoIgme.es) .....	33
Figura 70: Características del Terreno (María Elvira Garrido).....	33
Figura 71: Criterios clasificación del suelo PG3 (Asignatura de caminos, Poliformat).....	34
Figura 72: Esquema cimiento del firme (carreteros.org) .....	34
Figura 73: Valores para definir la categoría de la explanada (Norma 6.1 IC secciones del firme).....	34
Figura 74: Ubicación de las canteras más próximas (Google maps).....	35
Figura 75: Mapa de Peligrosidad de inundación de la zona de estudio (Ministerio de fomento) .....	35
Figura 76: Obra de drenaje, sumidero en la CV-500 (Google Maps).....	35
Figura 77: Drenaje existente en la CV-500 (PROYECTO DE MEJORA DE INTERSECCIÓN. CONSTRUCCIÓN DE GLORIETA EN LA INTERSECCIÓN DE LAS CARRETERAS N-611 Y CA-302 EN EL ALTO DE SAN MATEO) .....	36
Figura 78: Dimensiones de un autobús articulado en metros (3.1.- IC TRAZADO) .....	37
Figura 79: Autobús articulado Línea 25 El Perellonet (www.enautobusporvalencia.blogspot.com).....	37



Figura 80: Trayectorias del vehículo patrón en la alternativa 1 (Elaboración propia, AutoCAD Civil 3d).....	37
Figura 81: Imagen de la alternativa 1 (Elaboración propia, AutoCAD Civil 3d) .....	38
Figura 82: Sección de la calzada anular (3.1. IC-Trazado) .....	38
Figura 83: Pendientes de la glorieta y elementos de drenaje (norma 5.2-IC Drenaje Superficial) .....	38
Figura 84: Área de expropiación alternativa 1 (Elaboración propia, AutoCAD Civil 3d) .....	39
Figura 85: Espacio disponible para aparcamientos de la alternativa 1 (Elaboración propia, AutoCAD Civil 3d) .....	39
Figura 86: Plan de obra alternativa 1 (elaboracion propia) .....	40
Figura 87: Expresión para obtener la capacidad en glorieta de un carril (Poliformat) .....	41
Figura 88: Expresión de demora en glorietas (Poliformat) .....	41
Figura 89: Movimientos para el NS de la alternativa 1 (elaboración propia, AutoCAD Civil 3d).....	42
Figura 90:CRF alternativa 1( <a href="http://www.cmfclearinghouse.org/results.cfm">http://www.cmfclearinghouse.org/results.cfm</a> ) .....	42
Figura 91: Movimiento de tierras, alternativa 1 (elaboración propia, AutoCAD Civil 3d) .....	43
Figura 92: Obras de drenaje alternativa 1 (elaboración propia, AutoCAD).....	43
Figura 93:: Trayectoria del vehículo patrón de la alternativa 2 (elaboración propia, AutoCAD civil 3d).....	45
Figura 94:Imagen de la alternativa 2 (elaboración propia, AutoCAD civil 3d) .....	45
Figura 95: Cumplimiento alternativa 2 del apartado 8.3 de la norma 3.1 IC Trazado (elaboración propia) .....	46
Figura 96: Alternativa 2 (elaboración propia, AutoCAD Civil 3d) .....	46
Figura 97:Área de expropiación alternativa 2 (elaboración propia, AutoCAD Civil 3d) .....	47
Figura 98: Espacio disponible para aparcamientos de la alternativa 2 (elaboración propia, AutoCAD Civil 3d) .....	47
Figura 99: Plan de obra alternativa 2 (elaboración propia Excel).....	48
Figura 100: Volúmenes de tráfico propuesta de mejora 2 (AutoCAD Civil 3d) .....	48
Figura 101: Expresiones para calcular la capacidad real de un movimiento de 2 pasos (Capacidad y Niveles de servicio en intersección HCM-2016, Javier Camacho).....	48
Figura 102:CRF alternativa 2 ( <a href="http://www.cmfclearinghouse.org/results.cfm">http://www.cmfclearinghouse.org/results.cfm</a> ) .....	49
Figura 103: Movimiento de tierras alternativa 2 (elaboración propia, AutoCAD Civil 3d) .....	49
Figura 104:Alternativa 3 (elaboración propia, AutoCAD) .....	52
Figura 105: Sección de la calzada anular (3.1. IC-Trazado) .....	52
Figura 106: Pendientes de la glorieta y elementos de drenaje (norma 5.2-IC Drenaje Superficial) .....	52
Figura 107:Área de expropiación alternativa 3 (Elaboración propia, AutoCAD) .....	53
Figura 108: Espacio disponible para aparcamientos de la alternativa 3 (Elaboración propia, AutoCAD) .....	53
Figura 109: Plan de obra alternativa 2 (elaboración propia Excel).....	54
Figura 110: Expresión para obtener la capacidad en glorieta dos carriles (Poliformat) .....	55
Figura 111:CRF alternativa 3 ( <a href="http://www.cmfclearinghouse.org/results.cfm">http://www.cmfclearinghouse.org/results.cfm</a> ) .....	55
Figura 112: Movimiento de tierras alternativa 2 (elaboración propia, AutoCAD Civil 3d) .....	56
Figura 113:Ejemplo de estructura jerárquica AHP (Blog de Víctor Yepes) .....	58
Figura 114: Escala de comparación por pares, Saaty (Blog de Víctor Yepes) .....	58
Figura 115:Expresiones para obtener la consistencia (Blog de Víctor Yepes).....	58
Figura 116: Porcentajes máximos de consistencia (Blog de Víctor Yepes) .....	58
Figura 117: Expresión para la obtención de pesos (Blog de Víctor Yepes) .....	59
Figura 118: Solucion escogida (Autocad civil 3d).....	62



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Intensidad media diaria 2015-2019 (Generalitat Valenciana) .....	14
Tabla 2: Intensidades estación 500020, año 2019 (Generalitat Valenciana) .....	15
Tabla 3: IMD 2019 (Generalitat Valenciana) .....	15
Tabla 4: Incrementos de tráfico a utilizar en estudios. Fuente: Orden FOM/3317/2010. ....	15
Tabla 5: IMD año horizonte (elaboración propia) .....	15
Tabla 6: Cuarto de hora más cargado (elaboración propia).....	18
Tabla 7: Volumen de movimientos en el año horizonte (elaboración propia, Excel) .....	19
Tabla 8: Niveles de servicio caso más desfavorable de la intersección actual (elaboración propia, Excel) .....	19
Tabla 9: Nivel de servicio de la intersección actual el 21/06/2020 (elaboración propia, Excel) .....	19
Tabla 10: Estado de alineaciones en amarillo la curva donde se encuentra la intersección (AutoCAD Civil 3d) .....	20
Tabla 11: Parcelas a expropiar alternativa 1 (Sede catastro).....	39
Tabla 12:Niveles de servicio caso más desfavorable de la propuesta de mejora 1 (elaboración propia, Excel) 42	42
Tabla 13:Nivel de servicio de la intersección actual el 21/06/2020 (elaboración propia, Excel) .....	42
Tabla 14:Estimación económica alternativa 1 (elaboración propia) .....	44
Tabla 15: Parcelas a expropiar alternativa 2 (Sede catastro).....	46
Tabla 16: Niveles de servicio caso más desfavorable de la propuesta de mejora 2 (elaboración propia, Excel)49	49
Tabla 17: Nivel de servicio de la intersección actual el 21/06/2020 (elaboración propia, Excel) .....	49
Tabla 18: Estimación económica alternativa 2 (elaboración propia).....	51
Tabla 19: Parcelas a expropiar alternativa 3 (Sede catastro).....	53
Tabla 20:Niveles de servicio caso más desfavorable de la propuesta de mejora 3 (elaboración propia, Excel) 55	55
Tabla 21:Nivel de servicio de la intersección actual el 21/06/2020 (elaboración propia, Excel) .....	55
Tabla 22: Estimación económica alternativa 3 (elaboración propia).....	57
Tabla 23:Matriz de decisión de las variables (elaboración propia).....	59
Tabla 24:Pesos de las variables (elaboración propia).....	59
Tabla 25:Datos de la variable 1 (elaboración propia) .....	59
Tabla 26:Matriz de decisión de las alternativas, respecto a la variable 1 (elaboración propia) .....	59
Tabla 27:Pesos de las alternativas respecto a la variable 1 (elaboración propia) .....	59
Tabla 28:Datos de la variable 2 (elaboración propia) .....	59
Tabla 29:Matriz de decisión de las alternativas, respecto a la variable 2 (elaboración propia).....	60
Tabla 30: Pesos de las alternativas respecto a la variable 2 (elaboración propia) .....	60
Tabla 31:Datos de la variable 3 (elaboración propia) .....	60
Tabla 32:Matriz de decisión de las alternativas, respecto a la variable 3 (elaboración propia).....	60
Tabla 33:Pesos de las alternativas respecto a la variable 3 (elaboración propia) .....	60
Tabla 34:Datos de la variable 4 (elaboración propia) .....	60
Tabla 35:Matriz de decisión de las alternativas, respecto a la variable 4 (elaboración propia).....	60
Tabla 36:Pesos de las alternativas respecto a la variable 3 (elaboración propia) .....	61
Tabla 37:Datos de la variable 5 (elaboración propia) .....	61
Tabla 38:Matriz de decisión de las alternativas, respecto a la variable 5 (elaboración propia).....	61
Tabla 39:Pesos de las alternativas respecto a la variable 5 (elaboración propia) .....	61
Tabla 40:Datos de la variable 6 (elaboración propia) .....	61
Tabla 41:Matriz de decisión de las alternativas, respecto a la variable 6 (elaboración propia).....	61
Tabla 42:Pesos de las alternativas respecto a la variable 6 (elaboración propia) .....	61



## 1. OBJETO DEL ESTUDIO

El presente estudio denominado, **ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA MEJORA DE LA INTERSECCIÓN EN EL PK18+400 DE LA CV-500 EN EL PERELLONET (VALENCIA)** tiene como objetivo servir como trabajo para la obtención del título del Grado en Ingeniería Civil, en él se pretende elegir de manera lo más objetiva posible la actuación más adecuada que se debería llevar a cabo en el punto de intersección.

Al ser un trabajo de fin de grado de Ingeniería Civil, el alumno no cuenta con la totalidad de los medios para la obtención de la información. Por ello se intentó que las suposiciones y justificaciones estén lo mejor explicadas posibles y tengan la máxima veracidad posible para la elaboración del trabajo.

Se trata de la elaboración de un estudio para la mejora de la seguridad vial y comodidad de los usuarios en una intersección localizada en el Perellonet (Valencia), cuyas características funcionales y estéticas no se adecuan con el entorno y ha propiciado el reclamo por parte de los residentes, de la ejecución de mejoras en la vía.

Al estar construida ya la intersección, se analizó su geometría actual y posibles condicionantes (funcionales, hidrológicos y urbanísticos) a tener en cuenta para poder comparar con las propuestas de mejora. Estos condicionantes incluyen desde análisis del tráfico hasta estudios geotécnicos y geológicos o cualquier otro estudio que pueda influir en la elaboración de una posible alternativa.

Una vez expuestos los condicionantes y presentada la intersección, se procedió a presentar una serie de alternativas para mejorar la seguridad vial y su comodidad, describiéndolas, comparándolas y haciendo una estimación económica de cada una.

Finalmente, se eligió lo más objetivamente posible y estableciendo unos criterios ya vistos durante el estudio, la alternativa más adecuada.

## 2. ANTECEDENTES

El tiempo avanza y las vías de transporten tienen que adaptarse a las nuevas características que surgen en el entorno. La CV-500 fue construida en los años 60 sustituyendo a la "Carrera del Riu" (Carrera del Río), que era el camino tradicional desde Valencia a El Saler y a las demás pedanías de los Poblados del Sur. Sustituyendo también a las carreteras locales VV-1043, que unía El Saler y El Perelló, y a la VP-1041, que unía Sueca y El Perelló.

Su ampliación fue debida sobre todo al gran aumento de personas que acudían a las playas y a los diversos apartamentos de verano (segundas residencias) que se construyeron en plena dehesa del Saler, un bosque mediterráneo situado entre la Albufera y el mar, antes de su protección como parque natural.

Actualmente consta de 30 Kilómetros de los cuales los seis primeros son una autovía y los restantes pasan a ser una carretera convencional de calzada única con un carril para cada sentido de la circulación. La vía comunica Valencia con Sueca y los Poblados del sur que se tratan de siete poblaciones anexionadas a Valencia, que se consideran como barrios. La carretera también es utilizada para acudir a residencias del sur

Sobre una intersección en de la vía, se han detectado los siguientes problemas:

- **Falta de paso peatonal en la intersección**

El tramo presenta dos aceras en sus extremos por donde circula los peatones, a veces son aprovechados para la práctica del running. Los habitantes al cruzar por la intersección corren riesgo de atropello al no haber ninguna marca vial que se lo habilite.



Figura 1: Peatón pasando por la intersección (Foto tomada el 12/06/2020)

- **Retenciones en el periodo estival**

En los periodos estivales la CV-500 es bastante transitada para ir a zonas de veraneo tales como Sueca, el Mareny, Les Palmeres, Cullera o para otras residencias, para ello se tiene la opción de utilizar esta vía. Se observa que la intersección al no tener carril de almacenamiento de vehículos para el giro a la izquierda en dirección hacia el Perello provoca cierto tiempo de espera en el carril único principal.



Figura 2: Retención en CV-500 para ejecutar el giro a izquierdas (Foto tomada el 11/07/2020)

- **Adecuación con el entorno del tramo**

Después de la parada de autobuses hasta el puente, hay una zona no urbanizada, llena de vegetación, además del hecho de ver a la gente cruzando por la carretera.



Figura 3: Imagen de la zona (Google maps)



Figura 4: Imagen de la zona desde la CV-500 (Google maps)



Figura 6: Imagen de la zona desde la intersección (Google maps)

- **Falta de cambios de sentido en las proximidades**

Desde la entrada del Perellonet, por la glorieta en el kilómetro 15 hasta les Palmeres en el kilómetro 21, no hay ninguna posibilidad de cambio de sentido en la vía. Las únicas posibilidades para hacer un cambio de sentido consisten en entrar por algún acceso y buscar una salida para cambiar de sentido.



Figura 5: Imagen de la zona desde la CV-500 (Google maps)



Figura 7: Retención en la intersección debido a cambio de sentido (Foto 11/07/2020)

- **Situación molesta para el servicio de la EMT**

La línea 25, Valencia-El Palmar/El Perelló, operativa todo el año de 7:00 a 22:00, tenía la última parada en el Perellonet, pero al no haber un cambio de sentido cerca, el vehículo se veía obligado a continuar unos 500 metros hasta el Perelló, para ejecutar el cambio de sentido dentro del pueblo. En marzo de 2019, se decidió disponer de una parada adicional en el Perelló.

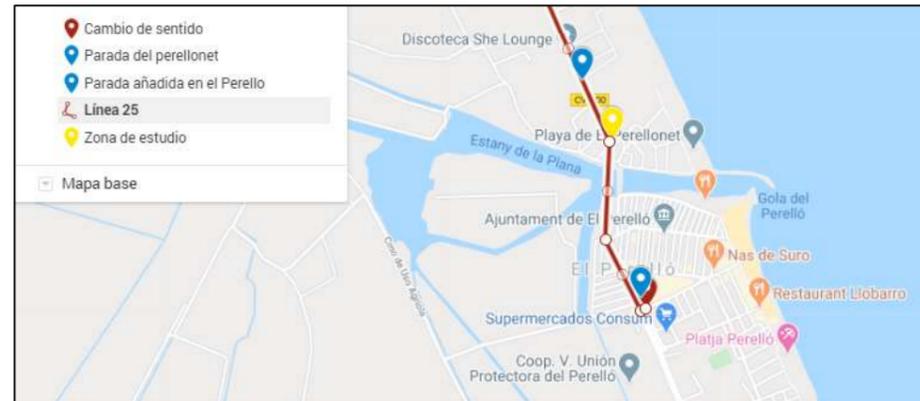


Figura 8: Recorrido del autobús de la EMT en la zona de estudio (Google maps)

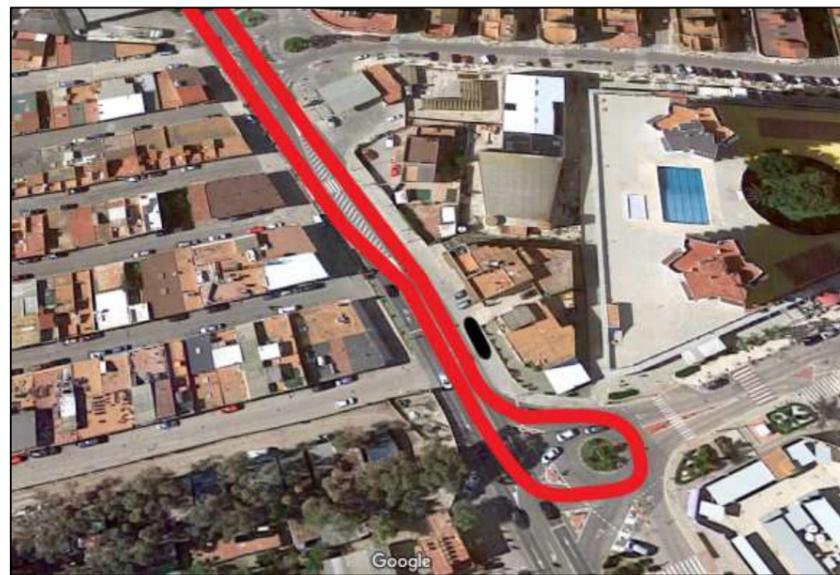


Figura 9: Cambio de sentido línea 25 EMT (Google maps)

- **Reclamo del vecindario**

Según el periódico el Levante en 2016: “El ayuntamiento pide a Conselleria una rotonda en la Gola Blanca.” En 2018: “el ayuntamiento de Valencia ha solicitado a la Conselleria de Vivienda, Obras Públicas, y Vertebración del Territorio que construya una rotonda en la CV-500 a su paso por la Gola Blanca del Perellonet.”. Recientemente se han producido manifestaciones por gente de los poblados del sur en la Plaza del ayuntamiento de Valencia, por la mala gestión en las actuaciones que se han realizado o se pretenden realizar en la CV-500. A continuación, se muestran diversos titulares referidos a este tema:



Figura 10: Titulas de periódico 2016 (Levante)



Figura 11: Titular de periódico 2018 (Levante)

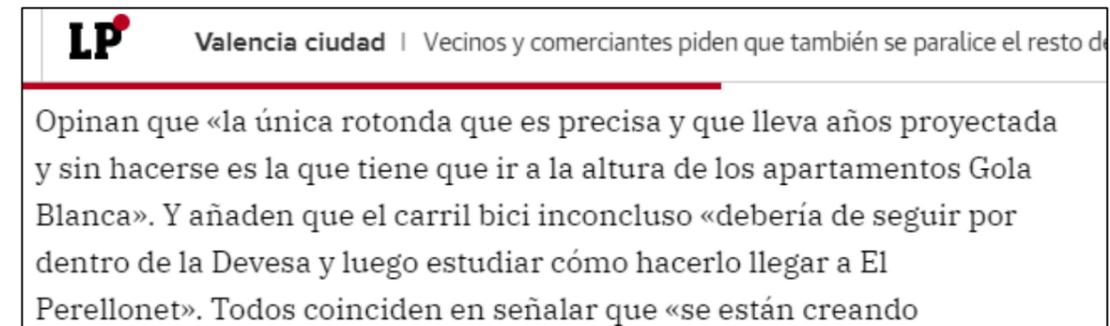


Figura 12: Artículo de periódico 2019 (Las provincias)



Figura 13: Artículo referido a quejas del vecindario (valenciaplaza)

### 3. LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

La intersección se encuentra en el Km 18+400 de la CV-500, en la población del Perellonet (Valencia), justo antes de la Gola del Perelló, donde hay un puente que lo conecta con la población del Perelló.

El Perellonet es una pedanía en la Huerta de Valencia, que consta de 1404 habitantes registrados en 2018, con una superficie de 4940 km<sup>2</sup>. Limita por el norte con la gola (garganta o canal navegable) de El Perellonet y por el sur con la gola de el Perelló (Sueca).

Por otra parte, El Perelló se encuentra a 23 km de la capital de la provincia (Valencia). Su población es de 2.200 habitantes, llegándose a multiplicar por 10 en la temporada de verano (julio y agosto).



Figura 14: Mapa del Perelló y Perellonet ([www.PNOA.es](http://www.PNOA.es))

El Perellonet depende del Ayuntamiento de Valencia en consideración de barrio del distrito de Poblados del Sur. Sin embargo, dada su condición de poblamiento rural, cuenta de acuerdo con la leyes estatales y autonómicas pertinentes, con un alcalde de barrio encargado de velar por el buen funcionamiento del barrio y de las relaciones cívicas, firmar informes y elevar al ayuntamiento de la ciudad las propuestas, sugerencias, denuncias y reclamaciones de los vecinos.

## 4. SITUACIÓN ACTUAL

Se analizarán aspectos geométricos, estructurales y referidos al tráfico de la intersección actual.

### 4.1. Estudio del tráfico

Saber los vehículos que pasan por una intersección, ayuda a cuantificar y poder valorar si una solución puede ser óptima o no, es por ello que el siguiente apartado tratará de evaluar los tipos de vehículo que transitan por la intersección, la cantidad, y la capacidad de la intersección de la actual. Para caracterizar la zona del estudio se han extraído mapas y datos referidos al tráfico de los siguientes medios:

- La página de la Generalitat Valenciana, facilitados por la Conselleria de Política Territorial, Obras Públicas y Movilidad. Mapas de tráfico y datos referidos a la IMD (Intensidad media diaria).
- Publicaciones:
  - “Reglamentación sobre vehículos pesados prioritarios, especiales, de transporte de personas y mercancías y tramitación administrativa, por la Dirección General de Tráfico (DGT), edición 2015.

#### 4.1.1. Tipos de usuarios

Establecer el tipo de usuarios y vehículos es una parte fundamental del diseño de una carretera, no todos los usuarios se desplazan en el mismo tipo de vehículo, ni todos los vehículos presentan las mismas características. Es por ello que en este apartado del trabajo se mostraran los tipos de vehículos que transitan habitualmente por la CV-500.

A los efectos de sus dimensiones, entre los definidos en el Reglamento General de Vehículos se considerarán los vehículos de motor no acondicionados que figuran en la Tabla 2.3-A

CARACTERÍSTICA	TURISMO	FURGÓN	AUTOBÚS RÍGIDO <sup>1</sup>	AUTOBÚS ARTICULADO	CAMIÓN LIGERO <sup>2</sup>	VEHÍCULO ARTICULADO		TREN DE CARRETERA	
						TRACTORA	SEMI-REMOLQUE <sup>3</sup>	CAMIÓN	REMOLQUE <sup>4</sup>
Anchura	1,80	2,05	2,55		2,45 / 2,55 <sup>5</sup>	2,44	2,55	2,45	2,55
Longitud	4,80	6,35	15,00	18,75	10,55	6,30	13,60	10,50	7,25
						16,50		18,75	
Altura		2,76	4,20	4,20	4,00 / 4,50	2,79	4,50	2,79 / 4,50	4,50
Voladizo delantero	1,00	0,95	2,65	2,75	1,40	1,40		1,40	1,30
Batalla	#1	2,80	4,00	7,45	6,15	6,25	3,90		5,00
	#2			1,40	7,20			5,65	
	#3							1,30	
	#4							1,30	
Voladizo trasero	1,00	1,40	3,50	2,65	2,90		2,95		2,95
Posición del pivote <sup>6</sup>				2,00 / 5,20		3,20/0,70		1,40 / 5,30	

<sup>1</sup> El de tres ejes, que resulta el más restrictivo.  
<sup>2</sup> Se especifica la dimensión de la cabina y de la caja.  
<sup>3</sup> El semirremolque dispone de tres ejes, y puede circular con el más adelantado anulado.  
<sup>4</sup> Los ejes de los remolques adoptan diversas configuraciones. El seleccionado corresponde a dos ejes centrados en la caja; pero los ejes se pueden situar también en los extremos de la caja. También se puede disponer de tres ejes, y de un pivote de giro.  
<sup>5</sup> La primera cifra representa la dimensión de la cabina, la segunda la de la caja.  
<sup>6</sup> La primera cifra corresponde a la distancia del pivote al eje que está delante de él, y la segunda al eje que está detrás. Por lo tanto, la suma de las dos cifras es la distancia o batalla entre esos dos ejes, en la que está posicionado el pivote.

Figura 15: TABLA 2.3-A Dimensionamiento de los vehículos (3.1 IC Trazado)

En cuanto a la clasificación en vehículos pesados y ligeros, se diferenciarán esta clase de vehículos según lo publicado en la edición de 2015 “Reglamentación sobre vehículos pesados prioritarios, especiales, de transporte de personas y mercancías y tramitación administrativa, por la Dirección General de Tráfico (DGT).

“El Reglamento de la Ley de Ordenación y Transportes Terrestres (Real Decreto 1211/1990, de 28 de septiembre) considera pesados a los vehículos automóviles especialmente acondicionados para el transporte de mercancías cuyo peso máximo autorizado sea superior a 6 toneladas y cuya capacidad de carga exceda de 3,5 toneladas (art.47).”

Una vez establecidos los criterios del dimensionamiento y clasificación de los vehículos se procede a enumerar los tipos de vehículos que circulan por la intersección:

- **Turismos**
- **Motocicletas**
- **Bicicletas**
- **Camiones ligeros**
- **Furgón**
- **Tractores y maquinaria agrícola**

Para escoger el vehículo patrón de la intersección actual, se hace uso de la norma 3.1 Trazado, la cual muestra en el capítulo 10: Nudos, la siguiente tabla

CIRCUNSTANCIAS DE LA EXPLOTACIÓN		ORDINARIAS
Autopistas y autovías	Enlaces entre autopistas y/o autovías	Tren de carretera
	Enlaces en autopistas y/o autovías que permiten el cambio de sentido o que conectan con carreteras convencionales con accesos a núcleos industriales o comerciales	
	Intersecciones que forman parte de un enlace en autopistas y/o autovías en otras circunstancias	Vehículo articulado
Carreteras convencionales y multicarril	Enlaces	Vehículo articulado
	Intersecciones en C-100, C-90 y C-80	Vehículo articulado
	Intersecciones en C-70, C-60, C-50 y C-40	Camión ligero
	Accesos	Según la función a desempeñar por las vías que se conectan

Figura 16: Vehículo Patrón característico en nudos de la situación actual (3.1 IC Trazado)



Figura 17: Dimensiones vehículo patrón de la situación actual (3.1 IC Trazado)

#### 4.1.2. Estimación de IMD por movimientos

Gran parte del diseño y funcionalidad de una carretera depende de la cantidad de vehículos que transitan por ella. Para cuantificar la demanda del tráfico se usan estaciones de aforo, encargadas de contabilizar el número de vehículos que pasan por un punto concreto en un periodo de tiempo establecido, la IMD (intensidad media diaria). Existen diversos tipos de estaciones: Permanentes, de control (primarias o secundarias) o de cobertura.

Para cuantificar la IMD de la zona de intersección de la forma más aproximada posible se han extraído datos que proporciona la Generalitat Valenciana. En este apartado se intentará cuantificar el tráfico tanto en la zona de la intersección en la CV-500, como en la carretera secundaria que da acceso a una zona de apartamentos y aparcamientos.

- **Carretera principal: CV-500**

Las estaciones de aforo que se pueden encontrar en la CV-500, son las siguientes:



Figura 18: Localización de la Estación 500020 (Generalitat Valenciana)

La estación escogida para analizar el tráfico en la CV-500 es la 500020, localizada en el PK 10+580 y con fin en el PK 21+400. Es una estación de control secundaria (aforos continuos 1 o días 2 laborables, 24 horas/días - intervalo de repetición cada 2 meses).

		INTENSIDAD MEDIA DIARIA / INTENSITAT MITJANA DIÀRIA IMD 2015-2019															
CV	Tramo	Pk Ini	Inicio	Pk Fin	Fin	Calzad	Pk Est	2015	%P	2016	%p2	2017	%p3	2018	%p4	2019	%p5
CV-500	500010	0+000	V-30	6+440	CV-401	Aut.	3+025	15.326	1,0%	14.390	1,1%	16.449	1,6%	15.213	1,4%	15.234	1,3%
CV-500	500015	6+440	CV-401	10+720	Exida El Palmar	Conv.	8+200	16.310	2,8%	15.510	3,1%	15.976	2,2%	16.481	2,2%	16.066	2,6%
CV-500	500020	10+720	Exida Palmar	18+580	Gola del Perelló	Conv.	11+300	10.480	2,8%	9.619	2,5%	10.428	2,4%	10.219	2,1%	9.602	3,1%
CV-500	500030	18+580	Gola del Perelló	21+400	CV-502	Conv.	21+075	8.378	2,3%	7.149	2,5%	7.749	2,7%	8.718	2,6%	8.381	2,2%
CV-500	500040	21+400	CV-502	27+500	Sueca Nord	Conv.	25+200	7.463	2,1%	5.912	2,0%	7.321	1,9%	7.485	1,8%	7.556	1,8%
CV-500	500286	27+500	Sueca Nord	28+820	N-332a	Conv.	28+600	8.574	-	8.633	-	10.271	-	9.522	-	10.308	-

Tabla 1: Intensidad media diaria 2015-2019 (Generalitat Valenciana)

Se observa que no ha variado mucho el número de vehículos a lo largo de los últimos 5 años en la zona de estudio, la intensidad media diaria este en torno a 10.500 vehículos/día y 9.500 vehículos/día. Por lo tanto, no ha habido variaciones en los datos y se tomara como valor los datos del año 2019. Posteriormente se extraen datos más concretos de la estación:

Meses	Dia Model			Laborable			Dissabte			Diumenge		
	Int.	Pes	%P	Int.	Pes	%P	Int.	Pes	%P	Int.	Pes	%P
Enero	0	0	0	5917	167	2,8	0	0	0	0	0	0
Febrero	7245	275	3,8	6628	203	3,1	9638	509	5,3	7942	401	5
Marzo	7583	268	3,5	6843	231	3,4	9124	399	4,4	9743	325	3,3
Abril	9634	287	3	8744	268	3,1	12,149	344	2,7	11574	334	2,9
Mayo	8490	280	3,3	7712	262	3,4	10135	273	2,7	10740	374	3,5
Junio	10214	287	2,8	9130	259	2,8	13507	285	2,1	12346	434	3,5
Julio	17470	555	3,2	17544	591	3,4	18207	455	2,5	16364	472	2,9
Agosto	17486	433	2,5	17524	375	2,1	17637	583	3,3	17,147	570	3,3
Septiembre	11053	214	1,9	10373	209	2	12709	191	1,5	12796	265	2,1
Octubre	6484	161	2,5	5708	154	2,7	9150	253	2,8	7698	107	1,4
Noviembre	6281	174	2,8	6060	199	3,3	6667	115	1,7	7001	107	1,5
Diciembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>IMD 2019</b>	<b>9602</b>											

Tabla 2: Intensidades estación 500020, año 2019 (Generalitat Valenciana)

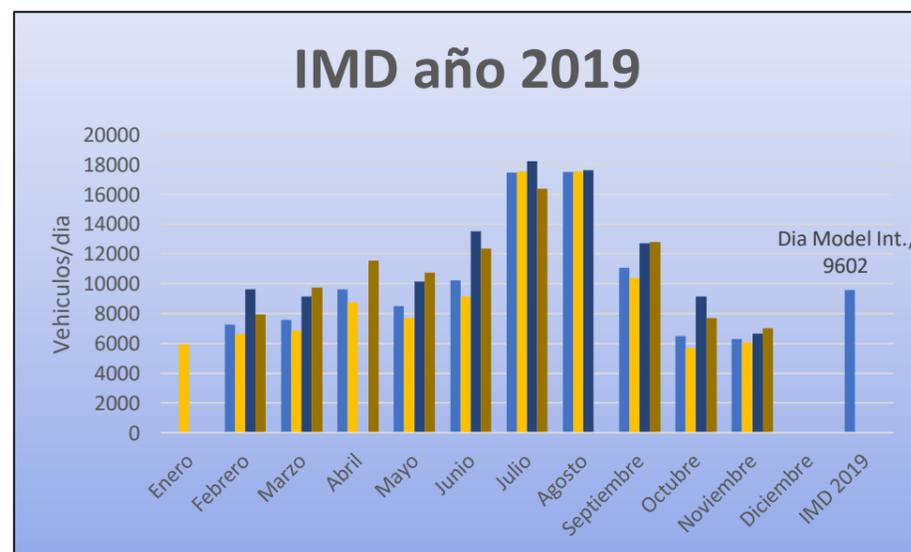


Figura 19: IMD año 2019 (Excel)

Se puede observar como en los meses de verano (junio, julio, agosto) y septiembre incluido, la IMD aumenta llegando a tener el doble de tráfico los meses de Julio y Agosto (de presentar en época de invierno y primavera una demanda en días laborables de aproximadamente entre 6.000 y 8.000 vehículos/día a 17.000 vehículos/día). Este fenómeno de movilidad del tráfico es debido a que la carretera conecta con un gran conjunto de segundas residencias utilizadas para aprovechar el buen clima Mediterráneo de la zona en época estival.

El cálculo para la obtención de la intensidad se ha resuelto de la siguiente forma:

Dados los datos de intensidades diarias de cada mes (Dia modelo, en Figura 19) obtenidos a partir de las intensidades laborables, del sábado y domingo mediante la siguiente expresión:

$$I_{mes} = \frac{(5 * I_{Laborable} + I_{Dissabte} + I_{Domingo})}{7}$$

Se procede a hacer la media de los meses en los que contamos con datos, por lo visto en los meses de enero y diciembre no se tomaron datos completos del tramo, por lo tanto, no se podrá trabajar para el cálculo con estos meses. Los resultados obtenidos expresados en vehículos días, son los siguientes:

IMD Total 2019	9602
IMD total pesados 2019	294

Tabla 3: IMD 2019 (Generalitat Valenciana)

Para prever el crecimiento del tráfico al año se utilizan los siguientes datos de la Orden FOM/3317/2010:

Período	Incremento anual acumulativo
2010-2012	1,08%
2013-2016	1,12%
2017 en adelante	1,44%

Tabla 4: Incrementos de tráfico a utilizar en estudios. Fuente: Orden FOM/3317/2010.

Considerando, por tanto, un crecimiento anual del tráfico del 1,44% se obtendrá la IMD del año 2042, suponiendo que el año de la puesta en servicio de la posible mejora sea 2022. Esto es debido al artículo 2.4 Adecuación del diseño de la carretera la demanda de tráfico de la “Norma 3.1 Trazado”, la cual dice: “El diseño de una carretera o cualquier elemento de la misma, se establecerá en función de la intensidad y de la composición del tráfico previsible en la hora de proyecto del año horizonte, considerando como tal el posterior en veinte (20) años al de la fecha de entrada en servicio.”

IMD <sub>2042</sub>	13341
IMD Pesados 2042	408

Tabla 5: IMD año horizonte (elaboración propia)

En cuanto a la proporción de vehículos que circulan para cada sentido se considerara un 50/50. No se ha observado ningún condicionante para que el tráfico sobre un sentido, predomine sobre el otro. Por lo tanto, la intensidad de vehículos sobre la vía quedara de la siguiente forma:

➤ **IMD por carril de circulación:**

- Sentido Norte-Sur:
  - $IMD_{2042} = 13341 * 0,50 = 6670$  veh/día
  - $IMD_{pesados,2042} = 408 * 0,50 = 204$  veh/día
- Sentido Sur-Norte:
  - $IMD_{2042} = 13341 * 0,50 = 6670$  veh/día
  - $IMD_{pesados,2042} = 408 * 0,50 = 204$  veh/día

• **Carretera secundaria, intersección.**

La obtención de intensidades del tráfico en este tramo, se ha realizado mediante un aforo manual direccional. Para ello se realizaron dos visitas a la zona de estudio para la recopilación de información. Ambas visitas fueron realizadas para la obtención de la intensidad más desfavorable. Fue necesario que el clima fuera optimo, despejado e idóneo para ir a la playa. Y se escogió hacer el conteo de vehículos en periodo de fin de semana, es decir, sábado y domingo.

El conteo se realizó de los 6 movimientos posibles observables en la Figura siguiente, donde en rojo se representa el recorrido normal por la CV-500, en azul los movimientos de giro para acceder a la zona residencial

y en negro la salida a la CV-500 desde la carretera principal. En amarillo el punto exacto desde donde se contaban los vehículos.



Figura 20: Movimientos posibles en la intersección para la obtención de la intensidad (elaboración propia)

El aforo para la obtención de la hora punta más cargada de tráfico se realizó los días 5 de julio de 2020 y 11 de julio de 2020, realizándose cada 15 minutos el conteo de coches, el primero de dos horas un domingo por la tarde (hora de salida para volver del fin de semana, a su hogar) y el segundo un sábado por la mañana (suponiendo que son las horas en la que los habitantes acuden a la playa y segundas residencias).

Los resultados del aforo son observables en el presente estudio en el apartado de *Apéndice del Estudio del tráfico*.

Durante la ejecución del aforo, se observaron varios problemas ya mencionados en antecedentes, de los cuales se recopilaron fotos y están expuestas en el apartado. Las infracciones de tráfico eran los siguientes para solventar los problemas:

- Cambio de sentido: Se observó que diversos vehículos entraban por un ramal y por las isletas se posicionaban en otro carril para efectuar un cambio de sentido.
- Circulación de peatones. Se observó a una gran cantidad de peatones de diversas edades cruzando la intersección por encima de la carretera, haciendo parar a diversos vehículos en la vía, sin ningún motivo.
- Retenciones en la CV-500 y en la incorporación de la vía de acceso a la CV-500. A la hora de girar desde la vía principal a la izquierda se formaban colas y algunos vehículos ejecutaban movimientos extraños para intentar adelantar. Produciéndose situaciones incómodas para los conductores.

- Otros problemas: A algún conductor que se incorporaba a la vía hacia dirección sur desde la carretera de acceso se le caló el vehículo en la zona de detención.

#### 4.1.3. Categoría del tráfico pesado

Según “La Norma 6.1. Secciones del firme” en el apartado 4 (Categorías del tráfico Pesado): *La estructura del firme, deberá adecuarse, entre otros factores, a la acción prevista del tráfico, fundamentalmente del más pesado, durante la vida útil del firme. Por ello, la sección estructural del firme dependerá en primer lugar de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) que se prevea en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. Dicha intensidad se utilizará para establecer la categoría de tráfico pesado.*

*Para estimar la evolución del tráfico pesado, necesaria para la determinación de la intensidad en el año de puesta en servicio, se podrá adoptar como tasa de crecimiento el valor medio de las obtenidas en los cinco últimos años en la estación de aforo permanente o de control (primaria o secundaria) en el mismo itinerario y más próxima al tramo en estudio.*

*Si no se pudiera disponer de datos concretos sobre asignación por carriles, para la determinación de la categoría de tráfico pesado se admitirá lo siguiente:*

- *En calzadas de dos carriles y con doble sentido de circulación, incide sobre cada carril la mitad de los vehículos pesados que circulan por la calzada.”*

TABLA 1A CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2				
CATEGORIA DE TRAFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMDp (Vehículos pesados/día)	≥ 4000	3999-2000	1999-800	799-200

TABLA 1B CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4				
CATEGORIA DE TRAFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMDp (Vehículos pesados/día)	199-100	99-50	49-25	< 25

Figura 21: Categorías de tráfico pesado (Norma 6.1 IC Secciones de firme)

Para la definición de la categoría del tráfico pesado, se escogerá el caso más desfavorable de la IMD de pesados en la vía, es decir los meses de verano, cuya  $IMD_{\text{pesados},2042} = 204$  veh/día. Aplicando los criterios de las tablas de categoría del tráfico pesado se puede definir que la categoría es T2.

#### 4.1.4. Nivel de servicio

En el estudio del funcionamiento del tráfico en un elemento viario, es importante realizar una valoración de la calidad de la circulación por parte de los usuarios, teniendo en cuenta aspectos como la comodidad, la seguridad, la economía y la fluidez del tráfico. Para ello, se utilizan los Niveles de Servicio, que son medidas cualitativas del funcionamiento de un elemento viario.

Así, se puede estimar el nivel de servicio tanto de tramos de vía (carreteras, autopistas, multicarriles, vías arteriales), como de elementos de conexión (entradas, salidas, ramales, intersecciones, trenzados), e incluso de sistemas viarios.

Pueden considerarse 6 niveles de servicio:

- A: circulación fluida
- B: circulación estable a alta velocidad
- C: circulación estable
- D: circulación casi inestable
- E: circulación inestable
- F: circulación forzada

Para la estimación de los niveles de servicio en una intersección para evaluar el funcionamiento de su circulación se ha utilizado el Highway Capacity Manual (HCM) del Transportation Research Board de Estados Unidos. La edición más reciente de este manual, 2016. Los datos obtenidos en el aforo manual direccional serán la base del análisis de la intersección.

**a) Metodología empleada.**

Según el Highway Capacity Manual (HCM) del Transportation Research Board de Estados Unidos, en el uso de la metodología, la prioridad del derecho de vía dado a cada flujo de tráfico debe ser identificada. Algunas corrientes deben tener prioridad absoluta, mientras que otras deben ceder el paso a las corrientes de orden superior. Por tal de establecer una correcta funcionalidad.

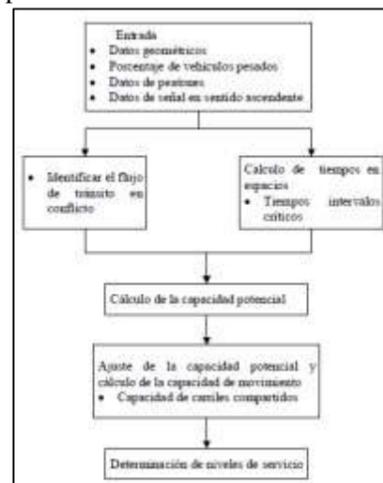


Figura 22: Metodología para intersecciones (HCM 2016)

La metodología utilizada para establecer el nivel de servicio, constara de los siguientes pasos:

1. Datos de la geometría de la vía.

Se necesitan descripciones detalladas de la geometría, el control y los volúmenes de tráfico de la intersección. Factores geométricos clave que incluyen el número y uso de los carriles, carril de dos vías con giro a la izquierda, carriles de discapacitados y la existencia de pasos peatonales. Se deben obtener los volúmenes del cuarto de hora más cargado, multiplicarlos por 4 y aplicarles el FHP, factor de hora punta (0,92).

$$IHP = \text{Intensidad en 15 min} * 4 * 0,92$$

2. Determinación de flujos de conflicto.

Depende del movimiento que realice un vehículo y de la prioridad que tenga se clasificara con un rango u otro, depende del tipo del movimiento:

- El rango 1 debe tener libre derecho de paso frente a los rangos 2 y 3.
- El rango 2 debe ceder al rango 1 y tener libertad de movimiento frente a los rangos 3.
- El rango 3 debe ceder ante los rangos 1 y 2.

A continuación, se puede observar un ejemplo de los movimientos en una intersección en T:

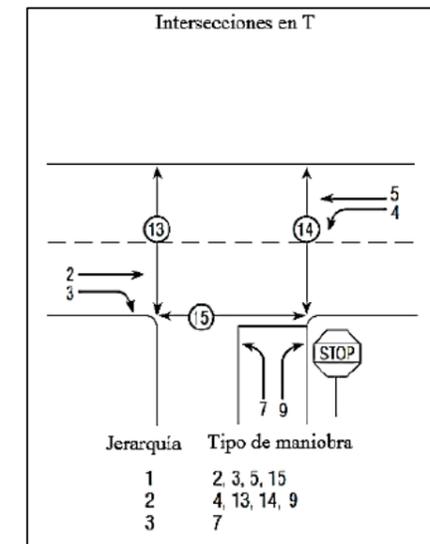


Figura 23: Ejemplo de flujos de tráfico (HCM-2000)

3. Determinación del hueco crítico

Se trata del mínimo hueco que un conductor acepta para realizar un movimiento y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$t_{c,x} = t_{c,base} + P_{HV} + t_{c,G} \cdot G - t_{3,LT}$$

$P_{HV}$ : Proporción de veh. pesados (tanto por uno)  
 $t_{c,G}$ : Pendiente de aproximación (%)  
 $G$ : 0.7 para giro a izquierdas desde secundaria, 0.0 el resto

Movimiento	$t_{c,base}$	$t_{c,G}$
Giro a izquierdas desde principal	4.1	
Giro a derechas desde secundaria	6.2	0.1
Giro a izquierdas desde secundaria (1 fase)	6.5	0.2
Giro a izquierdas desde secundaria (I)	5.5	0.2
Giro a izquierdas desde secundaria (II)	5.5	0.2

Figura 24: Expresión para el cálculo del hueco crítico (Capacidad y Niveles de servicio en intersección, Javier Camacho)

4. Determinación del tiempo complementario.

Se trata del tiempo que pasa desde que sale un vehículo hasta que sale el siguiente, y se calcula de la siguiente manera:

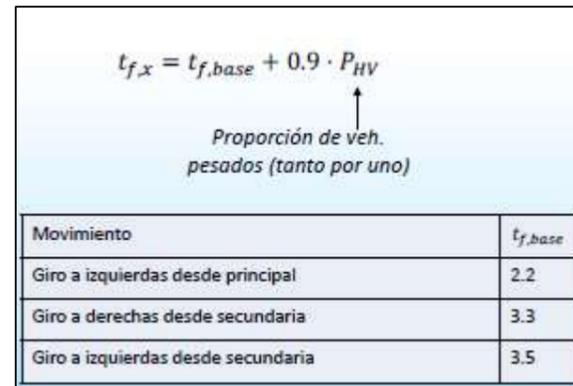


Figura 25: Expresión para el cálculo del tiempo (Capacidad y Niveles de servicio en intersección, Javier Camacho)

5. Capacidad Potencial y real.

La capacidad potencial ( $C_{p,x}$ ) mide la máxima intensidad que puede asumir un movimiento, y se calcula a partir de las expresiones nombradas anteriormente y del flujo de conflicto, su expresión es la siguiente:

$$C_{p,x} = v_{c,x} \cdot \frac{e^{-\frac{v_{c,x} \cdot t_{c,x}}{3600}}}{1 - e^{-\frac{v_{c,x} \cdot t_{f,x}}{3600}}}$$

Figura 26: Expresión de la capacidad potencial (Capacidad y Niveles de servicio en intersección HCM-2016, Javier Camacho)

No todos los movimientos presentan las mismas condiciones de capacidad, el factor de la cola que haya en un carril también influye, es por ello que la capacidad real ( $C_{m,x}$ ) de la vía, se obtiene de la siguiente manera:

- Para rango 2: La capacidad real es igual a la potencial y su probabilidad en cola se calcula:

$$p_{0,x} = 1 - \frac{v_x}{C_{m,x}}$$

Figura 27: Expresión probabilidad en cola, rango 2 (Capacidad y Niveles de servicio en intersección HCM-2016, Javier Camacho)

- Movimientos de rango 3 con giro directo; La capacidad real es igual a la capacidad potencial reducida por el factor de probabilidad de operar sin cola de los movimientos de rango 2 que le afecten.

6. Demoras.

Se trata del tiempo desde que se llega a un carril y se realiza el movimiento deseado:

$$d = \frac{3600}{C_{m,x}} + 225 \cdot \left( \frac{v_x}{C_{m,x}} - 1 + \sqrt{\left( \frac{v_x}{C_{m,x}} - 1 \right)^2 + \frac{3600 \cdot v_x}{C_{m,x} \cdot 112.5}} \right) + 5$$

Figura 28: Expresión para el cálculo de la demora en una intersección en T (Capacidad y Niveles de servicio en intersección HCM-2016, Javier Camacho)

En función del resultado obtenido, se clasificará el tráfico por cada pata de la siguiente manera:

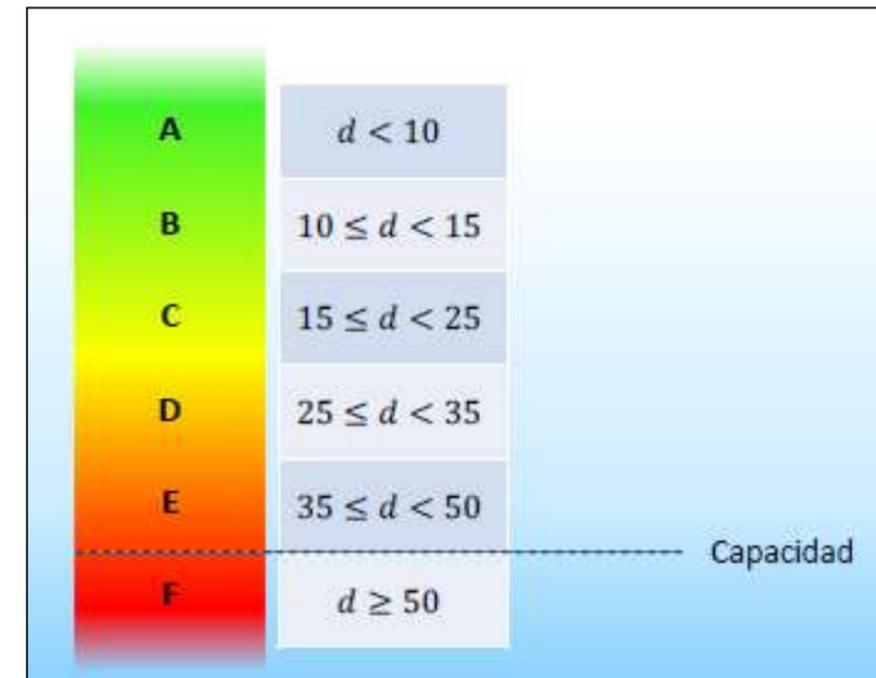


Figura 29: Clasificación de los niveles de servicio (Capacidad y Niveles de servicio en intersección HCM-2000, Javier Camacho)

b) Análisis del nivel de servicio

Tal como se ha comentado se necesita el cuarto de hora más cargado que transita por la intersección. A partir de los datos tomados que figuran en el apéndice del estudio del tráfico se obtiene que de 11:00-11:15 del sábado se encuentra el mayor volumen de vehículos en la intersección. Reflejándose los siguientes movimientos:

11/07/2020 11:00-11:15

Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 1	193
Vehículos que giran a la izq. desde principal, sentido 1	35
Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 2	150
Vehículos que giran a la der desde principal, sentido 2	15
Vehículos que giran a la der desde secundaria	17
Vehículos que giran a la izq desde secundaria	17
<b>MOVIMIENTOS TOTALES</b>	<b>427</b>

Tabla 6: Cuarto de hora más cargado (elaboración propia)

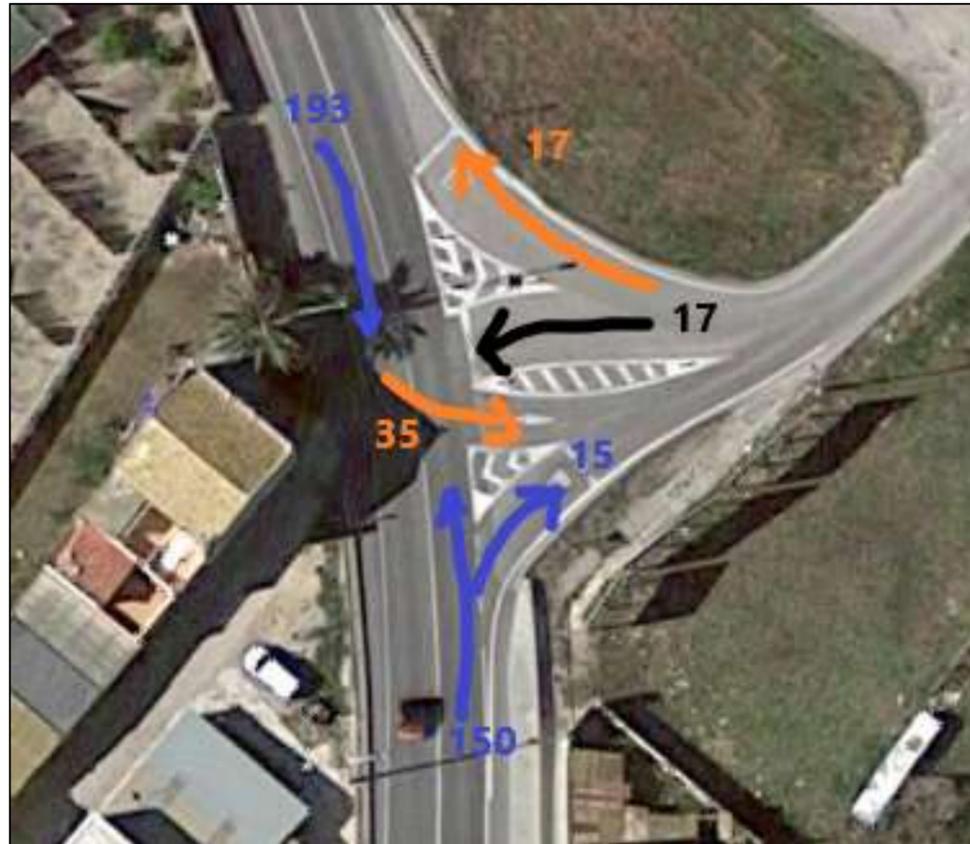


Figura 30: Cantidad de movimientos en la intersección (elaboración propia)

Los datos fueron tomados en julio, el caso de IMD más desfavorable en la CV-500 como se ha comentado anteriormente es en agosto. Para realizar la conversión de los datos al mes de agosto se opta por establecer un factor de conversión basado en el porcentaje que incrementa de un mes respecto a otro.

$$F_{\text{agosto}} = \frac{\text{IMD agosto}(17486) * 100}{\text{IMD Julio (17470)}} = 100\%$$

Aplicando el factor de conversión se obtienen unos datos aproximados del mes de agosto. Considerando, por tanto, un crecimiento anual del tráfico del 1,44% se obtendrá la IMD del año 2042, suponiendo que el año de la puesta en servicio de la posible mejora sea 2022. Esto es debido al artículo 2.4 Adecuación del diseño de la carretera la demanda de tráfico de la “Norma 3.1 Trazado”, la cual dice: “El diseño de una carretera o cualquier elemento de la misma, se establecerá en función de la intensidad y de la composición del tráfico previsible en la hora de proyecto del año horizonte, considerando como tal el posterior en veinte (20) años al de la fecha de entrada en servicio.”

$$\text{IMD } 2042 = \text{IMD } 2019 * (1 + 0,0144)^{23}$$

Obteniéndose los siguientes movimientos previsible en el la hora más cargada de agosto del año horizonte:

**Datos obtenidos**

	veh/h A.H.
Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 1	978
Vehículos que giran a la izq desde principal, sentido 1	177
Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 2	760
Vehículos que giran a la der desde principal, sentido 2	76
Vehículos que giran a la der desde secundaria	86
Vehículos que giran a la izq desde secundaria	86

Tabla 7: Volumen de movimientos en el año horizonte (elaboración propia, Excel)

Seguidamente se obtienen los resultados del nivel de servicio siguiendo la metodología explicada anteriormente. Por tal de ahorrar espacio al estudio, todo el procedimiento y los cálculos se encuentran en el “apéndice de Estudio del tráfico” de este trabajo calculados a partir de la herramienta Excel.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

MOVIMIENTO	DEMORA	NIVEL DE SERVICIO
Giro a la izq. desde principal	10,71	B
Giro a la derecha desde secundaria	16,86	C
Giro a la izq. desde secundaria	368,22	F

Tabla 8: Niveles de servicio caso más desfavorable de la intersección actual (elaboración propia, Excel)

Analizando los resultados se observa que el nivel de servicio en la peor situación posible en la CV-500 es estable, pero a la hora de entrar en la vía principal desde la secundaria es un tanto forzada, con tiempos de espera largos y que podría llevar a retenciones en hora punta y maniobras poco apropiadas. Para tener una comparación se opta por hacer otro análisis de la hora con más tráfico registrada por la tarde del domingo 5/07/2020 de 18:45-19:00. Los resultados dan un resultado más adecuado para la intersección, aun así, el giro a la izquierda para incorporarse a la CV-500 podría ser inestable y presentar retenciones.

MOVIMIENTO	DEMORA	NIVEL DE SERVICIO
Giro a la izq. desde principal	8,74	A
Giro a la derecha desde secundaria	13,11	B
Giro a la izq. desde secundaria	24,41	C

Tabla 9: Nivel de servicio de la intersección actual el 21/06/2020 (elaboración propia, Excel)

## 4.2. Diseño Geométrico

De la manera más realista posible se ha intentado reflejar la intersección, recreándola a partir de la herramienta AutoCAD Civil 3d, a partir de ella se reflejarán las dimensiones obtenidas.

Los datos respecto al relieve de la zona, se han tomado de PNOA (Plan Nacional de Ortografía Aérea). El PNOA tiene como objetivo es cubrir todo el territorio de España mediante nubes de puntos con coordenadas X, Y, Z y atributos como clasificación o color, obtenidas mediante sensores LiDAR aerotransportados.

#### 4.2.1. Trazado en planta

La unión entre la carretera principal y la carretera secundaria se realiza en el Pk 18+400m a través de una intersección tipo T, canalizadas por tres isletas, que separan los cuatro carriles para ejecutar los movimientos de entrada y salida entre ambas vías.

Respecto al emplazamiento, el nudo se encuentra en mitad de una alineación curva. El estado de alineaciones de la CV-500 desde el Pk 18+020m hasta el Pk 19+037m cumple los requisitos en planta de la norma “3.1 IC de trazado” en planta, y es el siguiente:

Número	Tipo	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	A	P	K	Radio	Ángulo de incremento
1	Línea	317.019m	18+020.00m	18+337.02m					
2	Clotoide	50.469m	18+337.02m	18+387.49m	81.000m	0.815m	25.203m		12.3575 (gc)
2	Curva	14.094m	18+387.49m	18+401.58m				130.000m	6.9021 (gc)
2	Clotoide	50.469m	18+401.58m	18+452.05m	81.000m	0.815m	25.203m		12.3575 (gc)
3	Línea	193.594m	18+452.05m	18+645.65m					
4	Clotoide	50.469m	18+645.65m	18+696.11m	81.000m	0.815m	25.203m		12.3575 (gc)
4	Curva	24.704m	18+696.11m	18+720.82m				130.000m	12.0975 (gc)
4	Clotoide	50.469m	18+720.82m	18+771.29m	81.000m	0.815m	25.203m		12.3575 (gc)
5	Línea	266.209m	18+771.29m	19+037.50m					

Tabla 10: Estado de alineaciones en amarillo la curva donde se encuentra la intersección (AutoCAD Civil 3d)

En lo referido al trazado en planta en intersecciones la norma 3.1 IC Trazado del 2016 expone lo siguiente: “A veces puede resultar necesario (incluso ventajoso) disponer el cruce con un esviaje (para favorecer el movimiento de giro más intenso) entre ochenta (80) y ciento veinte (120) gonios, pero, en ningún caso, fuera del intervalo entre sesenta y cinco (65) y ciento treinta y cinco (135) gonios.

Las alineaciones curvas de las vías secundarias deberán situarse a una distancia mayor o igual que veinte metros ( $\geq 20,00$  m) de la zona común de la calzada.

....

Cuando la IMD de algún movimiento de las vías que concurren en una intersección sea superior a trescientos vehículos/día ( $> 300$  veh/día) la intersección estará canalizada.”

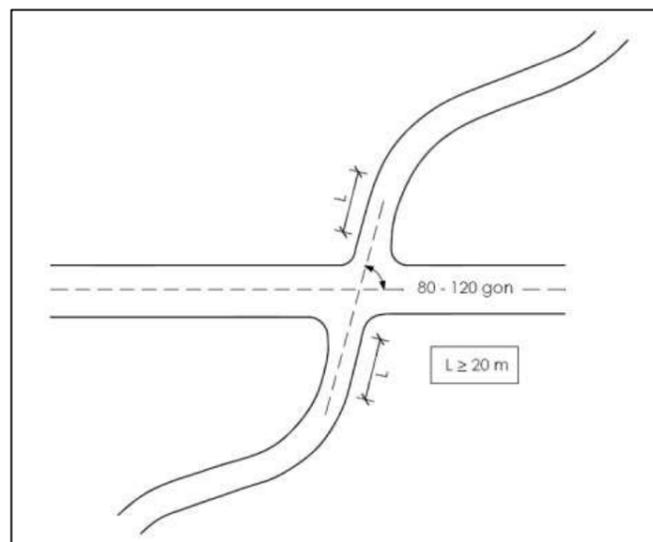


Figura 31: Criterios de trazado en planta para intersecciones (3.1 -IC TRAZADO)

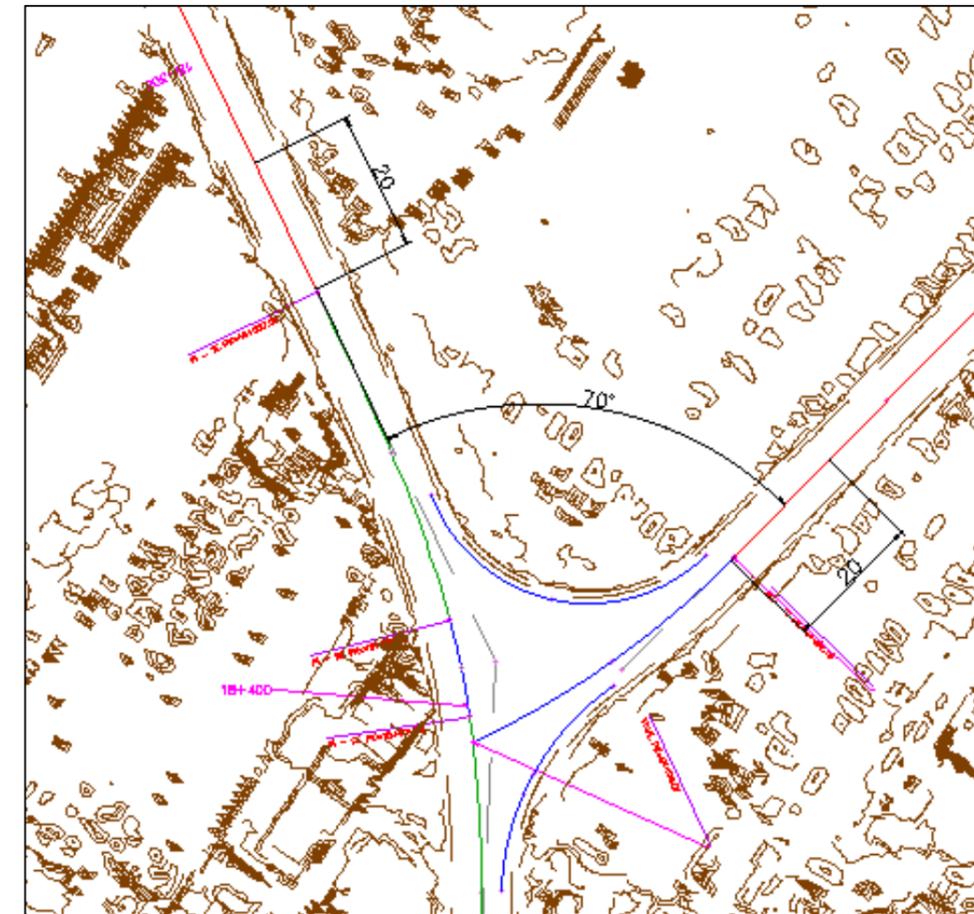


Figura 32: Características en planta (AutoCAD Civil 3d)

La intersección se adecua conforme a la norma en planta y se encuentra canalizada al tener en la vía principal una IMD $>300$  veh/día.

#### 4.2.2. Trazado en alzado

En lo referido a intersecciones la norma dice: “Salvo limitaciones más restrictivas relativas al tipo de nudo, la inclinación de la rasante de cualquiera de las vías que concurren en un nudo no será mayor que el siete por ciento ( $\neq 7\%$ ). Cuando los vehículos tengan que detenerse por perder la prioridad, se procurará que dicha inclinación se limite al tres por ciento ( $\leq 3\%$ ) en los veinticinco metros (25 m) anteriores a la zona de posible detención. Estos valores podrán ser superados en carreteras de montaña, en carreteras que discurren por espacios naturales de elevado interés ambiental o de acusada fragilidad y en otras carreteras cuyo coste sea desproporcionado. En general y salvo justificación en contrario, se mantendrá la rasante de la vía prioritaria y se ajustará la de la no prioritaria para acoplarse a la plataforma de aquella, sin reducir la visibilidad.

Será admisible una variación pequeña de la pendiente transversal de la vía prioritaria (0,5 - 3 %) para mejorar la rasante de la vía no prioritaria, cuando no se afecte al drenaje superficial y a la comodidad de la circulación.”

Mediante civil se han representado las dos rasantes de ambas carreteras que confluyen en el nudo y se ha visto que la inclinación de la rasante de la vía secundaria es excesiva en la zona de detención, aproximadamente es del 5%, lo que podría provocar dificultades a la hora de poner en marcha el vehículo.



Figura 33: Trazado en planta indicando los PK de ambas carreteras (civil 3d)

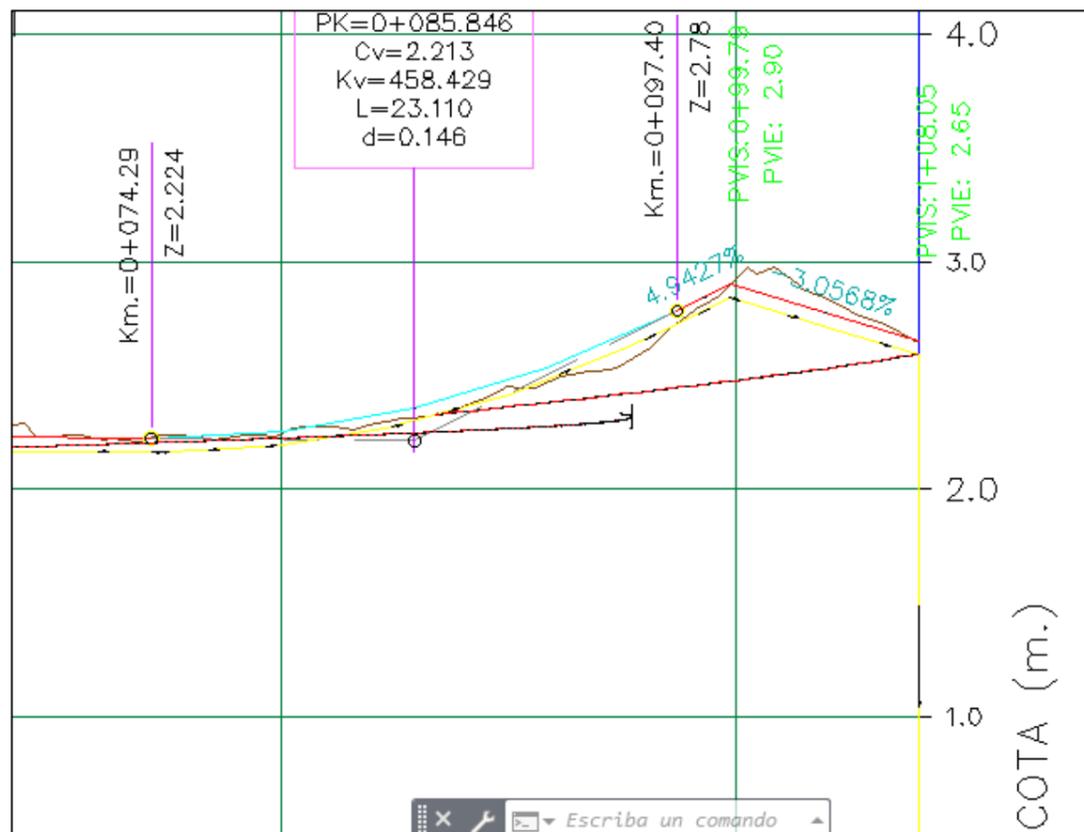


Figura 34: Perfil longitudinal de la unión de la carretera secundaria (AutoCAD Civil 3d)

Analizando la superficie del terreno se obtienen las cotas aproximadas de la zona de intersección y sus alrededores. Se trata de una zona llana, donde las cotas del terreno y de la carretera discurren desde un metro hasta los 3 o 4 metros.

#### 4.2.3. Sección transversal

Las características de la intersección de cada tramo de carretera son las siguientes:

- Carretera principal: CV-500
  - Vp: 50 Km/h
  - Arcenes de 0,5 metros
  - Carriles: 3 metros cada uno
  - Bermas de 0,5 metros
- Ramales de entrada y salida de la intersección;
  - Arcenes varían de 0,5 hasta 0 metros.
  - Berma de 0,5 metros
  - 4 carriles con isletas canalizadoras de 3 metros cada uno.
- Carretera secundaria: vía de acceso
  - No dispone de arcén
  - Berma de 0,25 metros
  - Carriles de 3 metros

#### 4.2.4. Análisis de la visibilidad

Lo referido a la visibilidad en la norma 3.1 – IC Trazado del 2016 dice en el apartado 3.2.9 Análisis de la visibilidad mediante simulación que: “Se analizarán las visibilidades en los carriles de todas las calzadas mediante una simulación en tres dimensiones al menos para la velocidad de proyecto (Vp) y para la V85 estimada de cada elemento de trazado en la que se incluirán, además de los trazados en planta y alzado y las secciones transversales, todos los elementos que puedan afectar (explanaciones, señalización vertical, sistemas de contención de vehículos, obras de paso, túneles, pantallas antirruído, báculos de iluminación, plantaciones, etc.).”

El análisis deberá permitir en los carriles de todas las calzadas comprobar adicionalmente la correcta visión y legibilidad de la señalización vertical por parte del conductor.”

Por otra parte, para la obtención de valores, en el artículo 3.2 Visibilidad: “El punto de vista del conductor se fija, a efectos del cálculo, a una altura de un metro y diez centímetros (1,10 m) sobre la calzada y a una distancia de un metro y cincuenta centímetros (1,50 m) del borde izquierdo de cada carril, por el interior del mismo y en el sentido de la marcha.”

Para la elaboración del análisis de visibilidad de la intersección se tendrán en cuenta el apartado 3.2.7 Distancia de cruce y el 3.2.8 Visibilidad de cruce.

Se considerará como visibilidad de cruce, la distancia que precisa ver el conductor de un vehículo para poder cruzar otra vía que intercepta su trayectoria, medida a lo largo de la carretera atravesada. Estará determinada por las dos condiciones siguientes:

- El conductor de un vehículo que circula por una vía puede ver si otro vehículo se dispone a cruzar dicha vía.
- El conductor de un vehículo que va a cruzar la vía ve al vehículo que se aproxima.

Se considerará a todos los efectos que el vehículo que realiza el movimiento de cruce desde la conexión o el acceso, parte del reposo y está situado a una distancia, medida perpendicularmente al borde del carril más próximo de la vía preferente, de tres metros (3,00 m).

Las visibilidades analizadas serán las siguientes para la intersección:

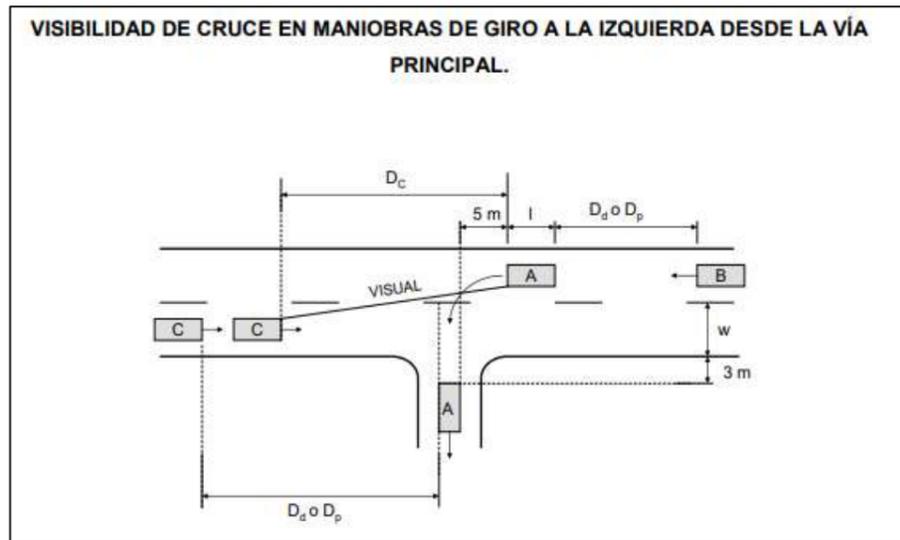


Figura 35: Visibilidad de cruce en maniobras de giro a la izquierda desde la vía principal (3.1 – IC Trazado)

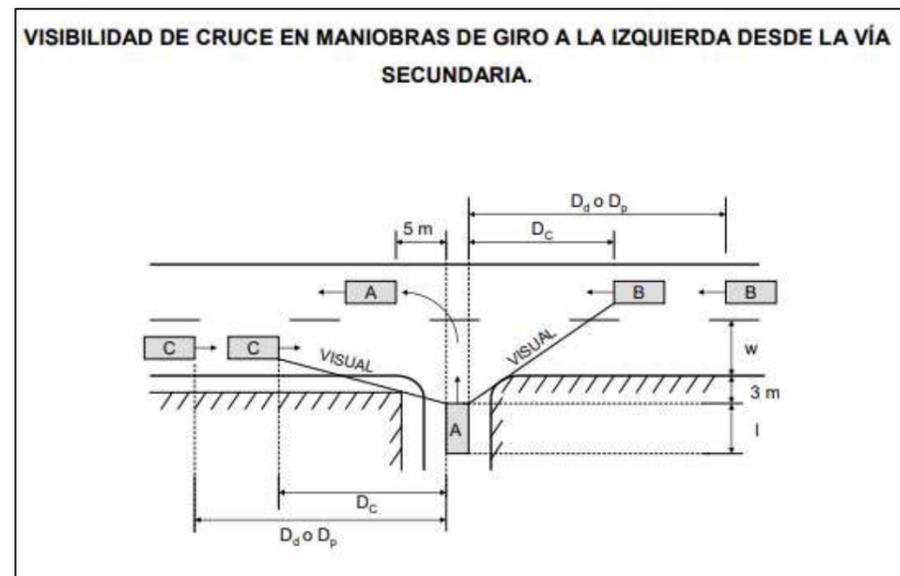


Figura 36: Visibilidad de cruce en maniobras de giro a la izquierda desde la vía secundaria (3.1 – IC Trazado)

Donde  $D_c$  (distancia de cruce) es, la distancia que puede recorrer un vehículo sobre una vía, durante el tiempo que otro emplea en realizar el citado movimiento de cruce atravesando dicha vía total o parcialmente. Se estimará mediante la fórmula:

$$D_c = \frac{V * t_c}{3,6}$$

Siendo:

- $D_c$  = Distancia de cruce (m).
- $V$  = Velocidad (km/h) en la vía atravesada.
- $t_c$  = Tiempo en segundos que se tarda en realizar el movimiento completo de cruce.

El valor de ( $t_c$ ) para movimientos de cruce del sentido opuesto por maniobra de giro a la izquierda sin carriles centrales de almacenamiento y espera se obtendrá de la fórmula:

$$t_c = \sqrt{\frac{2 * (8 + l + w)}{9,8 * j}}$$

Siendo:

- $t_p$  = Tiempo de percepción y reacción del conductor, en segundos. Se adoptará un valor de dos segundos ( $t_p = 2$  s).
- $l$  = Longitud (m) del vehículo que atraviesa la vía. Se considerarán los valores del apartado de "Tipo de usuarios" del estudio, referido a un camión ligero.
- $w$  = Ancho (m) total de los carriles atravesados.
- $j$  = Aceleración del vehículo que realiza el movimiento de cruce, en unidades "g".  $j = 0,075$  para turismos y furgones.

Donde  $t_c = 7.65$  s y por lo tanto  $D_c = 106.35$  m. Teniendo en cuenta los anteriores valores se realiza la simulación.



Figura 37: Simulación de la visibilidad de cruce en maniobras de giro a la izquierda desde la vía principal (AutoCAD Civil 3D)



Figura 38: Simulación de la visibilidad de cruce en maniobras de giro a la izquierda desde la vía secundaria (AutoCAD Civil 3D)

Visto lo anterior, donde las flechas verdes representan buena visibilidad, se puede concluir que la intersección cuenta con buena visibilidad.

### 4.3. Estado del firme

La evaluación del estado del firme existente tendrá por objeto establecer un diagnóstico que permita ver el deterioro actual de la zona de intersección y sus obras de drenaje.

Para ello se aprovecharon las visitas a la zona de estudio para observar cómo se encontraba el firme actual. Se evalúa el firme a partir de una inspección visual y se comprueba que no existen grietas de interés, ni ningún deterioro excesivo que pudiera afectar a la circulación de los vehículos, la carretera se encuentra en buen estado.

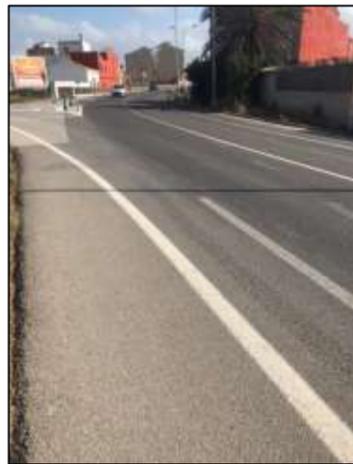


Figura 39: Buen estado del firme (foto tomada el 11/07/2020)

La composición de la estructura del firme se define a partir de la Norma 6.1 IC Secciones de firme del 2003.

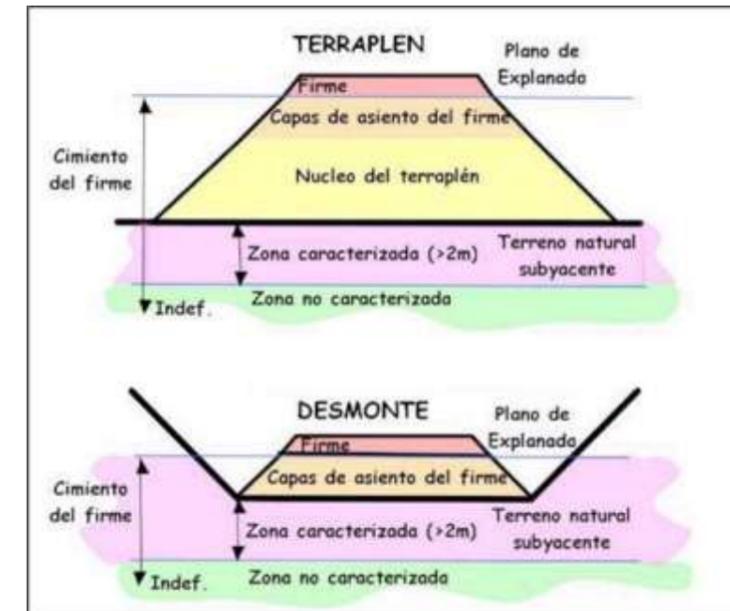


Figura 40: Esquema cimienta del firme (carreteros.org)

Primeramente, se caracterizará la explanada. Para su caracterización se han evaluado a lo largo del estudio ciertos resultados que ayudaran a definir su composición según la norma. Resultados obtenidos:

- Categoría de la explanada: E1 (Obtenida en el apartado de Condicionantes geotécnicos del estudio)
- Tipo de suelo: Inadecuado (Obtenida en el apartado de Condicionantes geotécnicos del estudio)

CATEGORÍA DE EXPLANADA	TIPOS DE SUELOS DE LA EXPLANACIÓN (DESMONTES) O DE LA OBRA DE TIERRA SUBYACENTE (TERRAPLENES, PEDRAPLENES O RELLENOS TODO-UNO)																																																						
	SUELOS INADECUADOS O MARGINALES (N)	SUELOS TOLERABLES (0)	SUELOS ADECUADOS (1)	SUELOS SELECCIONADOS (2) y (3)	ROCA (R)																																																		
E1 E <sub>0</sub> 60MPa	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>100</td><td>S-EST1 30</td><td>2</td><td>35</td></tr> <tr><td>IN</td><td></td><td>IN</td><td>IN</td><td>50</td></tr> <tr><td>S-EST1 30</td><td></td><td>S-EST1 30</td><td>2</td><td>35</td></tr> <tr><td>IN</td><td></td><td>IN</td><td>IN</td><td>70</td></tr> </table>	1	100	S-EST1 30	2	35	IN		IN	IN	50	S-EST1 30		S-EST1 30	2	35	IN		IN	IN	70	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>60</td><td>2</td><td>45</td></tr> <tr><td>0</td><td></td><td>0</td><td></td></tr> <tr><td>S-EST1 25</td><td></td><td>0</td><td></td></tr> </table>	1	60	2	45	0		0		S-EST1 25		0		<table border="1"> <tr><td>min</td><td>100</td></tr> <tr><td>1</td><td></td></tr> </table>	min	100	1																	
1	100	S-EST1 30	2	35																																																			
IN		IN	IN	50																																																			
S-EST1 30		S-EST1 30	2	35																																																			
IN		IN	IN	70																																																			
1	60	2	45																																																				
0		0																																																					
S-EST1 25		0																																																					
min	100																																																						
1																																																							
E2 E <sub>0</sub> 120MPa	<table border="1"> <tr><td>3</td><td>100</td><td>S-EST2 30</td><td>3</td><td>40</td></tr> <tr><td>IN</td><td></td><td>IN</td><td>IN</td><td>60</td></tr> <tr><td>S-EST2 30</td><td></td><td>S-EST2 30</td><td>3</td><td>40</td></tr> <tr><td>IN</td><td></td><td>IN</td><td>IN</td><td>80</td></tr> </table>	3	100	S-EST2 30	3	40	IN		IN	IN	60	S-EST2 30		S-EST2 30	3	40	IN		IN	IN	80	<table border="1"> <tr><td>2</td><td>75</td><td>S-EST2 25</td><td>S-EST1 25</td></tr> <tr><td>0</td><td></td><td>0</td><td>25</td></tr> <tr><td>2</td><td>40</td><td>3</td><td>25</td></tr> <tr><td>1</td><td>50</td><td>S-EST1 25</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td></td><td>0</td><td>35</td></tr> </table>	2	75	S-EST2 25	S-EST1 25	0		0	25	2	40	3	25	1	50	S-EST1 25	1	0		0	35	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>55</td></tr> <tr><td>2</td><td>100</td></tr> <tr><td>1</td><td>25</td></tr> <tr><td>3</td><td>100</td></tr> <tr><td>1</td><td>35</td></tr> </table>	1	55	2	100	1	25	3	100	1	35		
3	100	S-EST2 30	3	40																																																			
IN		IN	IN	60																																																			
S-EST2 30		S-EST2 30	3	40																																																			
IN		IN	IN	80																																																			
2	75	S-EST2 25	S-EST1 25																																																				
0		0	25																																																				
2	40	3	25																																																				
1	50	S-EST1 25	1																																																				
0		0	35																																																				
1	55																																																						
2	100																																																						
1	25																																																						
3	100																																																						
1	35																																																						
E3 E <sub>0</sub> 300MPa	<table border="1"> <tr><td>S-EST3 30</td><td>S-EST3 30</td><td>S-EST3 30</td><td>3</td><td>30</td></tr> <tr><td>S-EST1 30</td><td>2</td><td>50</td><td>IN</td><td>75</td></tr> <tr><td>IN</td><td>IN</td><td>IN</td><td>IN</td><td></td></tr> </table>	S-EST3 30	S-EST3 30	S-EST3 30	3	30	S-EST1 30	2	50	IN	75	IN	IN	IN	IN		<table border="1"> <tr><td>S-EST3 30</td><td>S-EST3 30</td></tr> <tr><td>2</td><td>30</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	S-EST3 30	S-EST3 30	2	30	0	0	<table border="1"> <tr><td>S-EST3 30</td><td>1</td><td>50</td></tr> <tr><td>1</td><td></td><td></td></tr> </table>	S-EST3 30	1	50	1			<table border="1"> <tr><td>S-EST3 30</td><td>2</td><td>25</td></tr> <tr><td>S-EST3 30</td><td>3</td><td></td></tr> </table>	S-EST3 30	2	25	S-EST3 30	3		<table border="1"> <tr><td>H4-20</td><td>R</td></tr> </table>	H4-20	R															
S-EST3 30	S-EST3 30	S-EST3 30	3	30																																																			
S-EST1 30	2	50	IN	75																																																			
IN	IN	IN	IN																																																				
S-EST3 30	S-EST3 30																																																						
2	30																																																						
0	0																																																						
S-EST3 30	1	50																																																					
1																																																							
S-EST3 30	2	25																																																					
S-EST3 30	3																																																						
H4-20	R																																																						

Figura 41: Tipos de suelos de la explanación o de la obra de tierra subyacente (Norma 6.1 IC Secciones de firme)

Aplicando los criterios de la norma, se podrían utilizar hasta 6 tipos de suelo para la explanación (remarcados en azul en la Figura 21). En este caso en concreto para la elección del suelo se ha optado elegir el siguiente suelo por lo redactado en la norma:

“Con carácter general, para la capa superior utilizada en la formación de las explanadas, por razones de durabilidad y uniformidad de la capacidad estructural en toda la traza, se recomienda al ingeniero proyectista la consideración preferente de los suelos estabilizados in situ, con cal o con cemento, frente a una aportación directa de suelos sin tratar.

La cota de la explanada deberá quedar al menos a sesenta centímetros (60 cm) por encima del nivel más alto previsible de la capa freática donde el macizo de apoyo esté formado por suelos seleccionados; a ochenta centímetros (80 cm) donde esté formado por suelos adecuados; a cien centímetros (100 cm) donde sean tolerables, y a ciento veinte centímetros (120 cm) donde sean marginales o inadecuados. A tal fin se adoptarán medidas tales como la elevación de la cota de la explanada, la colocación de drenes subterráneos, la interposición de geotextiles o de una capa drenante, etc., asegurando además la evacuación del agua que se pueda infiltrar a través del firme de la calzada y de los arcenes.”

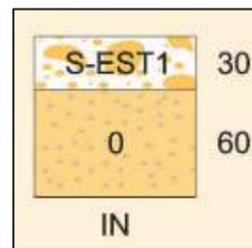


Figura 42: Tipo de suelo de la explanada, en la zona de estudio (Norma 6.1 IC Secciones del firme)

Seguidamente se procede a dimensionar las capas del firme. Para ello se hace uso de los siguientes datos obtenidos a lo largo de este estudio:

- Categoría de la explanada: E1 (Obtenida en el apartado de Condicionantes geotécnicos del estudio)
- Categoría del tráfico pesado: T2 (Obtenida en el apartado de estudio del tráfico)

CATEGORÍA DE EXPLANADA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
	T00	T0	T1	T2
E1				211 MB 20 ZA 40 212 MB 18 SC 30 <sup>(2)</sup> 214 HF 23 HM 15 ZA 20
E2			121 MB 30 ZA 25 122 <sup>(2)</sup> MB 20 SC 25 <sup>(2)</sup> 123 MB 15 GC 22 <sup>(2)</sup> SC 22 124 <sup>(2)</sup> HF 25 HM 15	221 MB 25 ZA 25 222 <sup>(2)</sup> MB 18 SC 22 <sup>(2)</sup> 223 MB 15 GC 20 <sup>(2)</sup> SC 20 224 <sup>(2)</sup> HF 23 HM 15
E3	0031 MB 30 ZA 25 0032 MB 25 SC 30 0033 MB 20 GC 22 <sup>(2)</sup> SC 25 0034 HF 25 HM 15	031 MB 30 ZA 25 032 MB 20 SC 25 <sup>(2)</sup> 033 MB 18 GC 22 <sup>(2)</sup> SC 20 034 HF 25 HM 15	131 MB 25 ZA 25 132 MB 20 SC 20 <sup>(2)</sup> 134 HF 25 HM 15	231 MB 20 ZA 25 232 MB 15 SC 20 <sup>(2)</sup> 234 HF 23 HM 15

MB: Mezclas bituminosas    HF: Hormigón de firme    HM: Hormigón magro vibrado    GC: Gravacemento    SC: Suelocemento    ZA: Zahona artificial  
 Espesores mínimos en cm  
 (1) Para las categorías de tráfico pesado T00 y T0 se emplearán únicamente pavimentos continuos de hormigón armado con los espesores indicados.  
 (2) Capas tratadas con cemento que deberán preferirse con espesamientos de 3 a 4 cm, de acuerdo con el artículo 513 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3).  
 (3) Para poder proyectar esta solución será preceptivo que la capa superior de la explanada E2 esté estabilizada con cemento.

Figura 43: Tipos de firme según la categoría de tráfico pesado (Norma 6.1 IC Secciones de firme)

Aplicando los criterios de la norma, se podrían utilizar hasta 3 tipos de firme (remarcados en azul en la Figura 23). La elección se basará en base a cuál es más económico. Como no se disponen de los precios y al servir el estudio como un trabajo de fin de grado, se escogerá la opción que se considera más económica:

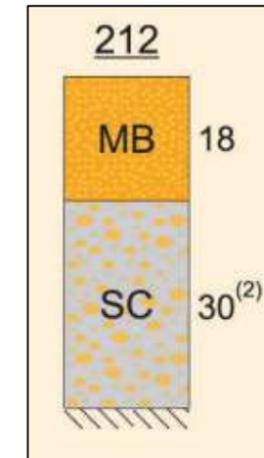


Figura 44: Tipo de firme elegido (Norma 6.1 IC Secciones de firme)

En lo referido a las capas de mezcla bituminosa, para su elección se tendrá en cuenta la zona térmica estival y las zonas pluviométricas, definidas en la norma de la siguiente forma:

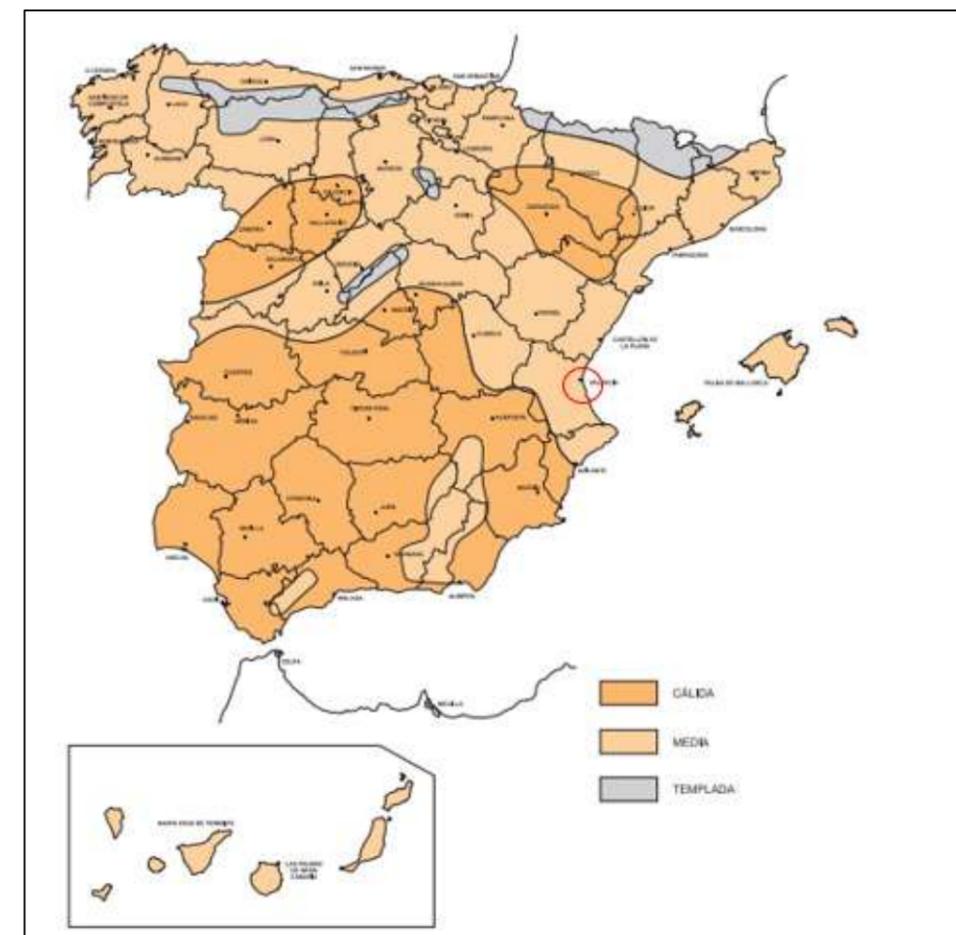


Figura 45: Zona térmica estival (Norma 6.1 IC Secciones de firme)

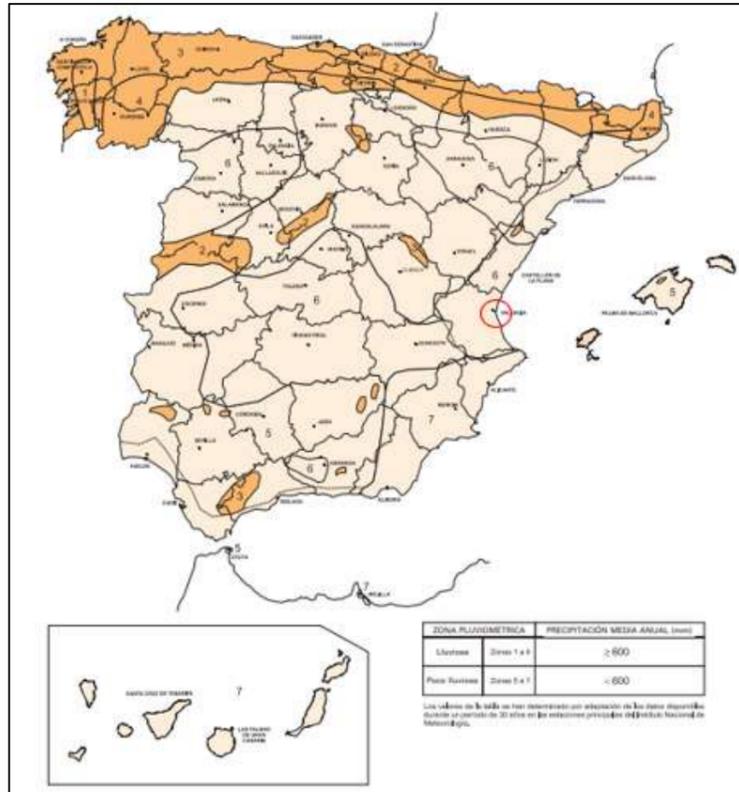


Figura 46: Zonas Pluviométricas (Norma 6.1 IC Secciones de firme)

A la zona de estudio le corresponde un clima cálido con pocas precipitaciones. Teniendo en cuenta dichos factores y con el objetivo de proyectar el menor número de capas posibles, se ha determinado con la ayuda de la norma el espesor y material de las capas de mezcla bituminosa:

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA (*)	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
		T00 a T1	T2 y T31	T32 y T4 (T41 y T42)
Rodadura	PA		4	
	M	3	2-3	
	F			
	D y S		6-5	5
Intermedia	D y S		5-10(**)	
Base	S y G		7-15	
	MAM	7-13		

(\*) Ver definiciones en tabla 5 o artículos 542 y 543 del PG-3.  
 (\*\*\*) Salvo en arcenes, para los que se seguirá lo indicado en el apartado 7.

Figura 47: Espesor de mezclas bituminosas en caliente (Norma 6.1 IC Secciones de firme)

La capa de mezcla bituminosa estará compuesta por una capa de rodadura de 3 centímetros y una capa base de árido 15 centímetros. Cuyas nomenclaturas vienen dadas según el artículo 543 del PG3, y muestran el tipo de ligante y tamaño de árido a utilizar para un clima medio y la categoría del tráfico.

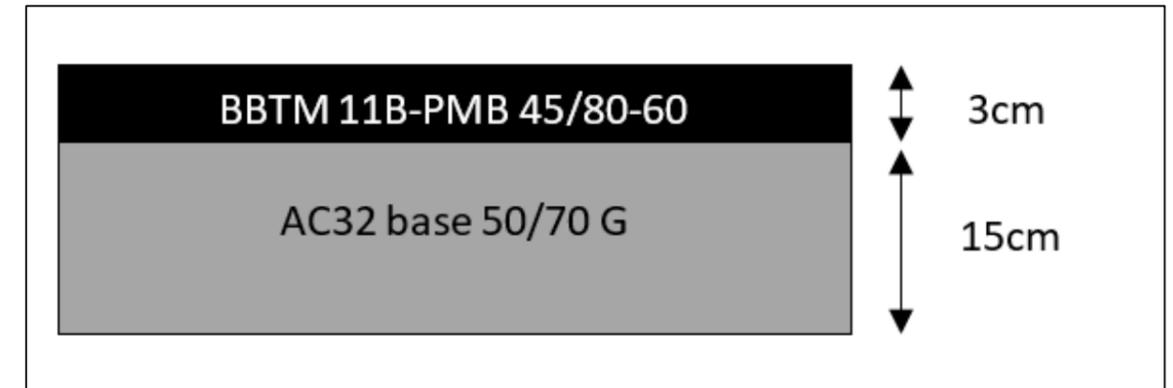


Figura 48: Capa mezcla bituminosa (elaboración propia)

Por otro cumpliendo lo dicho en el capítulo 7 de la norma 6.1 IC secciones del firme el arcén estará compuesto por la misma capa bituminosa que los carriles en la capa de rodadura y por debajo suelocemento hasta llegar a la capa de la explanada, es decir tendrá la misma composición que los carriles.

Visto lo anterior, se supone que ambos carriles de la CV-500 están definidos de la siguiente forma y la carretera secundaria estará construida igual, pero sin arcén (la longitud y disposición de la acera variará según el tramo de carretera):

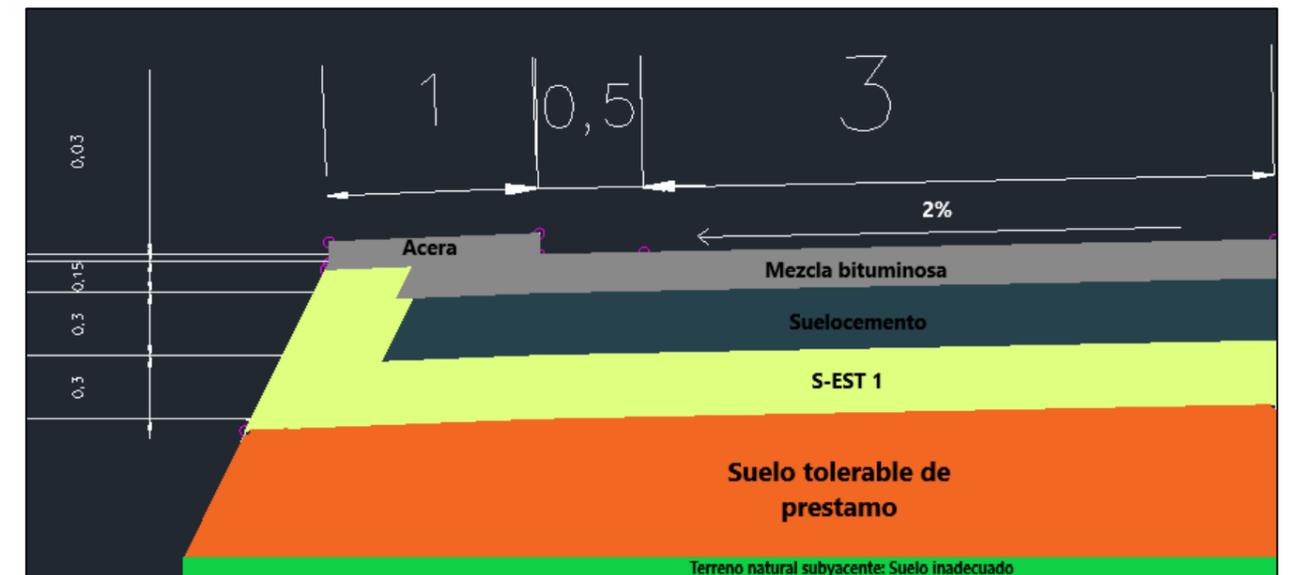


Figura 49: Composición de la sección transversal de un carril de la CV-500 (elaboración propia, AutoCAD Civil 3d)

#### 4.4. Señalización actual

La señalización vial incluye todos aquellos elementos, infraestructuras y símbolos que como usuarios podemos encontrar en caminos, calles, pistas o carreteras. La señalización previene a los conductores sobre determinadas restricciones o prohibiciones que limitan su movimiento cuando utilizan las distintas vías de comunicación, e informa de la existencia de los posibles peligros que pueden encontrar a lo largo de su trayecto.

Una correcta señalización garantiza la seguridad vial, regulando y ordenando el uso de las carreteras, facilitando la circulación tanto de vehículos como peatones, para que puedan moverse de forma segura evitando accidentes de coche. Para lograr esta meta, es muy importante que los usuarios sean capaces de comprender el mensaje que las señales representan, pero también que estas se mantengan en un buen estado.

En España existen distintos tipos de señalización vial que regulan la circulación en las vías. En primer lugar, encontramos **las señales de tráfico verticales** que son tableros fijados en postes o estructuras que contienen símbolos o leyendas. La información que ofrecen debe indicar a los usuarios la forma más correcta y segura de circular. Este tipo de señalización puede ser informativa, reglamentaria o bien de advertencia de obras y peligro.

En algunos casos, como complemento a la señalización vertical se utilizan **señales horizontales**, unas marcas viales que se realizan directamente sobre el pavimento como es el caso de las flechas direccionales, pasos peatonales o líneas de canalización del tráfico.

Para mostrar la señalización se han tomado tres puntos de vista desde la carretera, uno la señalización vista dirección hacia el norte por la CV-500, la señalización dirección hacia Sur y por último la señalización mirando desde el acceso.

#### a) Vista dirección hacia el Norte



Figura 50: Vista sentido Valencia (Google maps)

Para este sentido se observan dos señales verticales la primera de indicación para mostrar información que se encuentra 50 metros aproximadamente antes de la intersección. La segunda es una ceda al paso (elemento 1, Figura 35) para cuando se gira a la derecha entrando al acceso desde la vía, dando prioridad al giro proveniente desde el otro sentido.

Respecto a las señales horizontales, se encuentra la línea continua de la calzada de la CV-500 que no permite el adelantamiento (elemento 1 en rojo en la Figura 20) y una ceda dentro de la intersección para saber dónde ejecutar la maniobra (elemento 2 de la Figura 50).

#### b) Vista dirección hacia el Sur



Figura 51: Vista sentido del perello aproximándose a la intersección



Figura 52: Vista en el carril esperando al giro (Google maps)

Se observa para este sentido que en las proximidades de la intersección se usan las señales horizontales como son las isletas encauzadoras, con balizamiento retroreflectante (elemento 4 en la Figura 51), indicaciones de sentido pintadas en el suelo para orientar al usuario (elemento 5 en la Figura 52) y una marca vial de stop (elemento 6 en la Figura 52) en el otro lado de la isleta, para incorporarse al mismo carril de circulación.

Por otro lado, el sentido también tiene señales mas alejadas de la intersección. En ellas podemos ver la limitación de Velocidad de la zona, y sentido de giro de la CV-500 (Elemento 2, Figura 53) y señales de estrechamiento de la vía y Fin del área de los taxis (elementos 3 y 4 de la Figura 54).



Figura 53: Vista alejada de la intersección 1 (Google maps)



Figura 54: Vista alejada de la intersección 2 (Google maps)

c) Vista desde el acceso o zona de intersección

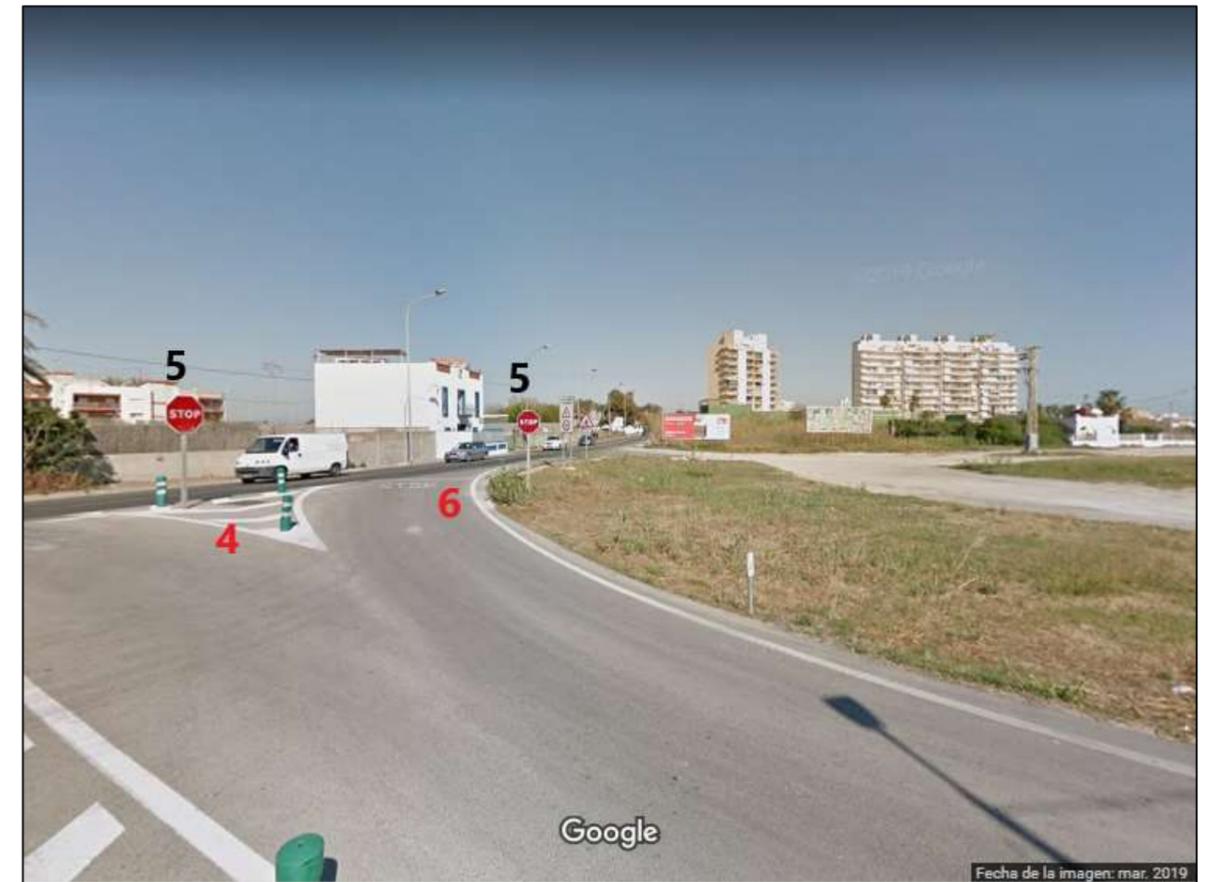


Figura 55: Vista desde la intersección (Google maps)

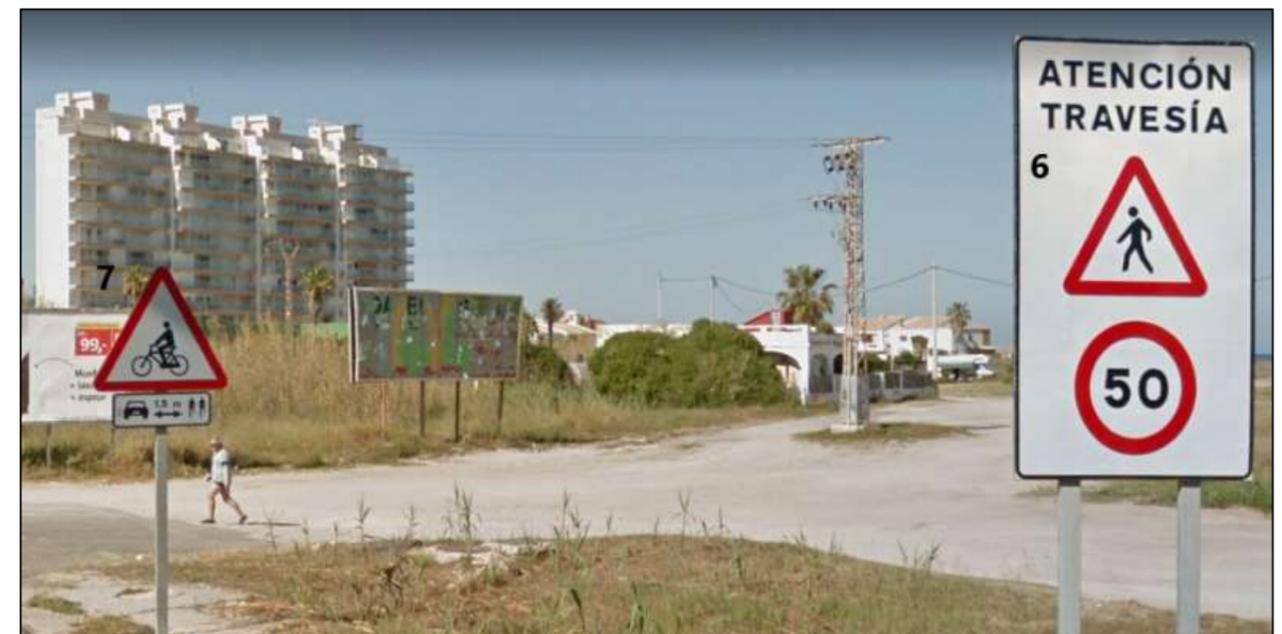


Figura 56: Vista desde la intersección (Google maps)

Respecto al acceso a la CV-500 desde la carretera secundaria, viene señalizada su incorporación por dos señales de stop, con sus marcas viales correspondientes canalizadas con isletas. Por otro lado, se avisa con señales verticales de una travesía, en la cual circulan ciclistas y peatones, advirtiéndole la distancia de separación de 1,5 metros.

**d) Resumen de la señalización actual**

**Se considera tras la visita a la obra que la visibilidad y el uso de la señalización es la adecuada.**

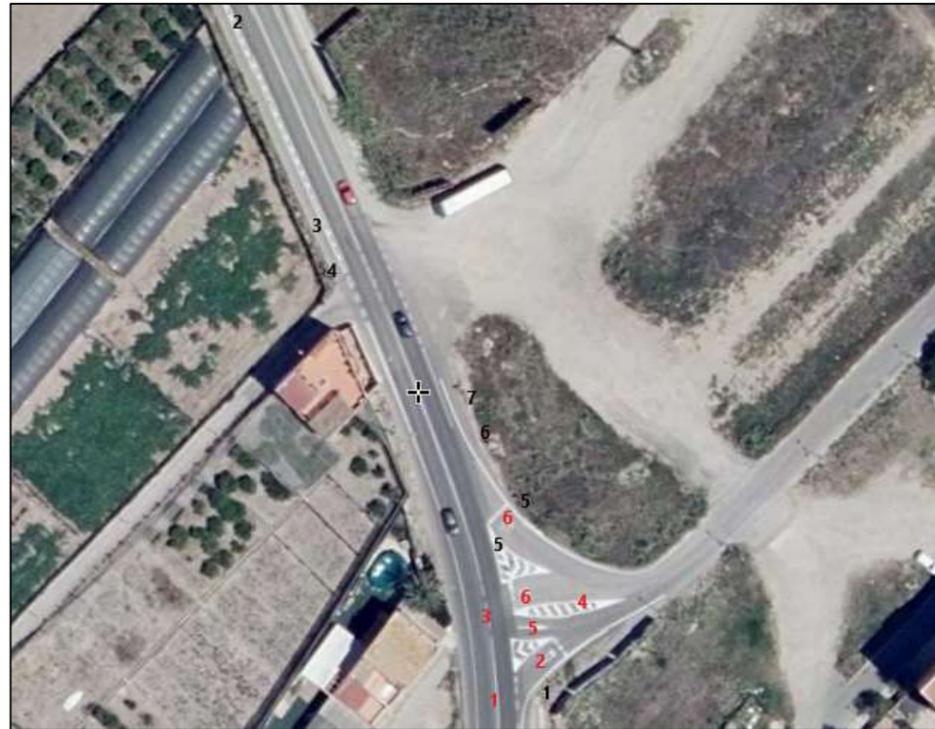


Figura 57: Señalización Resumida (Iberpix 4)

Señalización vertical (en negro):

1. Ceda el paso
2. Señal de giro y velocidad máxima permitida de 40 Km/h.
3. Estrechamiento de la calzada
4. Parada de taxi
5. Señal de stop
6. Advertencia de travesía, peatones y velocidad máxima de 50 km/h.
7. Señal de advertencia, circulan ciclistas.

Señalización horizontal (en rojo):

1. Marca de carril continua
2. Marca vial de ceda el paso
3. Marca de carril discontinua
4. Dibujo de las isletas
5. Señalizaciones de las direcciones del carril
6. Marca vial, stop

**4.5. Análisis de la seguridad vial**

Se entiende como seguridad vial como la prevención de accidentes de tránsito o la minimización de sus efectos, cuando tuviera lugar un accidente o incidente de tránsito. En este estudio a modo de Trabajo de Fin de grado, se ha procedido a realizar una búsqueda de documentación para identificar la accidentabilidad en la intersección. Para ello se han tomado los datos de “INFORME N.º 3: AI. ESTADO DE LA TÉCNICA 1.3 ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL”, coordinado por la Universitat politècnica de València, donde participo la empresa TYPSA. El estudio consta con los datos de accidentes en la Comunidad Valenciana hasta 2007. Para obtener la accidentalidad el resto de años se han extraído los mapas públicos de accidentalidad de la página web de la Generalitat Valenciana desde 2012, hasta 2017. Además de un mapa de accidentalidad ciclista desde 2012 hasta 2016. Disponibles en su página web donde se ha comprobado que no ha habido ningún accidente en la intersección, estos años.

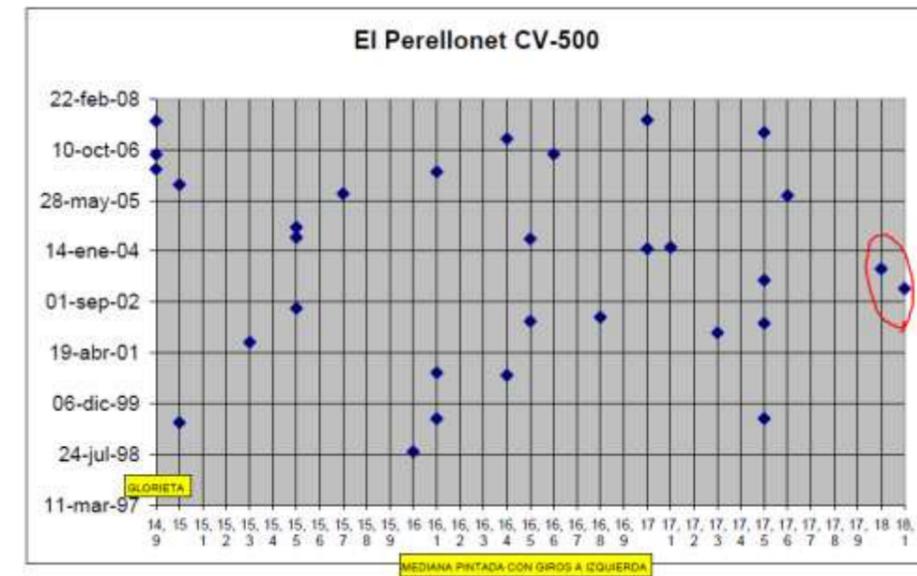


Figura 58: Accidentes hasta 2008 (INFORME N.º 3: AI. ESTADO DE LA TÉCNICA 1.3 ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL)

A partir de los datos de las fuentes anteriores, se obtiene que en los últimos 20 años aproximadamente se han registrado 2 accidentes de carácter leve en las proximidades de la intersección, no se conocen las causas, sin víctimas mortales.

A pesar de que haya habido pocos accidentes en la intersección, no significa que la seguridad de la intersección sea la correcta, factores como la suerte están presentes en todas las vías. Es por ello que se hace una inspección visual de la zona en busca de elementos que proporcionen seguridad al tramo y de elementos que puedan afectar a la seguridad.

Se observa que la intersección aparte de las señales que limitan la velocidad no tiene ningún elemento de protección en sus proximidades. También existen dos discotecas, She y Cala que podrían afectar negativamente a la seguridad vial del tramo.

## 5. CONDICIONANTES

En este apartado del documento se mostrarán los aspectos más relevantes que se tienen que tener en cuenta en la intersección. A partir de ellos se podrán formular las diversas alternativas de mejora, de la manera más correcta posible.

### 5.1. Planeamiento urbanístico

En esta parte del trabajo, se definirán la ocupación y usos de las estructuras cercanas a la zona de la intersección de la vía. Para ver el terreno que se podría expropiar y el impacto que tendría. Como se dijo en los antecedentes del estudio, "El tiempo avanza y las vías de transportes tienen que adaptarse a las nuevas características que surgen en el entorno." El planteamiento urbanístico ha evolucionado desde la construcción de la vía. La distribución urbanística no siempre ha sido la misma.



Figura 59: Imagen 1953 de la zona de estudio (Institut Cartogràfic València)

Como se observa en la anterior imagen, en la época de la construcción de la carretera, el acceso de la intersección comunicaba tan solo con una decena de casetas pesqueras y campos de cultivo. Desde entonces la zona ha sufrido un proceso de urbanización que este compuesto de la siguiente manera:

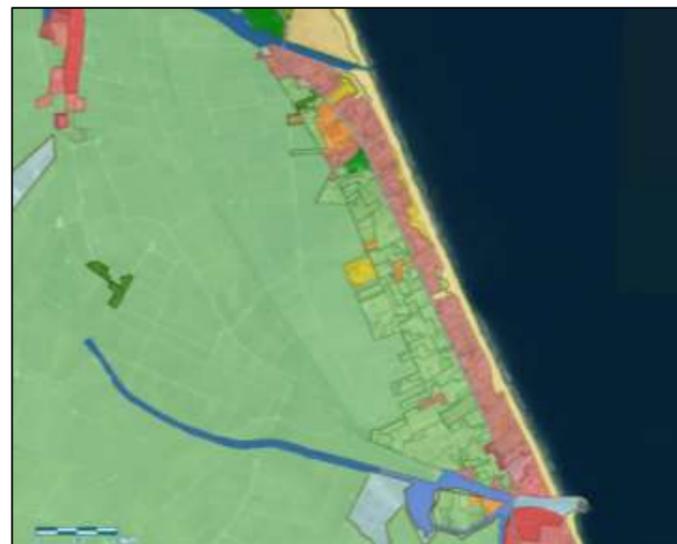


Figura 60: Usos del suelo del Perellonet (<https://visor.gva.es/visor/>)

El Perellonet es una zona residencial ubicada en la costa. Limita por el norte con la gola (garganta o canal navegable) de El Perellonet y por el sur con la gola de el Perelló (Sueca), donde a lo largo de su territorio predominan las zonas urbanizables discontinuas, es decir edificaciones que fueron construidas sin seguir ningún orden concreto de construcción (color rosa). A lo largo de este pequeño territorio se localiza la infraestructura viaria CV-500, objeto de estudio del trabajo, y entrando hacia el interior de la comarca se localizan en las proximidades casetas de para cultivos y grandes arrozales (color verde). Al otro lado de la garganta inferior, se encuentra el Perello, con una zona urbanizable continua.



Figura 61: Usos del suelo en la intersección (<https://visor.gva.es/visor/>)

La zona de intersección está dividida en diversas zonas con distintos usos de suelo. Al sur se encuentra un puente utilizado para cruzar a la zona del Perello. A su derecha (color rojo) se encuentra una zona edificada al 75% de su totalidad de superficie, seguidamente a su costado se encuentra una zona que no ha sido edificada aprovechada para aparcar vehículos, denominada descampado (color violeta). Tanto a la izquierda como después de esta zona no edificada, se encuentra una zona edificada al menos en el 30% de su superficie, con algunas casetas de cultivo a la izquierda (color verde). En la parte izquierda se encuentran zonas destinadas al ocio, discotecas (color rojo fuerte).



Figura 62: Propiedad de las parcelas ([sedecatastro.gob.es](https://sedecatastro.gob.es))

Aunque parezca que existe mucho espacio, el espacio disponible para la construcción de una posible mejora de la obra es escaso. Hay 600 metros cuadrados aproximadamente de intersección. La zona no edificable del solar es de propiedad privada, en caso de querer utilizarla habría que tener en cuenta un posible coste de expropiación.

Respecto al suelo sin urbanizar y que se podría utilizar (el solar), este es utilizado para aparcar vehículos como se ha dicho anteriormente. Por lo que hay que tener en cuenta a la hora de implementar una alternativa, el **espacio disponible para el aparcamiento de** vehículos ante la escasez de sitios en sus proximidades y la demanda de vehículos que transitan por la zona.

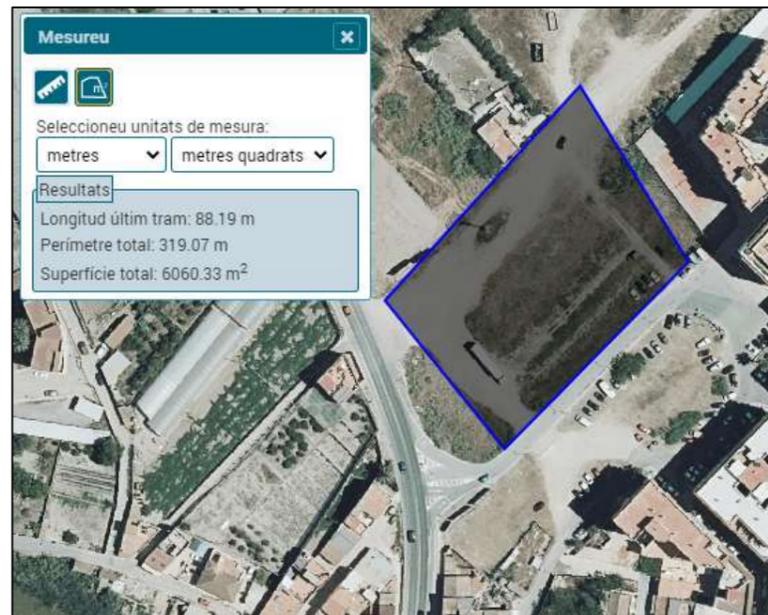


Figura 63: Superficie total Descampado 1 (Visor cartografico)

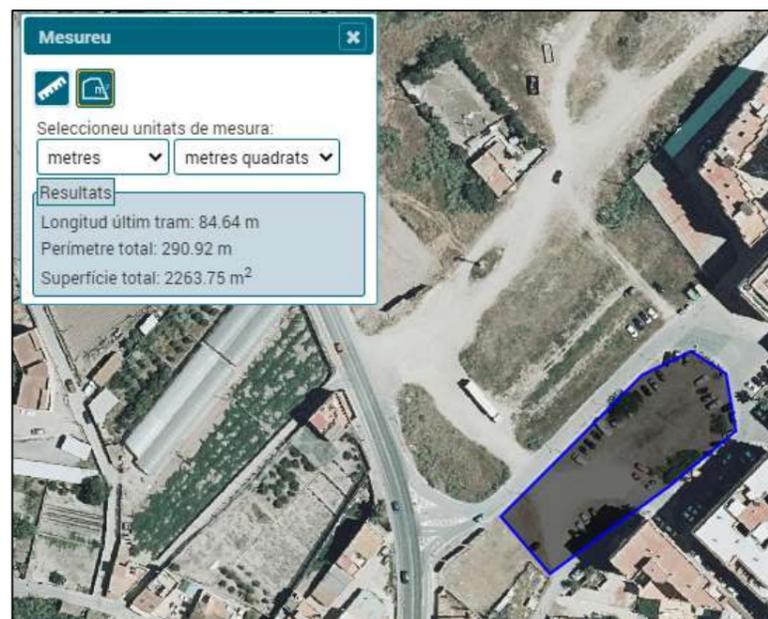


Figura 64: Superficie total descampado 2 (visor cartografico)

El espacio disponible actual para el aparcamiento de vehículos es de 8324,08 metros cuadrados.

## 5.2. Geología y geotecnia

Esta parte del trabajo tratara de reflejar aquellos condicionantes que puedan afectar más a la posible obra, como son la procedencia de los materiales que conforman la explanada y el terreno, y la excavabilidad. Para ello se ha realizado una búsqueda de información para saber cómo es el terreno.

Al ser un trabajo de fin de grado de Ingeniería Civil, el alumno no cuenta con la totalidad de los medios para la obtención de la información. Por ello se intentará que las suposiciones y justificaciones estén lo mejor explicadas posibles y tengan la máxima veracidad posible para la elaboración del trabajo. En caso de que se requiera una más precisa información habría que hacer un estudio más profundo de la zona.

### 5.2.1. Información del terreno

En el siguiente apartado se intentará reflejar con los medios que disponemos, lo más detalladamente posible, la geología y la disposición del terreno en la zona. Para ello se ha extraído la información de los mapas de acceso público publicados en la página web del Instituto Geológico y Minero de España. Los mapas son los siguientes:

- Ministerio de Industria, Dirección General de Minas. Instituto Geológico y Minero de España (IGME) Hoja 64:8-8 Mapa geotécnico General Escala 1:200.000

Los mapas generales facilitaran, dentro de las limitaciones que impone la escala, las características físicas y mecánicas de los terrenos, y sus límites de variación según varíen sus condiciones.

- Instituto Geológico y Minero de España (IGME) Sueca; hoja 747, 29-29 Mapa Geológico de España Escala 1:50.000

#### a) Geomorfología

El lugar donde se pretende realizar el estudio de soluciones se halla muy próximo a la costa, se analizará la geomorfología correspondiente de la zona (*en la memoria del mapa geotécnico de Alcoy dividen las zonas por áreas y se muestran las características de cada una de ellas de forma separada. El área en la cual se encuentra el estudio es el I2*). A lo largo de la costa existe un cordón litoral que separa el mar de la zona de marjales. Está constituido por playas de arena bastante finas, como la más próxima al estudio, la playa el Recati (en el Perellonet), sobre la que se ha instalado una duna a lo largo de la misma y una zona entre esta y el marjal de depósitos eólicos. Su morfología es plana, con una serie de pequeñas elevaciones de un cordón de dunas que alcanza los 3 metros de altura. Presenta buenas condiciones de estabilidad, aunque hay que tener presente la existencia del nivel freático próximo a la superficie.

#### b) Rasgos geológicos

Gracias a las memorias que se adjuntan en cada hoja del mapa geotécnico (*Apéndice geotécnico y Geológico*) se puede definir adecuadamente la naturaleza del suelo y sus antecedentes geológicos. Para la zona donde se está haciendo el Estudio de Soluciones, el Perelló, le corresponde un tipo de suelo que se formó en el Cuaternario, es decir, hace 2,59 millones de años.

El cuaternario se presenta en el mapa en una amplia llanura prelitoral ocupada casi en su totalidad por la Albufera y los depósitos de los ríos Júcar y Magro. La colmatación (*Relleno de una cuenca sedimentaria con materiales detríticos arrastrados y depositados por el agua.*) se ha visto producida también por el cierre de la flecha litoral que desde la desembocadura del Turia se prolonga hasta el cabo de Cullera.

La flecha litoral de cierre de la Albufera está formada en líneas generales por un cordón dunar que desde la desembocadura del Turia se continúa hasta Cullera; estando interrumpida por dos «golas» naturales,

Perellonet y Perelló, que constituyen la salida natural de la Albufera. Al norte del Perellonet se presenta subdividido en tres frentes de dunas, de los cuales los dos exteriores son muy recientes, mientras que el interior, más antiguo, se correspondería con la restinga primitiva del cierre. Estos cordones dunares están separados entre sí por dos surcos interdunares.

En la zona se diferencian 5 unidades morfológicas que son la playa, los cordones lunares, los marjales y la albufera, los derrames de glaciares (*Terreno que presenta una pendiente suave y uniforme*) y llanuras de inundación. Respecto a la playa es bastante uniforme a lo largo de toda la costa, con una anchura que llega hasta los 55 metros, formada por arenas finas con bancos de gravas. Además, la zona alberga la formación de cordones dunares, la mayor parte de ellos se encuentran desde la zona de Pinedo hasta la Gola del Perelló. La costa tiene estas características interrumpidas de vez en cuando por algún saliente rocoso aislado, hasta el Cabo de Cullera, zona marcada por la presencia de acantilados.



Figura 65: Terreno zona de estudio (Mapa Geotécnico: Sueca; hoja 747, 29-29 Mapa Geológico de España)

Concretamente en la zona de estudio, mirando los mapas geológicos se observa que existe una franja paralela a la costa con depósitos de arena formando dunas recientes. Las dunas más cercanas a la costa son dunas móviles de tipo transversal. Tras estas dunas se presenta una zona deprimida, retocada en la actualidad por aterramientos y drenes artificiales.

Al estar muy próxima la zona de la costa, las cotas topográficas y las piezométricas son muy similares, y muy cercanas a la superficie del terreno lo que frecuentemente ocasiona que en algunas zonas del Perellonet se formen encharcamientos e intensa evapotranspiración.

#### c) Litología

Está formado por el llamado Cordón Litoral, constituido por arenas de playa y depósitos eólicos, tipo dunas recientes, que dan lugar a un sedimento arenoso fino, casi monogranular. Los materiales cuaternarios se presentan sueltos y con un espesor de 4-5 m, con arenas y limos como principales componentes.

#### d) Sismicidad.

La norma de Construcción Sismorresistente (NSCE-02), establece: “la peligrosidad sísmica del territorio nacional por medio del mapa de peligrosidad sísmica. Dicho mapa suministra, expresada en relación al valor de la gravedad  $g$ , la aceleración sísmica básica  $a_b$ , un valor característico de aceleración horizontal del terreno y el coeficiente de contribución  $K$ , que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.

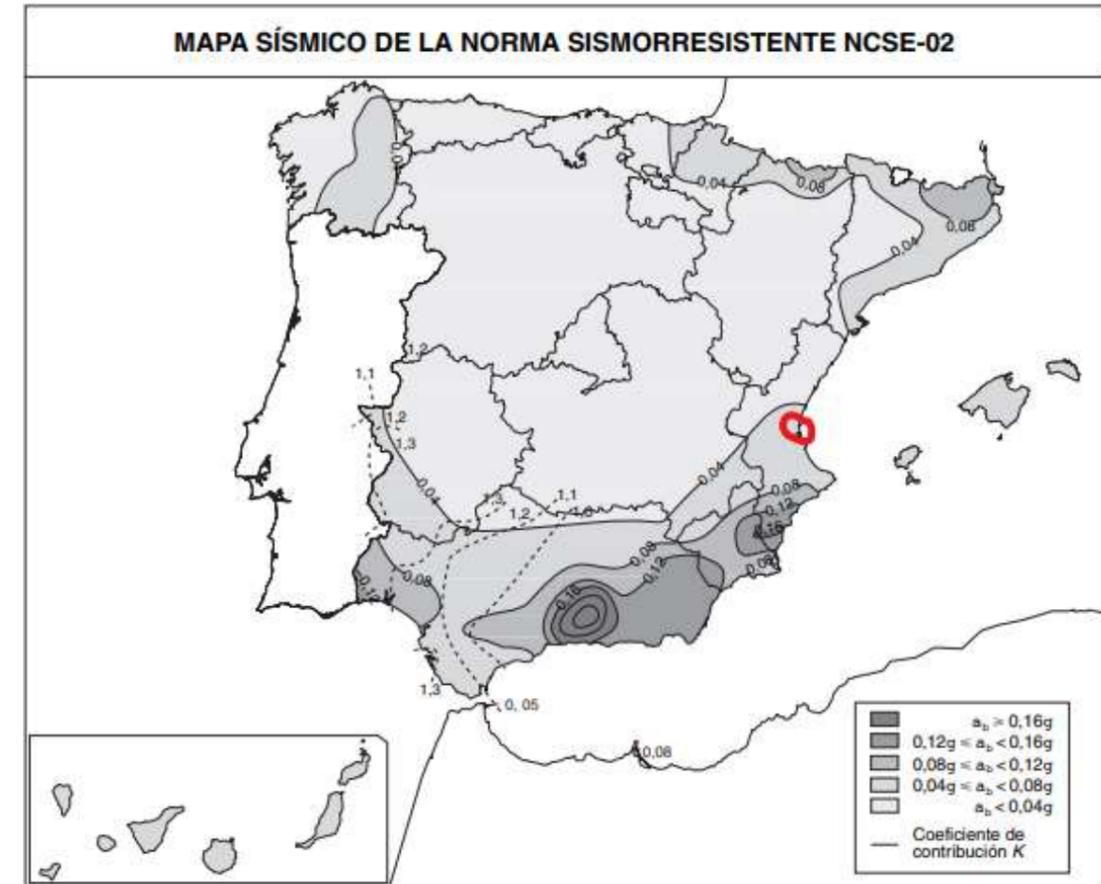


Figura 66: Mapa de peligrosidad sísmica, con la zona señalada (NSCE-02)

A efectos de esta norma, de acuerdo con el uso que se destinan, y con los daños que puede ocasionar su destrucción e independientemente del tipo de obra que se trate, las construcciones se clasifican en:

- **De moderada importancia:** Aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir daños económicos significativos a terceros.
- **De normal importancia:** Aquellas cuya destrucción por el terremoto, pueda interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.
- **De especial importancia:** Aquellas cuya destrucción por el terremoto, pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos. En este apartado se recogen en la norma tecnológica diversas construcciones entre las que se incluyen infraestructuras básicas como puentes y principales vías de comunicación.

La aplicación de esta norma es obligatoria en el ámbito de aplicación establecido excepto en:

- Construcciones de importancia moderada
- Edificaciones de importancia normal o especial en el caso de que la aceleración sísmica básica  $a_b$  sea inferior a 0.04g, siendo  $g$  la aceleración de la gravedad.
- En las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones cuando la aceleración sísmica básica sea inferior a 0.08g. No obstante, la norma será de aplicación en los edificios de más de siete plantas si la aceleración sísmica de cálculo,  $a_c$ , es igual o mayor de 0.08 g.

“Si la aceleración sísmica básica es igual o superior a 0.04g deberán tenerse en cuenta los efectos de los sismos en terrenos potencialmente inestables.”

Respecto a la sismicidad la obra se considera como una construcción de importancia moderada y a pesar de que la sismicidad (0,07g en Sollana anejo 1 de la NSCE-02) sea superior a 0,04g no presenta inestabilidad el terreno, por lo tanto, no es obligatorio la aplicación de la norma.

### e) Estratigrafía

Como bien es sabido la Geotecnia es la rama de la Ingeniería Civil, que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas, hidrogeológicas e ingenieriles de los materiales provenientes del medio geológico, aplicadas a las obras de Ingeniería Civil. En este apartado del apéndice se reflejará lo más detalladamente posible la composición del terreno. A partir de los mapas de información públicos proporcionados por el Instituto Geológico y Minero de España, se ha obtenido el mapa de Inventario de sondeos históricos del IRYDA donde se encuentran datos históricos de los sondeos realizados para la investigación de los diferentes acuíferos de España, resultado de la colaboración entre el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), con el Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA), antes Instituto Nacional de Colonización (INC). Los sondeos fueron realizados fundamentalmente entre 1950 y 1990.

Como no se dispone de los medios necesarios para ejecutar un sondeo en la zona de estudio se procede a buscar el sondeo que pueda presentar más similitudes con el terreno de la zona. Se encuentran realizados en el mapa dos sondeos, uno en el término municipal de Carlet y otro en Sollana.

Para la elección de cual es más apropiado para la zona se ha optado primero por buscar el más próximo y que se encuentre dentro de la hoja Geológica nº 747 correspondiente a Sueca. Los más cercanos, como se ha nombrado anteriormente son en Sollana y en Carlet. Posteriormente se han medido las distancias de cada uno de ellos (observable en las Figuras), ambos se encuentran a 8 Km de la zona aproximadamente.



Figura 67: Distancia sondeo Sollana-Perellonet (www.igme.es)



Figura 68: Distancia sondeo Carlet-Perellonet (www.igme.es)

Teniendo en cuenta, como se ha mencionado en el estudio Geológico, el terreno está compuesto por arenas principalmente en sus primeros estratos, con niveles freáticos próximos a la superficie, morfología plana y capacidad de carga baja con asientos estables a medio y corto plazo. La resistencia mecánica varía de baja a media, con una permeabilidad media a alta, aunque el nivel de las aguas subterráneas está próximo a la superficie y de morfología llana; la erosionabilidad es baja.

Analizando ambos informes de los sondeos, se observa que el informe de Sollana presenta limos, margas y arenas en sus primeros metros excavados. Y además en el mapa geológico (Ver el Apéndice Geológico y Geotécnico) se encuentra en el límite entre las áreas I1 y I3, se supondrá que corresponde al área I1, un área con características muy similares a las del área I2. Se tratan de terrenos con nivel freático muy próximo a la superficie, con arenas y limos, morfología plana y capacidad de carga baja a media con asientos superficiales estables.

Por otro lado, el informe del sondeo de Carlet presenta arenas y arcillas en sus primeros metros de excavación. Se encuentra entre Alginet y Algemés, lo que parece indicar que puede encontrarse en el área I1, como el sondeo de Sollana.

Por lo tanto, se decide optar por escoger el informe del Sondeo en Sollana como referencia para el siguiente estudio de soluciones, ya que por proximidad mayor y similitudes con el terreno de la zona es el que más concuerda con lo escrito anteriormente en el estudio geológico.

(En el “Apéndice Geológico y geotécnico” se muestran ambos informes de los sondeos para completar y reflejar la información obtenida.)

Para ver que estratos forman el suelo se escoge el informe del sondeo realizado en Sollana el 11 de diciembre de 1973 y finalizado el 22 de diciembre de 1973. Se halla en la llanura valenciana al sur de la Albufera, a dos kilómetros al este de Sollana, por el camino del Altero. Se excava hasta una profundidad de 404 metros.

El sondeo se divide en dos grandes tramos:

1. El superior, que va desde la cota cero hasta los 267 metros. Este compuesto por limos, arcillas, margas, arenas, areniscas y gravas, con abundante cantidad de fósiles.
2. El interior, compuestos por margas de color rojo oscuro y gris, frecuentemente con algo de arena y ocasionalmente algo de yeso hasta el final de la perforación.

El sondeo resulto surgente (Pozo o manantial del que surge agua.) y se ejecutó con el método de rotación a circulación directa. Y el resultado fue el siguiente:

De (m)	Hasta (m)	Descripción
0	1	LIMO
1	45	MARGAS ARCILLOSAS
45	47	MARGAS Y GRAVAS AMALILLAS
47	53	GRAVAS GRUESAS
53	61	CALIZAS Y GRAVAS
61	68	ARENAS Y GRAVILLAS
68	73	GRAVAS Y ARENAS CON ARCILLA AMARILLA
73	97	MARGAS ARCILLOSAS
97	108	MARGAS ARCILLOSAS GRISES OSCURAS
108	111	GRAVILLAS Y MARGAS GRISES OSCURAS
111	115	GRAVAS GRUESAS GRISES OSCURAS
115	122	MARGAS Y GRAVAS GRISES OSCURAS
122	212	MARGAS ARCILLOSAS GRISES OSCURAS
212	217	MARGAS ARENOSAS GRISES
217	224	ARENAS CALIZAS GRISES OSCURAS
224	230	MARGAS ARENOSAS GRISES OSCURAS
230	245	ARENAS CALIZAS GRISES OSCURAS
245	255	MARGAS ARCILLOSAS
255	342	ARCILLAS MARGOSAS GRISES (MIOCENO)

Figura 69: Espesores del terreno (infoIgme.es)

Por lo tanto, el terreno estará constituido por limos grises de albufera en sus primeros estratos, pero en la superficie es posible encontrar en la zona y sus proximidades cuatro tipos de arenas, Dunas recientes: Arenas, Surco interdunal: Arenas, Playa: Arenas, Duna subfósiles: Arenas algo rojizas. Por otro lado, se tomará como hipótesis que el nivel freático se encuentra muy próximo a la superficie al encontrarse la carretera muy próxima a la costa y viendo como el sondeo resulto ser surgente.

### 5.2.2. Características del terreno

Gracias a la colaboración de María Elvira Garrido, profesora de la Universitat Politècnica de València y especialista en el Terreno, ha proporcionado unos valores aproximados sobre las características del terreno de la zona de estudio. Estos valores se han supuesto a partir de lo observado en los mapas mostrados en el *Apéndice Geológico y Geotécnico* y se tomaran como base para establecer las características del terreno. En caso de precisar de los medios adecuados haría falta realizar en el laboratorio los siguientes ensayos:

- Ensayos de identificación básica:
  - Análisis granulométrico de suelos por tamizado.
  - Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de Casagrande.
  - Determinación del límite plástico de un suelo.
  - Equivalente de arena (Ensayo complementario, incluso sustitutivo de los límites de Atterberg para suelos baja plasticidad son difíciles de caracterizar dando resultados inconsistentes según el operario.
- Ensayos secundarios de identificación:

- Determinación cuantitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo.
- Determinación del contenido de materia orgánica oxidable de un suelo por el método del permanganato potásico.
- Contenido de yeso en suelos.
- Ensayos de colapso en suelos
- Ensayo del hinchamiento libre de un suelo en edómetro.
- Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa.
- Determinación de la densidad relativa de las partículas de un suelo.
- Ensayos de caracterización del comportamiento:
  - Ensayo CBR (California Bearing Ratio)
  - Ensayo de compactación Proctor Normal y modificado
- Ensayos de comprobación in situ
  - Ensayo de carga con placa
  - Ensayo de huella.
  - Determinación “in situ” de la densidad de un suelo por el método de la arena.
- Clasificación de suelos según el PG3, “PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA OBRAS DE CARRETERAS Y PUENTES (Art. 330 PG-3 Rev. 2002)” Ministerio de Fomento.
- Ensayos de identificación de ligantes:
  - Densidad relativa
  - Determinación de la consistencia del ligante a 25 C al medir la penetración de una aguja normalizada mediante el ensayo Anillo y bola.
  - Viscosímetro Saybolt
  - Ductilidad
- Ensayos en mezclas bituminosas:
  - Ensayo de rodadura para evaluar la resistencia a las deformaciones plásticas
  - Ensayo de sensibilidad del agua para evaluar la pérdida de propiedades de una mezcla sometida al deterioro acelerado con agua.

Subrayado en amarillo se muestran los ensayos que obtendrían los valores proporciono Elvira y que se pueden ver en el apartado 5 del “Apéndice geotécnico y geológico” y son los siguientes:

Tipo de suelo	Trama	Código	Descripción (IGME, Hoja nº 747, SUECA)	Ensayos											
				Tmax (mm)	Pasa 5 mm (%)	Pasa 2 mm (%)	Pasa 0,080 mm (%)	Límite Líquido	Índice Plasticidad	Humedad Óptima Proctor Modificado (%)	Densidad máxima Proctor Modificado (kN/cm <sup>3</sup> )	CBR	Ensayo de carga con placa (MPa)	Hinchamiento libre (%)	Materia Orgánica (%)
Cuaternario	38	38	Dunas recientes: Arenas	2	100	100	5	No plástico	< 8	18,5	10 a 15	65	0	< 1	Valores elevados por la cercanía del mar
	37	37	Surco interdunal: Arenas	1,25	100	100	5	No plástico	< 8	18,5	10 a 15	148	0	< 1	
	35	35	Playa: Arenas	2	100	100	5	No plástico	< 8	18,5	10 a 15	65	0	< 1	
	28	28	Duna subfósiles: Arenas algo rojizas	2	100	100	5	No plástico	< 8	18,5	10 a 15	180	0	< 1	
	25	25	Limos grises de albufera	0,4	100	100	90	35	10	10-dic	20	< 10	62	< 1	2 a 20

Figura 70: Características del Terreno (María Elvira Garrido)

A partir de los resultados se procede a clasificar el suelo según el PG3, “PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA OBRAS DE CARRETERAS Y PUENTES (Art. 330 PG-3 Rev. 2002)” Ministerio de Fomento.

CARACTERÍSTICAS	SUELOS SELECCIONADOS	SUELOS ADECUADOS	SUELOS TOLERABLES	SUELOS MARGINALES
COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA (ADEMÁS DE # 20 > 70% o bien # 0,080 > 35%)	$D_{max} \leq 100$ mm # 0,40 ≤ 15 % o bien # 2 < 80% # 0,40 < 75% # 0,080 < 25 % +	$D_{max} \leq 100$ mm # 2 < 80% # 0,080 < 35 %	—	—
PLASTICIDAD	LL < 30, IP < 10	LL < 40 si LL > 30 , IP > 4	LL < 65 si LL > 40, IP > 0,73 (LL-20)	si LL > 90, IP < 0,73 (LL-20)
CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA	MO < 0,2 %	MO < 1 %	MO < 2 %	MO < 5 % ESTUDIO ESPECIAL si $H_T > 5$ m
CONTENIDO EN SALES SOLUBLES EN AGUA, YESO INCLUIDO	SS < 0,2 %	SS < 0,2 %	YESO < 5% RESTO SS < 1 %	YESO < 20% ESTUDIO ESPECIAL
ASIENTO EN ENSAYO DE COLAPSO	—	—	< 1%	ESTUDIO ESPECIAL
HINCHAMIENTO EN EXPANSIÓN LIBRE	—	—	< 3%	< 5%

Figura 71: Criterios clasificación del suelo PG3 (Asignatura de caminos, Poliformat)

Ninguno de los suelos que hay cerca de la intersección se puede clasificar según los criterios del PG3. Sus altos contenidos en sales solubles por la proximidad del mar, hacen que se clasifique como suelo inadecuado. Según el PG3 en lo referido a sales solubles, artículo 330.4.4.4 Suelos con otras sales solubles: *La utilización de materiales con sales solubles en agua distintas del yeso, según sea su contenido, será la siguiente: Mayor del uno por ciento (1%): Se requiere un estudio especial, aprobado expresamente por el director de las Obras.* Los cuatro tipos de arenas se podrían clasificar como tipo tolerable o marginal si se aprueba un estudio especial.

### 5.2.3. Aprovechamiento del material, categoría de la explanada y otros condicionantes.

El cimiento del firme está constituido a su vez por el Terreno Natural Subyacente en fondo de desmonte, los suelos o materiales de aportación en núcleo de terraplenes o pedraplenes y generalmente por las Capas de Asiento del firme.

Las capas de asiento están formadas por capas de suelos o materiales de aportación, o por la estabilización de los existentes, cuya finalidad es facilitar las labores de construcción, mejorar y homogeneizar la capacidad soporte del cimiento del firme, proteger los suelos susceptibles al agua mediante impermeabilización o evacuación, y obtener las superficies geométricas precisas.

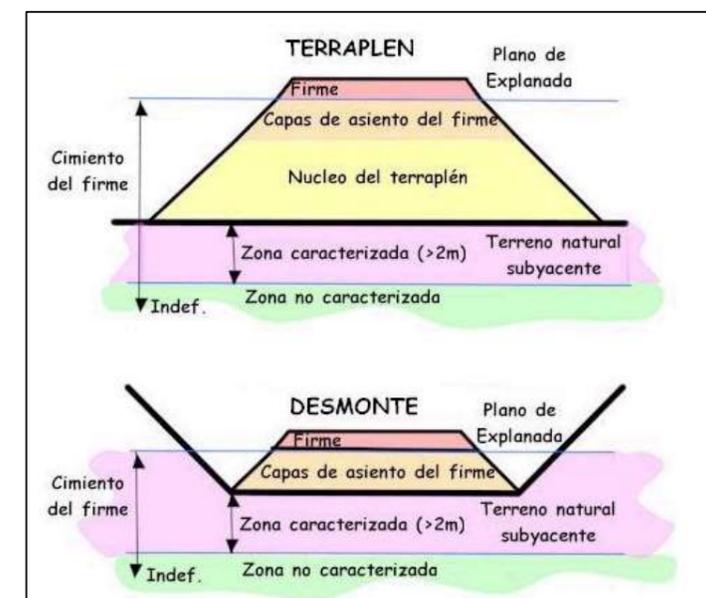


Figura 72: Esquema cimiento del firme (carreteros.org)

En este apartado se caracterizará la categoría de la explanada, para ello se acude al apartado 5 de “la Norma 6.1 IC secciones del firme”. Para definir su estructura la norma establece las tres siguientes categorías según el módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga obtenido en el ensayo de carga con placa:

CATEGORIA DE EXPLANADA	E1	E2	E3
$E_{v2}$ (MPa)	≥ 60	≥ 120	≥ 300

Figura 73: Valores para definir la categoría de la explanada (Norma 6.1 IC secciones del firme)

Como se ha definido en apartados anteriores el terreno natural subyacente este compuesto por limos y dunas recientes, cuyo módulo de compresibilidad ( $E_{v2}$ ) de ambas es superior a 60 MPa (*Observable en la Figura 46, características del terreno*). Por lo tanto, se define la categoría como E1.

Por otro lado, se ha definido el terreno natural subyacente como suelo inadecuado. El resultado lo hace inapropiado para su uso en cualquier parte de la explanada. Como consecuencia, los áridos que conformen la mejora de la explanada deben ser obtenidos de préstamos de obras próximas o de canteras.

Las canteras de áridos más próximas a la intersección, son las siguientes:

- CANTERAS Y ARIDOS LLAURI S.L.: A 16 Km, en Llauri. Vende productos como arena triturada, zahorras, macadam, gravas...
- RICARDO CHANZA E HIJOS S.L.: A 24 Km, cerca de Picassent. Ha participado en diversas obras en el ámbito de carreteras como son: la CV-10 Variante Vall d'Uxo (Azvi-Dragados), CV-10 Variante Vilavella (Pavasal), la autovía de Almenara (Rover Alcisa)



Figura 74: Ubicación de las canteras más próximas (Google maps)

De cualquiera de ellas es posible conseguir los áridos adecuados para la formación de la explanada.

En cuanto a las excavaciones, el terreno analizado no presenta ningún tipo de problema, se puede utilizar el uso de maquinaria convencional para la obra.

Por otra parte, la capacidad portante a la que se va a someter el terreno es baja, soportara la carga del tráfico, los materiales del firme y la explanada. Habrá asientos en la fase de ejecución y explotación, pero serán mínimos y no darán problemas.

### 5.3. Hidrología

El objetivo de este apartado es definir la posible peligrosidad que causa el agua y mostrar aquellas obras de drenaje que se podrían verse afectadas ante una posible propuesta de mejora.

#### a) Riesgo de inundación

Para analizar el riesgo de inundación de la zona, se busca el río con el caudal más grande posible que podría afectar a la zona de estudio, se trata del río Júcar. El Ministerio de Fomento comparte públicamente "FICHAS RESUMEN DE MAPAS DE PELIGROSIDAD Y RIESGO DE LAS ÁREAS DE RIESGO POTENCIAL SIGNIFICATIVO", de ahí se busca la zona de estudio y se observa que pertenece a la subcuenca del bajo Júcar, a continuación, se adjunta el mapa de inundación de esta parte del río:

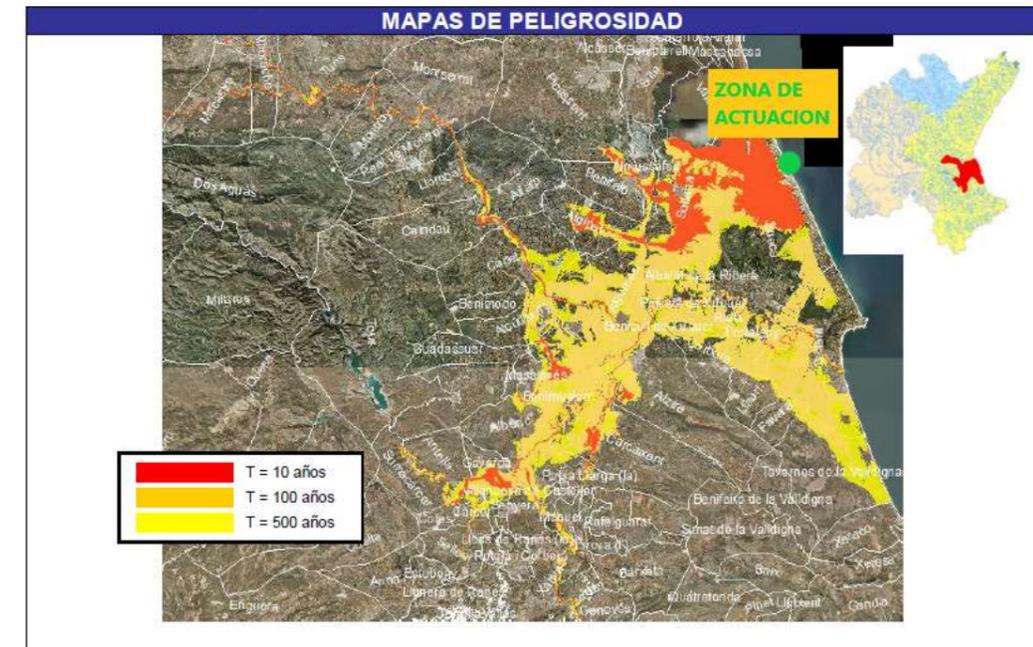


Figura 75: Mapa de Peligrosidad de inundación de la zona de estudio (Ministerio de fomento)

A partir del mapa de inundaciones podemos comprobar que la zona de estudio que se encuentra en el Perellonet, queda fuera de la zona ante la inundación más grande posible, por lo que no presentará riesgo de inundabilidad.

#### b) Obras existentes de drenaje y posibles actuaciones

Ante la falta de datos y mediante lo observado en campo, se toma como hipótesis que el drenaje de la intersección se efectúa a través del bombeo que desagua únicamente por los márgenes de la vía. También visto los sumideros en la vía de la CV-500, parece indicar que existen colectores subterráneos que transportan el agua de la carretera hasta la zona del puente donde desagua el vertido.



Figura 76: Obra de drenaje, sumidero en la CV-500 (Google Maps)

Al estar cerca el nivel freático de la superficie se toma como hipótesis que el colector es una tubería drenante colocada bajo el nivel freático a dos metros, que además de utilizarse para la captación de la infiltración también sirve para el rebajamiento de niveles freáticos.

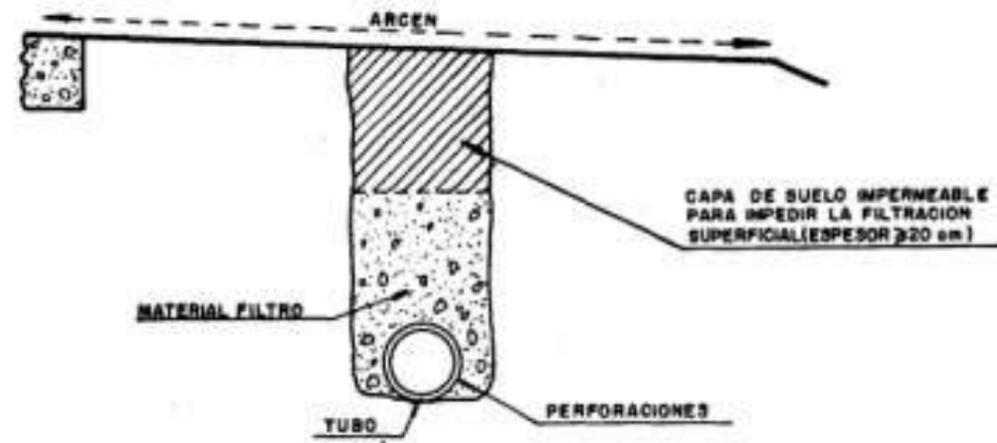


Figura 77: Drenaje existente en la CV-500 (PROYECTO DE MEJORA DE INTERSECCIÓN. CONSTRUCCIÓN DE GLORIETA EN LA INTERSECCIÓN DE LAS CARRETERAS N-611 Y CA-302 EN EL ALTO DE SAN MATEO)

Por lo tanto, a la hora de ejecutar una propuesta de mejora hay que tener en cuenta este factor.

## 6. PROPUESTAS DE MEJORA DE LA INTERSECCIÓN

A partir de lo expuesto anteriormente de la situación actual, se proponen tres alternativas que podrían mejorar la intersección y cumplir las necesidades de la zona. Serán descritas lo más detalladamente posible para posteriormente poder ser comparadas. Será tomada la composición de la sección transversal actual para la definición de los carriles de las alternativas.

### 6.1. Alternativa 1

#### 6.1.1. Descripción de la Alternativa

##### a) Introducción

La primera alternativa escogida consiste en la sustitución de la intersección en T por **una glorieta de un solo carril**. La glorieta es un tipo de intersección constituida por una calzada anular (generalmente circular) con sentido de circulación único y prioritario, en la que las conexiones o los accesos a las vías que concurren son interdependientes.

La glorieta se localizará en la entrada actual de la zona del descampado, de esta forma se contará con el espacio suficiente para su construcción y podrá hacerse un diseño que permita cumplir con la normativa en planta expuesta en la norma de carreteras. Estará compuesta por tres patas, dos conectarán entre sí la CV-500 y la otra dará acceso a la zona residencial.

##### b) Diseño geométrico

Su dimensionamiento estará definido por el vehículo patrón de mayor tamaño que se puede encontrar en la CV-500, el autobús articulado. Dando la posibilidad de giro además a posible maquinaria agrícola remolcada que también es posible que transite por la vía.

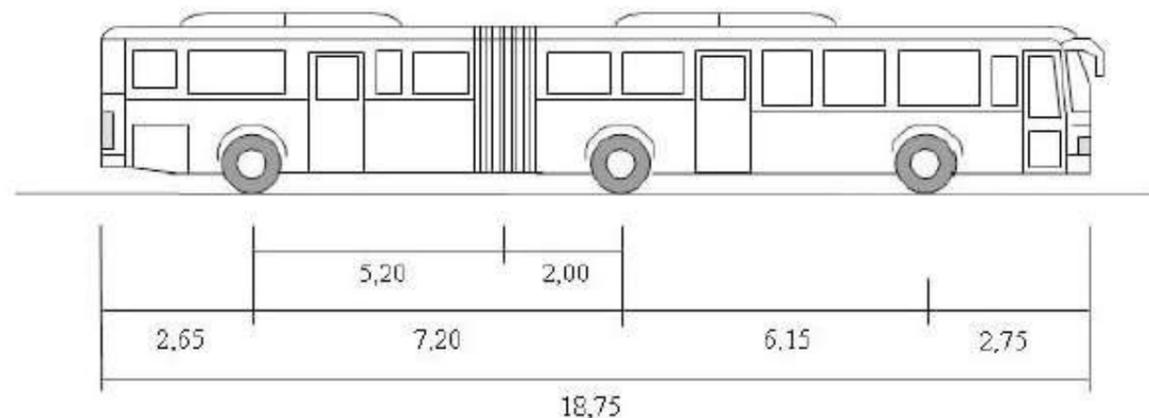


Figura 78: Dimensiones de un autobús articulado en metros (3.1.- IC TRAZADO)



Figura 79: Autobús articulado Línea 25 El Perellonet ([www.enaubusporvalencia.blogspot.com/](http://www.enaubusporvalencia.blogspot.com/))

Mediante la herramienta vehicle tracking de civil 3d se ha dimensionado aproximadamente una glorieta que podría servir como base de un proyecto futuro. La herramienta permite trazar la trayectoria del vehículo y definir el espacio barrido por este.



Figura 80: Trayectorias del vehículo patrón en la alternativa 1 (Elaboración propia, AutoCAD Civil 3d)

La glorieta base presentará un diámetro exterior de 56 metros, con una isleta central de 24 metros de diámetro donde en ella se podrá mostrar alguna escultura o plantar árboles y flores decorativas. Contará con un gorjal y arcones a ambos lados de la calzada anular. Por el exterior se ejecutarían aceras que permitirían el paso de los habitantes de un lado a otro mediante un paso de peatones puesto en la carretera secundaria para favorecer el nivel de servicio en la vía principal.

El paso de peatones se dispone cerca de la isleta con plataforma de la glorieta, para favorecer la comodidad de los viandantes.



Figura 81: Imagen de la alternativa 1 (Elaboración propia, AutoCAD Civil 3d)

En un futuro si aumentara el número de vehículos o el número de personas que se acercan al lugar, existe un terreno adicional sin urbanizar que se podría expropiar y estudiar la construcción para cualquier mejora visual de la zona, ya sea una ampliación de aparcamientos, restaurantes, tiendas, etc...

Respecto al alzado se intentará poner la glorieta sobre un emplazamiento totalmente recto, sin pendiente. Y su sección será lo más parecido posible a la figura 10.9 que figura en la norma 3.1 IC- Trazado. Que permite eliminar el agua hacia la parte exterior de la calzada.

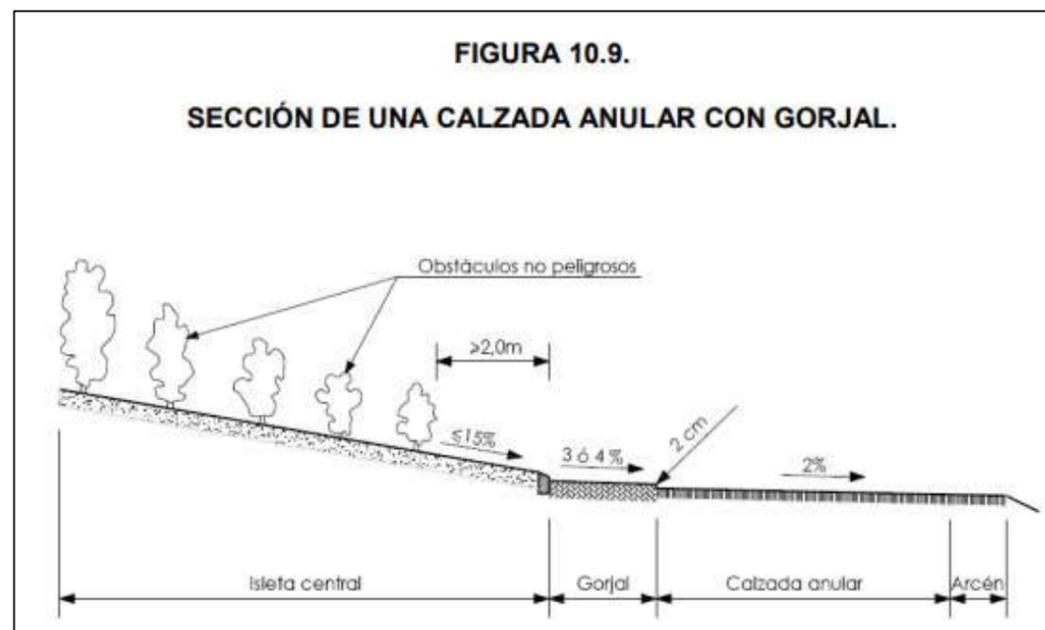


Figura 82: Sección de la calzada anular (3.1. IC-Trazado)

Respecto a las obras de drenaje, al no poder desaguar por el exterior de la calzada, contara con sumideros en los bordes de la calzada anular. Estos sumideros desaguaran hacia el sistema de colectores subterráneos perteneciente a la CV-500.

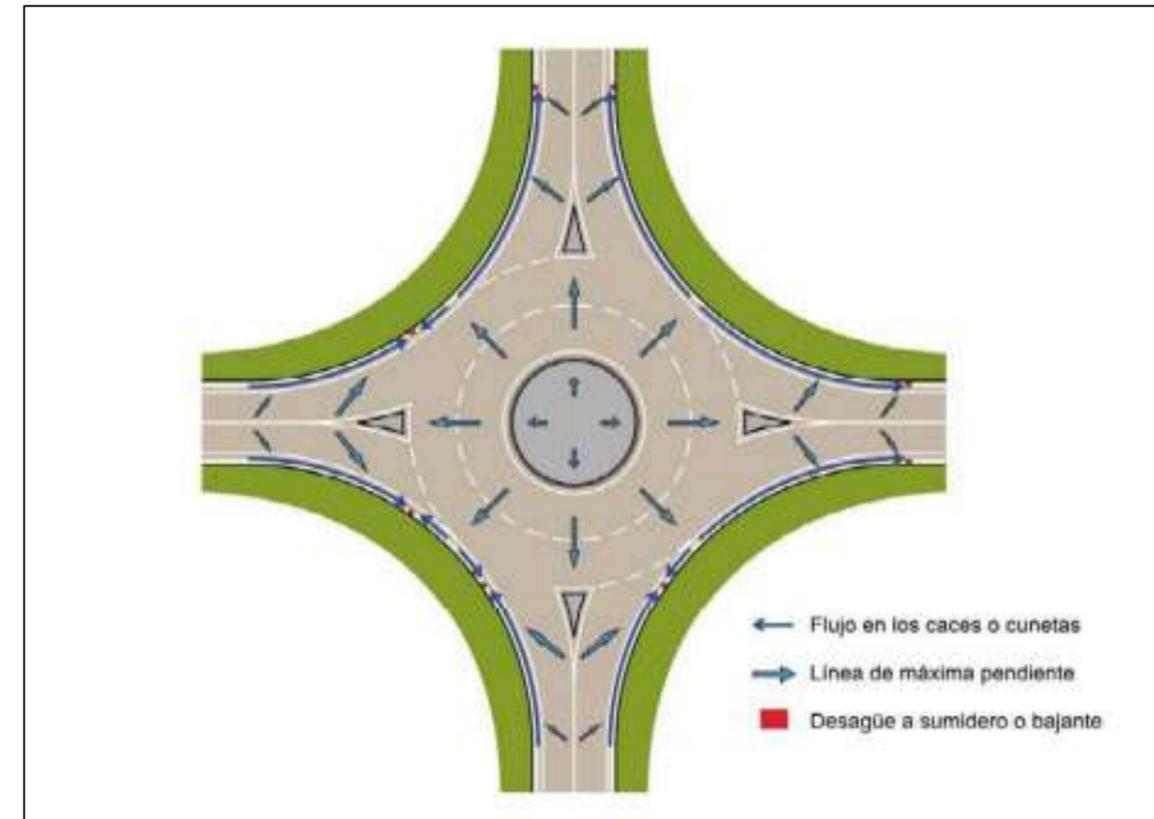


Figura 83: Pendientes de la glorieta y elementos de drenaje (norma 5.2-IC Drenaje Superficial)

### c) Impacto urbanístico y social

Para la ejecución de las obras es necesario ocupar terreno de propiedad privada para el desarrollo normal de la glorieta. Además, también resulta necesario comprobar que el espacio para aparcamientos para residentes o turistas se encuentra mínimamente afectado. En este caso el espacio de aparcamientos se ve reducido, respecto al actual.

- **Expropiaciones.** Se calcula un área de terreno necesaria aproximada mediante la herramienta que mide el área de AutoCAD Civil 3d, siendo el área de 6342.73 m<sup>2</sup>. La expropiación se realizará sobre las siguientes parcelas:

PARCELAS A EXPROPIAR				
	Localización	Referencia catastral	Uso	TERRENO
1	PL NUM 36 RES URB 69 VALENCIA (VALENCIA)	4816506YJ3541F0001DH	Suelo sin edif.	URBANO
2	PL NUM 36 RES URB 66 VALENCIA (VALENCIA)	4816507YJ3541F0001XH	Suelo sin edif.	URBANO
3	PL NUM 36 RES URB 65 VALENCIA (VALENCIA)	4816508YJ3541F0001IH	Suelo sin edif.	URBANO
4	PL NUM 36 RES URB 64(D) VALENCIA (VALENCIA)	4816509YJ3541F0001JH	Suelo sin edif.	URBANO
5	PL NUM 36 RES URB 61 VALENCIA (VALENCIA)	4817906YJ3541F0001AH	Suelo sin edif.	URBANO
6	PL NUM 36 RES URB 58 VALENCIA (VALENCIA)	4817908YJ3541H0001YA	Suelo sin edif	URBANO
7	PL NUM 36 RES URB 60 VALENCIA (VALENCIA)	4817907YJ3541F0001BH	Suelo sin edif.	URBANO

Tabla 11: Parcelas a expropiar alternativa 1 (Sede catastro)

Las áreas afectas son similares y corresponden a zonas sin urbanizar, por lo tanto, el impacto es mínimo y sus características a la hora de calcular un precio orientativo son similares.

Al no tener autorización para acceder a precios unitarios deducidos del valor catastral del suelo, y para calcular un precio orientativo que permita hacer comparaciones entre soluciones, se han tomado valores medios de precios de suelo urbano proporcionados por el Ministerio de Fomento.

El Precio medio de m2 de suelo urbano en municipios de más 50000 habitantes en la provincia de Valencia en el 4º trimestre de 2019 es de 303,5 euros/m2. Es un precio demasiado alto para la zona de Valencia en la que se encuentra, por lo tanto, se busca en diversas páginas webs de compras de terreno en el Perellonet y comparando se supone un precio que posiblemente sea más realista. El precio por metro cuadrado en el Perellonet es de 70 euros/m2.

Por lo tanto, el coste estimado ante una posible expropiación de expropiación sería de **443.991,10 euros**.



Figura 84: Área de expropiación alternativa 1 (Elaboración propia, AutoCAD Civil 3d)

- **El espacio disponible para aparcamientos.** (Se calcula de forma similar a lo anterior.) El espacio disponible para aparcamientos quitando la anterior carretera que había quedaría en 5515,73 m<sup>2</sup>.



Figura 85: Espacio disponible para aparcamientos de la alternativa 1 (Elaboración propia, AutoCAD Civil 3d)

**d) Proceso constructivo**

La implantación de la glorieta se realizaría en los meses con menos cantidad de tráfico, los de invierno. Y contara con 6 capítulos que se dividen en diversas actividades, cada una de ellas contendrá algunas actividades principales para su elaboración:

1. Demoliciones y actuaciones previas

Desbroce de arbustos y de la vegetación existente, demolición y fresado de firme o pavimento existente de cualquier tipo o espesor, así como la demolición de aceras, isletas, bordillos y toda clase de piezas especiales de pavimentación. Retirada de señalización vertical, panel publicitario y elementos como guardarraíles. Y adecuación de las superficies.

2. Movimientos de tierras

El movimiento de tierras se realiza tras la finalización de las actuaciones previas descritas y una vez el emplazamiento está libre de elementos que puedan dificultar la construcción de la glorieta. Las principales actividades serán:

- Excavación en desmonte para la formación de la explanada con medios mecánicos, rasanteo y transporte de los productos de la excavación a un lugar autorizado.
- Excavación mecánica de zanjas para elementos de drenaje.
- Formación de la explanada mediante terraplén con suelo procedente de préstamos o canteras autorizadas. Extendido, humectación y compactación al 95% del Proctor modificado como valor de referencia.

3. Firmes y pavimentos

Este capítulo recoge las actividades destinadas a la puesta en obra de las distintas capas que forman parte de la sección de firme, así como la disposición de isletas, bordillos y otros elementos de la glorieta.

- Preparación de la superficie de asiento y puesta en obra del suelocemento en capa de sub-base de firme procedente de cantera o préstamo autorizado, así como su extendido y compactación.
- Preparación in-situ de las mezclas bituminosas en caliente para las capas base y rodadura. Vertido, extendido y compactación de las mismas.
- Aplicación de los riegos de imprimación y adherencia donde corresponda. Previamente deberá barrerse y prepararse la superficie.
- Formación de isletas deflectoras e isleta central con hormigón y recubrimiento de estas superficies pavimentadas con tratamiento superficial de color a determinar.
- Colocación de bordillos de hormigón y aceras en isletas deflectoras, isleta central y bordes exteriores de la calzada anular.

4. Drenaje

Se considerará necesaria en este capítulo la construcción de colectores subterráneos en la glorieta que conecten con el colector principal de la CV-500, para una correcta evacuación del agua de la calzada.

- Elaboración de sumideros en bordes exteriores de la calzada anular y colocación de tuberías de polietileno en zanjas y relleno con arenas.

5. Señalización, balizamiento y finalización de la obra

Las actuaciones finales tras finalizar la construcción de la glorieta consisten en la disposición de la señalización horizontal y vertical necesaria, así como la instalación de balizas retroreflectantes en isletas deflectoras como elemento de seguridad. Finalmente, se incluyen trabajos de limpieza y de finalización de las obras.

- Aplicación mediante pulverización de marcas viales que constituyen la señalización horizontal tal como separación de carriles, líneas de detención, repintado de isletas...
- Colocación de señales verticales ancladas y atornilladas a postes galvanizados de sustentación y cimentación.
- Colocación de balizas retroreflectantes en los límites de las isletas deflectoras fijadas al pavimento mediante casquillos.
- Limpieza y finalización de la obra.

6. Iluminación y jardinería

Otros trabajos complementarios que también pueden ser necesarios son la instalación de elementos como farolas o la plantación de especies vegetales como árboles o arbustos con función decorativa. No se tendrá en cuenta la iluminación como coste adicional y colocación, considerando que los elementos adicionales no repercuten excesivamente en la elección de la alternativa.

La obra conlleva un tiempo de ejecución, para cada capítulo basándose en la ejecución y rendimientos de obras similares y comparando con la alternativa se ha creado un diagrama de Grant para elaborar un plan de obra (El diagrama de Gantt es una representación gráfica sobre dos ejes. En el eje de ordenadas se disponen las actividades de la obra y en el de abscisas se representa el tiempo. Esta es la manera habitual de presentar el plan de obra.). Hay que tener en cuenta que este plan variará en función de los recursos humanos y maquinaria de la empresa constructora para obtener un rendimiento óptimo.

Plan de obra glorieta de un solo carril		SEMANAS											
Nº	ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	DEMOLICIONES Y ACTUACIONES PREVIAS												
2	MOVIMIENTOS DE TIERRAS												
3	FIRMES Y PAVIMENTOS												
4	DRENAJE												
5	SEÑALIZACION Y FINALIZACION DE OBRA												
6	ILUMINACION Y DECORACION												
7	GESTION DE RESIDUOS												
8	SEGURIDAD Y SALUD												

Figura 86: Plan de obra alternativa 1 (elaboración propia)

Se considera un tiempo estimado para la ejecución de obra de la alternativa 1, de 10 semanas.

### 6.1.2. Estudio de funcionalidad del tráfico

El término de capacidad hace referencia a la máxima intensidad horaria de personas o vehículos que atraviesan un carril o una sección de la vía en un período de tiempo y bajo unas condiciones preestablecidas de tráfico (HCM, 2010).

Un objetivo básico del trazado de glorietas es proporcionar capacidad a la intersección. En este apartado, se realiza una descripción general del estudio de capacidad en glorieta, los métodos que se han desarrollado para su cálculo y la influencia de este condicionante en la definición del trazado en planta.

El dato de partida básico es el tráfico. Es necesario determinar las intensidades horarias en todos los movimientos, la composición del tráfico y la prognosis hasta el año horizonte, teniendo en cuenta las variaciones estacionales e incluso diarias.

Los factores que condicionan la capacidad de un acceso son: el tráfico en los otros accesos, la interacción entre todos ellos, el comportamiento de los conductores y la geometría. Otros factores que hay que tener en cuenta son la presencia de peatones y la señalización.

En el caso de glorietas, el Manual de Capacidad (HCM) utiliza el concepto de demora por cola para establecer el nivel de servicio. Siguiendo la formulación que propone esta publicación, referida a escenarios con un grado de saturación inferior a la unidad, se puede calcular la demora y asignar el nivel de servicio entre seis posibles. Al objeto de uniformizar es habitual codificar los niveles de servicio mediante una letra, iniciando la clasificación en A (servicio óptimo) hasta F (servicio pésimo). A continuación, se mostrará la metodología aplicada para su cálculo:

1. Primer paso: determinar la intensidad horaria equivalente para el cuarto de hora más cargado y establecer las intensidades en cada movimiento de la intersección en el año horizonte. Se cogirá como volúmenes de referencia, los vehículos ya mostrados para la intersección actual, en el cuarto de hora más cargado. (Se supondrá en este estudio que los pasos de peatones se encuentran lo suficientemente alejados, para que no afecten al nivel de servicio de la intersección.)

$$IHP = \text{Intensidad en 15 min} * 4 * 0,92$$

2. Segundo paso: convertir a vehículos ligeros equivalentes:

$$v_{i,pce} = v_i / f_{HV}$$

$$f_{HV} = 1 / (1 + PT)$$

3. Determinar la capacidad en carriles y anillos

En este caso la fórmula utilizada será la siguiente y se determinará la capacidad en el carril de entrada de cada pata de la glorieta.



Figura 87: Expresión para obtener la capacidad en glorieta de un carril (Poliformat)

4. Se deshace la transformación de intensidades a veh/h:

$$v_i = v_{i,pce} \cdot f_{HV}, e$$

Se deshace la transformación de capacidades a veh/h:

$$c_i = c_{i,pce} \cdot f_{HV}, e$$

5. Se comprueba que el volumen sea menor que la capacidad, para ello se calcula la ratio, dividiendo volumen entre capacidad, si es superior a 1, la pata se encontraría agotada.
6. Finalmente se calculará la demora con la siguiente expresión y dependiendo del resultado se clasificará el nivel de servicio de forma similar a una intersección en T.

$$d = \frac{3600}{c} + 225 \cdot \left( \frac{v}{c} - 1 + \sqrt{\left( \frac{v}{c} - 1 \right)^2 + \frac{3600 \cdot v}{112.5 \cdot c^2}} \right) + 5 \cdot \min \left( \frac{v}{c}, 1 \right)$$

Figura 88: Expresión de demora en glorietas (Poliformat)

Una vez explicada la forma de proceder se aplica para mostrar los resultados, para ello se clasifican las diferentes patas de la siguiente forma y se determina a partir de los datos del aforo manual obtenidos anteriormente para el año horizonte, el volumen de conflicto en cada pata de la glorieta:



Figura 89: Movimientos para el NS de la alternativa 1 (elaboración propia, AutoCAD Civil 3d)

	Volumen de conflicto (veh/h año horizonte)(Vc,pceX)	Porcentaje pesados (Tanto por uno)	Capacidad	Ratio	Demora	Nivel de servicio
PATA 1	177	-	1152	0,15	4,4	A
PATA 2	86	-	1264,10	0,06	3,35	A
PATA 3	760	0,025	631,88	1,2	128,18	F

Tabla 12: Niveles de servicio caso más desfavorable de la propuesta de mejora 1 (elaboración propia, Excel)

	Volumen de conflicto (veh/h año horizonte)(Vc,pceX)	Porcentaje pesados (Tanto por uno)	Capacidad	Ratio	Demora	Nivel de servicio
PATA 1	41	-	1323,47	0,03	2,95	A
PATA 2	35	-	1331,60	0,026	2,90	A
PATA 3	557	0,025	781,87	0,74	18,64	C

Tabla 13: Nivel de servicio de la intersección actual el 21/06/2020 (elaboración propia, Excel)

La alternativa mejora la circulación por la CV-500 respecto a la situación actual, pero no facilita su incorporación, dando resultados muy similares a lo que ya hay construido.

### 6.1.3. Estudio de seguridad vial

Este apartado del trabajo tratará de hacer un estudio comparativo de la seguridad entre la situación actual y las alternativas de mejora. Ya que no es lo mismo tener en la vía una intersección en T o una glorieta, cada una presenta una probabilidad de accidentalidad diferente. El CMF crash modification factor (clearinghouse CMF) es la herramienta escogida para poder evaluar esta característica.

Un factor de modificación de choque (CMF) es un factor multiplicativo utilizado para calcular el número esperado de accidentes después de implementar una contramedida dada en un sitio específico.

El CMF Clearinghouse presenta CMF y CRF, o factores de reducción de accidentes. La principal diferencia entre CRF y CMF es que CRF proporciona una estimación del porcentaje de reducción de accidentes, mientras que CMF es un factor multiplicativo utilizado para calcular el número esperado de accidentes después de implementar una mejora determinada. Ambos términos se presentan en el estudio porque ambos son ampliamente utilizados en el campo de la seguridad vial.

Es importante tener en cuenta que un CMF representa la reducción esperada a largo plazo de los choques y esta estimación se basa en la experiencia del choque en un número limitado de sitios de estudio; La reducción real puede variar.

En este caso se pretende convertir una intersección en T en una glorieta de un solo carril. Para obtener su factor CMF y CRF, se acude a la página web Crash Modification Factors Clearinghouse que proporciona una base de datos de búsqueda de CMF junto con orientación y recursos sobre el uso de CMF en la práctica de seguridad vial.

Para mejorar la seguridad de la intersección, se podría disponer de bandas sonoras y elementos reflectantes que indiquen la existencia de la intersección para una correcta iluminación en periodo nocturno.

Construcción: Conversión de intersección en rotonda de un solo carril								
Comparar	CMF	CRF (%)	Calidad	Tipo de choque	Gravedad de choque	Tipo de área	Referencia	Comentarios
<input type="checkbox"/>	0,64	35,98	★★★★☆	Todas	Todas	Todas	QIN ET AL., 2013	- Estudio incluido tres años antes... [LEER MÁS]
<input type="checkbox"/>	0.818	18,2	★★★☆☆	Todas	Mortal, lesiones graves, lesiones leves	Todas	QIN ET AL., 2013	- Estudio incluido tres años antes... [LEER MÁS]

Figura 90: CRF alternativa 1 (<http://www.cmfclearinghouse.org/results.cfm>)

Se localiza un estudio “Evaluación de la seguridad de las rotondas” valorado con 4 estrellas sobre 5, realizado por Qin et al. en Estados Unidos en enero del 2013 que analiza la accidentalidad al convertir la intersección en una glorieta de un solo carril. **Los resultados concluyeron que la accidentalidad disminuye en un 35,98% al establecer la glorieta.**

### 6.1.4. Estimación de movimiento de tierras

A continuación, se elaborará una hipótesis para calcular la medición de volumen de tierras que se va a modificar. Para ello se divide en las actividades siguientes:

- Excavación en desmonte para la formación de la explanada con medios mecánicos, rasanteo y transporte de los productos de la excavación a un lugar autorizado.

A través de la herramienta medir área de AutoCAD Civil 3d, se mide la superficie aproximada que ocupara la obra de carretera. Para ello se escoge por dibujar una superficie que permita poder trabajar con comodidad en la obra. Y se supondrá que la profundidad excavada para la colocación de la explanada



Figura 91: Movimiento de tierras, alternativa 1 (elaboración propia, AutoCAD Civil 3d)

La superficie a excavar son 6414 m<sup>2</sup>. Se considerará que la profundidad de la excavación será de un metro. Calculando su volumen se precisa excavar 6414 m<sup>3</sup> de material inadecuado.

- Excavación mecánica de zanjas para elementos de drenaje.

Se considerará necesaria la realización de una zanja de 2,5 metros de profundidad para la colocación de ambas tuberías que conecten con el colector principal y con los sumideros de la glorieta. Dichas zanjas dependen del diámetro de la tubería tendrán un ancho u otro. De modo orientativo y para calcular el movimiento de tierras de la excavación, se supondrá un ancho de 3 metros y se calcula el área excavada mediante la herramienta de AutoCAD. Dando el volumen de tierras siguiente:

- ❖ Zanja 1: 112 m<sup>2</sup>, profundidad 1,5. Por lo que se retirara un volumen de 168 m<sup>3</sup> aproximadamente.
- ❖ Zanja 2: 88 m<sup>2</sup>, profundidad 1,5. Por lo que se retirara un volumen de 132 m<sup>3</sup> aproximadamente.



Figura 92: Obras de drenaje alternativa 1 (elaboración propia, AutoCAD)

El relleno de la tubería hasta la cota de la carretera se realizará con terreno de la traza.

- Formación de la explanada mediante terraplén con suelo procedente de préstamos o canteras autorizadas. Extendido, humectación y compactación al 95% del Proctor modificado como valor de referencia.

De la misma manera se obtiene la superficie de la explanada, sobre 4005 m<sup>2</sup> estará comprendida la superficie de la explanada. La cual estará formada por los siguientes materiales de préstamo:

- Suelo Tolerable: Su profundidad de relleno se considerará de 1,20 metros. Su volumen total será de 4806 m<sup>3</sup>.
- Suelo S-EST 1 con cal o cemento: Su profundidad tal y como se ha definido anteriormente será de 0,3 metros. Su volumen total 1201 m<sup>3</sup>.

### 6.1.5. Estimación económica

A continuación, se hace una valoración económica sobre la alternativa basándose en unidades de obra genéricas con el fin de buscar un criterio de comparación entre las distintas soluciones. Los precios y unidades de obra se han obtenido del cuadro de precios de referencia de la Dirección General de Carreteras. Se escogen las unidades de obra más representativas al ser un estudio que sirve para la elaboración de trabajo de fin de grado, en caso de hacer un proyecto, sería preciso tomar todas las unidades de obra.

Tanto el Estudio de seguridad y salud, como el estudio de gestión de residuos no han sido elaborados en el presente estudio y se obtiene un precio orientativo a partir de obras similares. El coste total de la ejecución de la alternativa es de 100.047,39 €, sin IVA.

U.O.Nº	UD.	DESCRIPCION	COSTE UNITARIO (€)	MEDICION	DESCRIPCION DE LA MEDICION	COSTE DIRECTO (€)	
<b>Capítulo 1: Demoliciones y actuaciones previas</b>							
1	m2	DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO POR MEDIOS MECÁNICOS i/ DESTOCONADO, ARRANQUE, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO O GESTOR AUTORIZADO HASTA UNA DISTANCIA DE 60 km.	0,58 €	6414	Misma superficie que la de excavacion, explicada en el apartado 6.1.4.Estimacion del movimiento de tierras	3.720,12 €	
2	m2	DEMOLICIÓN DE FIRME O PAVIMENTO EXISTENTE DE CUALQUIER TIPO O ESPESOR i/ BAJAS POR RENDIMIENTO POR PASO DE VEHÍCULOS, DEMOLICIÓN DE ACERAS, ISLETAS, BORDILLOS Y TODA CLASE DE PIEZAS ESPECIALES DE PAVIMENTACIÓN, DESESCOMBRO, CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIAL DEMOLIDO A GESTOR AUTORIZADO HASTA UNA DISTANCIA DE 60 km.	3,85 €	2283	Superficie de la carretera secundaria que sera demolida mas la superficie de la CV-500 que sera modificada, area calculada mediante autocad	8.789,55 €	
<b>Capítulo 2: Movimiento de tierras</b>							
3	m3	EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TIERRA CON MEDIOS MECÁNICOS (TIPO EXCAVADORA O SIMILAR) SIN EXPLOSIVOS i/ AGOTAMIENTO Y DRENAJE DURANTE LA EJECUCIÓN, SANEAMIENTO DE DESPRENDIMIENTOS, FORMACIÓN, Y PERFILADO DE CUNETAS, REFINO DE TALUDES, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO HASTA UNA DISTANCIA DE 10 km O AL LUGAR DE UTILIZACIÓN DENTRO DE LA OBRA SEA CUAL SEA LA DISTANCIA.	1,95 €	6414	Explicados en el apartado 6.1.4.Estimacion del movimiento de tierras	12.507,30 €	
4	m3	EXCAVACIÓN MECÁNICA DE ZANJAS, POZOS O CIMIENTOS EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO, CONSIDERÁNDOSE ZANJAS Y CIMIENTOS AQUELLOS QUE TENGAN UNA ANCHURA < 3 m Y UNA PROFUNDIDAD < 6 m, Y POZOS LOS QUE TENGAN UNA PROFUNDIDAD < 2 VECES EL DIÁMETRO O ANCHO i/ ENTIBACIÓN, AGOTAMIENTO Y DRENAJE DURANTE LA EJECUCIÓN, SANEAMIENTO DE DESPRENDIMIENTOS, CARGA Y TRANSPORTE A LUGAR DE EMPLEO.	6,63 €	300		1.989,00 €	
5	m3	TERRAPLÉN O RELLENO TODO-UNO CON MATERIALES PROCEDENTES DE PRÉSTAMO O CANTERA, i/ EXTENDIDO, HUMECTACIÓN, NIVELACIÓN, COMPACTACIÓN, TERMINACIÓN Y REFINO DE LA SUPERFICIE DE CORONACIÓN Y REFINO DE TALUDES CON P.P. DE SOBRECARGOS S/PG-3, COMPLETAMENTE TERMINADO i/ MATERIAL, CANON DE PRÉSTAMO Y TRANSPORTE HASTA UNA DISTANCIA DE 10 km.	4,41 €	4806		21.194,46 €	
6	m3	SUELO ESTABILIZADO "IN SITU" CON CEMENTO O CAL, TIPO S-EST1 CON TIERRAS DE LA PROPIA EXCAVACIÓN, EXTENDIDO Y COMPACTADO, HUMECTACIÓN O SECADO Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE ASIENTO, TOTALMENTE TERMINADO, SIN INCLUIR CONGLOMERANTE.	3,70 €	1201		4.443,70 €	
<b>Capítulo 3 Firmes y pavimentos</b>							
7	m3	SUELO-CEMENTO FABRICADO EN CENTRAL i/ TRANSPORTE, EXTENDIDO, COMPACTACIÓN, PREFISURACIÓN Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE ASIENTO, SIN INCLUIR CEMENTO.	21,01 €	1442	La superficie del firme es de 4806m2 y la capa de suelo cemento tiene una profundidad de 0,3m	30.296,42 €	
8	t	MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE TIPO AC32 BASE G (G-20 BASE), EXTENDIDA Y COMPACTADA, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL DE APORTACIÓN.	25,47 €	2,07	La superficie del firme es de 4806m2 y la capa de mezcla bituminosa tiene una profundidad de 0,18m y peso especifico de 2,4 kg/m3	52,72 €	
<b>Capítulo 4: Drenaje</b>							
9	m	TUBO DE PVC DE DIÁMETRO 50 mm SOBRE CAMA DE ARENA DE 10 cm DE ESPESOR, RELLENO CON ARENA HASTA 25 cm POR ENCIMA DEL TUBO CON P.P. DE MEDIOS AUXILIARES COLOCADO.	7,57 €	122	Longitud le la tuberia de la zanja 1 (77) mas longitud de la tuberia de la zanja 2 (45)	923,54 €	
<b>Capítulo 5: Señalización y finalizacion de obra</b>							
10	Ud.	SEÑAL CIRCULAR DE 90 CM DE DIÁMETRO, RETRORREFLECTANTE DE CLASE RA3, COLOCADA SOBRE POSTE GALVANIZADO, FIJADO A TIERRA MEDIANTE HORMIGONADO i/ TORNILLERÍA Y ELEMENTOS DE FIJACIÓN Y TRANSPORTE A LUGAR DE EMPLEO. (se tomara como precio de referencia para todas las señales verticales)	195,61 €	10	No se ha desarrollado la señalización en este estudio. Se estiman 10 señales para esta solución entre las que se incluyen las de ceda el paso, intersección giratoria, indicaciones...	1.956,10 €	
11	m2	MARCA VIAL DE TIPO II (RR), DE PINTURA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA EN BASE AGUA AUTORRETICULABLE, DE 15 cm DE ANCHO i/ PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE Y PREMARCAJE (MEDIDA LA LONGITUD REALMENTE PINTADA). (se tomara como precio de referencia para todas las señales verticales)	0,86 €	1500	No se ha desarrollado la señalización en este estudio. Se estiman 1500m2 de marcas viales para esta solución entre las que se incluyen: líneas longitudinales, pasos para peatones...	1.290,00 €	
12	Ud.	BALIZA CILÍNDRICA CH-75 CON MATERIAL REFLECTANTE CLASE RA2, TOTALMENTE COLOCADA.	42,72 €	9	Se estiman 3 en cada ramal	384,48 €	
<b>Capítulo 6: Iluminación y decoracion</b>							
<b>Capítulo 7: Seguridad y salud</b>							
13		Estudio de seguridad y salud	2.500 €			2.500 €	
<b>Capítulo 8: Gestion de residuos</b>							
14		Estudio de residuos	10.000 €			10.000 €	
*Precios orientativo, al ser un trabajo de fin de grado*						<b>COSTE TOTAL</b>	<b>100.047,39 €</b>

Tabla 14: Estimación económica alternativa 1 (elaboración propia)

## 6.2. Alternativa 2

### 6.2.1. Descripción de la Alternativa

#### a) Introducción

La segunda alternativa consiste en una **ampliación de la intersección añadiendo carriles centrales de almacenamiento y espera**. Los carriles centrales de almacenamiento y espera, se podrán disponer únicamente en carreteras convencionales (o vías de servicio de doble sentido), son aquellos que se sitúan en el centro de la calzada para realizar una detención antes de efectuar una maniobra de giro.

Ante la falta de espacio en la intersección actual para la construcción de un tercer carril, se decide sustituir la intersección y la carretera secundaria, por otra intersección en T más desplazada hacia la zona del descampado. La intersección tendrá una forma muy parecida a la que actualmente se encuentra construida. El cambio respecto a la situación actual se encontrará en la vía principal, la CV-500, en la cual se establecerá un carril central de almacenamiento y espera.

#### b) Diseño geométrico

Al igual que la anterior alternativa mediante la herramienta vehicle tracking de civil 3d se ha dimensionado aproximadamente una solución que podría servir como base de un proyecto futuro. El vehículo patrón escogido para esta alternativa es el camión ligero (el mismo que en la situación actual). Por lo que el autobús de la EMT no podrá realizar el cambio de sentido, seguirá su recorrido habitual.



Figura 93:: Trayectoria del vehículo patrón de la alternativa 2 (elaboración propia, AutoCAD civil 3d)

La propuesta de mejora contará con aceras que continúen la acera ya existente por la parte del descampado. De este modo se dará paso a los viandantes por un paso de peatones localizado en la vía de acceso secundaria.

Se dispondrá de plataformas para la separación de ambos carriles de cada sentido en las cuales se pondría la señalización vertical que corresponda para establecer el correcto funcionamiento del nudo. También se pondrán isletas encauzadoras en la intersección.

No se contempla ninguna solución de protección para el usuario ciclista, por lo tanto, deberán seguir la misma trayectoria en la intersección que los vehículos.

Se dispone en la vía secundaria de un paso para peatones y la construcción de aceras en el borde de la calzada.

En cuanto a la visibilidad, resulta ser buena, y no existe nada que pueda impedir la visualización de los vehículos por ambos tramos de la vía. La iluminación se aprovechará la ya existente en la vía.



Figura 94: Imagen de la alternativa 2 (elaboración propia, AutoCAD civil 3d)

Por otra parte, en lo referido a la norma 3.1 – IC Trazado de 2016, el carril central de almacenamiento y espera debe tener un ancho de 3,50 metros y la longitud del tramo de almacenamiento debe ser mayor a 20 metros.



Figura 95: Cumplimiento alternativa 2 del apartado 8.3 de la norma 3.1 IC Trazado (elaboración propia)

Respecto al alzado de la alternativa, se hará lo más llano posible, añadiendo o quitando tierra si fuera necesario. De este modo se evitará la excesiva pendiente que existe en la zona de detención de la intersección actual.

En cuanto al drenaje el agua ira dirigida por los bordillos hasta los sumideros. Los sumideros desaguarán al colector de la CV-500, ambos sumideros se colocarán en los márgenes de la intersección en T.

Respecto a la explotación, si en un futuro la cantidad de vehículos en la zona aumentara, existe un espacio aprovechable, al igual que en la alternativa 1.



Figura 96: Alternativa 2 (elaboración propia, AutoCAD Civil 3d)

### c) Impacto urbanístico y social

Del mismo modo que en la alternativa 1, se calculan las áreas de impacto que causa la propuesta de mejora.

- **Expropiaciones.** En este caso es de aproximadamente 3515 m<sup>2</sup>. Al igual que la alternativa 1, la zona expropiada se encuentra sin urbanizar y afecta a las mismas parcelas, solo que en menor proporción.

PARCELAS A EXPROPIAR				
	Localización	Referencia catastral	Uso	TERRENO
1	PL NUM 36 RES URB 69 VALENCIA (VALENCIA)	4816506YJ3541F0001DH	Suelo sin edif.	URBANO
2	PL NUM 36 RES URB 66 VALENCIA (VALENCIA)	4816507YJ3541F0001XH	Suelo sin edif.	URBANO
3	PL NUM 36 RES URB 65 VALENCIA (VALENCIA)	4816508YJ3541F0001IH	Suelo sin edif.	URBANO
4	PL NUM 36 RES URB 64(D) VALENCIA (VALENCIA)	4816509YJ3541F0001JH	Suelo sin edif.	URBANO
5	PL NUM 36 RES URB 61 VALENCIA (VALENCIA)	4817906YJ3541F0001AH	Suelo sin edif.	URBANO
6	PL NUM 36 RES URB 58 VALENCIA (VALENCIA)	4817908YJ3541H0001YA	Suelo sin edif	URBANO
7	PL NUM 36 RES URB 60 VALENCIA (VALENCIA)	4817907YJ3541F0001BH	Suelo sin edif.	URBANO
8	PL NUM 36 RES URB 64 VALENCIA (VALENCIA)	4816501YJ3541F0001FH	Suelo sin edif.	URBANO

Tabla 15: Parcelas a expropiar alternativa 2 (Sede catastro)

Del mismo modo, al no tener autorización para acceder a precios unitarios deducidos del valor catastral del suelo, y para calcular un precio orientativo que permita hacer comparaciones entre soluciones, se han tomado valores medios de precios de suelo urbano proporcionados por el Ministerio de Fomento.

El Precio medio de m<sup>2</sup> de suelo urbano en municipios de más 50000 habitantes en la provincia de Valencia en el 4º trimestre de 2019 es de 303,5 euros/m<sup>2</sup>). Es un precio demasiado alto para la zona de Valencia en la que se encuentra, por lo tanto, se busca en diversas páginas webs de compras de terreno en el Perellonet y comparando se supone un precio que posiblemente sea más realista. El precio por metro cuadrado en el Perellonet es de 70 euros/m<sup>2</sup>.

**Por lo tanto, el coste estimado ante una posible expropiación sería de 246.050,00 euros.**



Figura 97: Área de expropiación alternativa 2 (elaboración propia, AutoCAD Civil 3d)

- **El espacio disponible para aparcamientos.** El espacio disponible para aparcamientos quitando la anterior carretera que había quedaría en 6711,17 m<sup>2</sup>.



Figura 98: Espacio disponible para aparcamientos de la alternativa 2 (elaboración propia, AutoCAD Civil 3d)

#### d) Proceso constructivo

La elaboración de la ampliación de la intersección glorieta se realizaría en los meses con menos cantidad de tráfico, los de invierno. Y contara con 6 capítulos que se dividen en diversas actividades, cada una de ellas contendrá algunas actividades principales para su elaboración:

##### 1. Demoliciones y actuaciones previas

Desbroce de arbustos y de la vegetación existente, demolición y fresado de firme o pavimento existente de cualquier tipo o espesor, así como la demolición de aceras, isletas, bordillos y toda clase de piezas especiales de pavimentación. Retirada de señalización vertical, panel publicitario y elementos como guardarraíles. Y adecuación de las superficies.

##### 2. Movimientos de tierras

El movimiento de tierras se realiza tras la finalización de las actuaciones previas descritas y una vez el emplazamiento está libre de elementos que puedan dificultar la construcción de la glorieta. Las principales actividades serán:

- Excavación en desmonte para la formación de la explanada con medios mecánicos, rasanteo y transporte de los productos de la excavación a un lugar autorizado.
- Formación de la explanada mediante terraplén con suelo procedente de préstamos o canteras autorizadas. Extendido, humectación y compactación al 95% del Proctor modificado como valor de referencia.

##### 3. Firmes y pavimentos

Este capítulo recoge las actividades destinadas a la puesta en obra de las distintas capas que forman parte de la sección de firme, así como la disposición de isletas, bordillos y otros elementos de la glorieta.

- Preparación de la superficie de asiento y puesta en obra del suelocemento en capa de sub-base de firme procedente de cantera o préstamo autorizado, así como su extendido y compactación.
- Preparación in-situ de las mezclas bituminosas en caliente para las capas base y rodadura. Vertido, extendido y compactación de las mismas.
- Aplicación de los riegos de imprimación y adherencia donde corresponda. Previamente deberá barrerse y prepararse la superficie.
- Colocación de bordillos de hormigón y aceras en bordes exteriores e isletas con plataformas de la calzada.

##### 4. Drenaje.

En esta alternativa no se recoge ninguna obra de drenaje que repercuta significativamente en el coste a la hora de comparar con el resto de propuestas de mejora.

##### 5. Señalización, balizamiento y finalización de la obra

Las actuaciones finales tras finalizar la construcción del pavimento consisten en la disposición de la señalización horizontal y vertical necesaria, así como la instalación de balizas retroreflectantes en isletas deflectoras como elemento de seguridad. Finalmente, se incluyen trabajos de limpieza y de finalización de las obras.

- Aplicación mediante pulverización de marcas viales que constituyen la señalización horizontal tal como separación de carriles, líneas de detención, repintado de isletas...
- Colocación de señales verticales ancladas y atornilladas a postes galvanizados de sustentación y cimentación.
- Limpieza y finalización de la obra.

#### 6. Iluminación y jardinería

La iluminación será la ya existente en la situación actual, respecto a la jardinería y acabado se supone que no afecta significativamente al coste.

Al igual que en la anterior alternativa se elabora un diagrama de Grant que sirva como referencia para elaborar un plan de obra y estimar el tiempo de ejecución:

Plan de obra ampliación de la intersección		SEMANAS											
Nº	ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	DEMOLICIONES Y ACTUACIONES PREVIAS	■	■										
2	MOVIMIENTOS DE TIERRAS		■	■	■								
3	FIRMES Y PAVIMENTOS			■	■	■	■	■					
4	DRENAJE			■	■								
5	SEÑALIZACION Y FINALIZACION DE OBRA							■					
6	ILUMINACION Y DECORACION							■					
7	GESTION DE RESIDUOS	■	■	■	■	■	■	■					
8	SEGURIDAD Y SALUD	■	■	■	■	■	■	■					

Figura 99: Plan de obra alternativa 2 (elaboración propia Excel)

Se considera un tiempo estimado para la ejecución de obra de la alternativa 1, de 7 semanas.

#### 6.2.2. Estudio de funcionalidad del tráfico

De modo parecido al que se obtuvo el análisis del nivel de servicio de la situación actual, se obtiene el nivel de servicio de la propuesta de mejora, a continuación, se mostrara la metodología llevada a cabo para obtener los resultados. Los cálculos se encuentran en el "Apéndice del estudio del tráfico" del presente trabajo.

##### 1. Datos de la geometría de la vía.

Se necesitan descripciones detalladas de la geometría, el control y los volúmenes de tráfico de la intersección. Factores geométricos clave que incluyen el número y uso de los carriles, carril de dos vías con giro a la izquierda, carriles de discapacitados y la existencia de pasos peatonales. Se deben obtener los volúmenes del cuarto de hora más cargado, multiplicarlos por 4 y aplicarles el FHP, factor de hora punta (0,92). Los valores del volumen del tráfico serán los mismos escogidos para la situación actual.

##### 2. Determinación de flujos de conflicto.

Al igual que en la situación actual. Depende del movimiento que realice un vehículo y de la prioridad que tenga se clasificara con un rango u otro, depende del tipo del movimiento:

- El rango 1 debe tener libre derecho de paso frente a los rangos 2 y 3. (en azul)
- El rango 2 debe ceder al rango 1 y tener libertad de movimiento frente a los rangos 3. (en naranja)
- El rango 3 debe ceder ante los rangos 1 y 2. (en negro)



Figura 100: Volúmenes de tráfico propuesta de mejora 2 (AutoCAD Civil 3d)

En esta situación se encuentra el giro a la izquierda desde la secundaria efectuado en 2 pasos, por lo tanto habrá que determinar el volumen de conflicto y demás cálculos tanto para la fase 1, como la fase 2 del giro, como si se hiciera el giro de manera directa. (Se supondrá en este estudio que los pasos de peatones se encuentran lo suficientemente alejados, para que no afecten al nivel de servicio de la intersección.)

3. Determinar huecos de conflicto y tiempo complementario (De igual manera que lo explicado en la situación actual para cada movimiento.)
4. Hallar la capacidad potencial (De manera similar que en la situación actual.)
5. Hallar la capacidad real. Se obtendrá de similar manera, excepto el movimiento efectuado en 2 pasos, que se calculará de la manera siguiente:

**Movimientos de rango 3 (dos pasos)**

- Se debe calcular previamente la capacidad para un paso ( $C_{m,x}$ ), así como la capacidad para los pasos I y II por separado.
- En este último caso el factor  $p_{0,j}$  afecta únicamente al paso que corresponda (el I).
- Ajuste posterior mediante las siguientes expresiones:

$$a = 1 - 0.32 \cdot e^{-1.3 \cdot \sqrt{n_m}} \quad n_m: \text{número de vehículos que caben en la mediana.}$$

$$y = \frac{c_l - c_{m,x}}{c_{II} - v_4 - c_{m,x}}$$

Si  $y \neq 1$ :  $c_r = \frac{a}{y^{n_m+1}-1} \cdot (y \cdot (y^{n_m} - 1) \cdot (c_{II} - v_4) + (y - 1) \cdot c_{m,x})$

Si  $y = 1$ :  $c_r = \frac{a}{n_m+1} \cdot (n_m \cdot (c_{II} - v_4) + c_{m,x})$

Figura 101: Expresiones para calcular la capacidad real de un movimiento de 2 pasos (Capacidad y Niveles de servicio en intersección HCM-2016, Javier Camacho)

6. Obtención de demoras y clasificación del nivel de servicio. (Igual calculado que en la situación actual)

Seguidamente se obtienen los resultados del nivel de servicio siguiendo la metodología explicada anteriormente. Por tal de ahorrar espacio al estudio, todo el procedimiento y los cálculos se encuentran en el “apéndice de Estudio del tráfico” de este trabajo calculados a partir de la herramienta Excel.

MOVIMIENTO	DEMORA	NIVEL DE SERVICIO
Giro a la izq. desde principal	10,71	B
Giro a la derecha desde secundaria	16,86	C
Giro a la izq. desde secundaria directo	368,22	F
Giro a la izq. desde secundaria con carril de espera y almacenamiento	18,18	C

Tabla 16: Niveles de servicio caso más desfavorable de la propuesta de mejora 2 (elaboración propia, Excel)

Los resultados al establecer un carril de espera y almacenamiento son mucho mejores que en la situación actual.

También se opta por hacer otro análisis de la hora con más tráfico registrada por la tarde del domingo 21/06/2020 de 18:45-19:00. Los resultados dan un resultado más adecuado para la intersección.

MOVIMIENTO	DEMORA	NIVEL DE SERVICIO
Giro a la izq. desde principal	8,74	A
Giro a la derecha desde secundaria	13,11	B
Giro a la izq. desde secundaria directo	24,41	C
Giro a la izq. desde secundaria con carril de espera y almacenamiento	12,092	B

Tabla 17: Nivel de servicio de la intersección actual el 21/06/2020 (elaboración propia, Excel)

### 6.2.3. Estudio de seguridad vial

Este apartado del trabajo como se ha comentado en la anterior alternativa tratara de hacer un estudio comparativo de la seguridad entre la situación actual y las alternativas de mejora. Ya que no es lo mismo tener en la vía una intersección en T que una intersección en T con un carril de almacenamiento y espera, cada una presenta una probabilidad de accidentalidad diferente. El CMF crash modification factor (clearinghouse CMF) es la herramienta escogida para poder evaluar esta característica.

Un factor de modificación de choque (CMF) es un factor multiplicativo utilizado para calcular el número esperado de accidentes después de implementar una contramedida dada en un sitio específico.

El CMF Clearinghouse presenta CMF y CRF, o factores de reducción de accidentes. La principal diferencia entre CRF y CMF es que CRF proporciona una estimación del porcentaje de reducción de accidentes, mientras que CMF es un factor multiplicativo utilizado para calcular el número esperado de accidentes después de implementar una mejora determinada. Ambos términos se presentan en el estudio porque ambos son ampliamente utilizados en el campo de la seguridad vial.

Es importante tener en cuenta que un CMF representa la reducción esperada a largo plazo de los choques y esta estimación se basa en la experiencia del choque en un número limitado de sitios de estudio; La reducción real puede variar.

En este caso se pretende convertir e instalar un carril de giro hacia la izquierda. Para obtener su factor CMF y CRF, se acude a la página web Crash Modification Factors Clearinghouse que proporciona una base de datos de búsqueda de CMF junto con orientación y recursos sobre el uso de CMF en la práctica de seguridad vial.



Figura 102: CRF alternativa 2 (<http://www.cmfclearinghouse.org/results.cfm>)

Se localiza un estudio “Safety Effectiveness of Intersection Left- and Right-Turn Lanes” valorado con 4 estrellas sobre 5, realizado por Harwood et al. en Estados Unidos en enero del 2002 que analiza la accidentalidad al instalar en la intersección un carril de giro en un solo lado de la vía. **Los resultados concluyeron que la accidentalidad disminuye en un 44% al establecer el carril.**

### 6.2.4. Estimación de movimiento de tierras

De la misma manera que en la alternativa 1 se procede a estimar el movimiento de tierras necesario para la obra.

- Excavación en desmonte para la formación de la explanada con medios mecánicos, rasanteo y transporte de los productos de la excavación a un lugar autorizado.

La superficie a excavar son 3605 m<sup>2</sup>. Se considerará que la profundidad de la excavación será de un metro. Calculando su volumen se precisa excavar 3605 m<sup>3</sup> de material inadecuado.



Figura 103: Movimiento de tierras alternativa 2 (elaboración propia, AutoCAD Civil 3d)



- Formación de la explanada mediante terraplén con suelo procedente de préstamos o canteras autorizadas. Extendido, humectación y compactación al 95% del Proctor modificado como valor de referencia. 2420m<sup>2</sup>

En este caso la superficie donde se construirá el nuevo firme será de 2420 m<sup>2</sup> y estará formada por el siguiente material de préstamo:

- Suelo Tolerable: Su profundidad de relleno se considerará de 1,20 metros. Su volumen total será de 2904 m<sup>3</sup>.
- Suelo S-EST 1 con cal o cemento: Su profundidad tal y como se ha definido anteriormente será de 0,3 metros. Su volumen total 726 m<sup>3</sup>.

#### 6.2.5. Estimación económica

Del mismo modo que en la alternativa anterior, se hace una valoración económica sobre la alternativa basándose en unidades de obra genéricas con el fin de buscar un criterio de comparación entre las distintas soluciones. Los precios y unidades de obra se han obtenido del cuadro de precios de referencia de la Dirección General de Carreteras. Se escogen las unidades de obra más representativas al ser un estudio que sirve para la elaboración de trabajo de fin de grado, en caso de hacer un proyecto, sería preciso tomar todas las unidades de obra.

Tanto el Estudio de seguridad y salud, como el estudio de gestión de residuos no han sido elaborados en el presente estudio y se obtiene un precio orientativo a partir de obras similares. El coste total de la ejecución de la alternativa es de 63.238,23 €, sin IVA.



U.O.Nº	UD.	DESCRIPCION	COSTE UNITARIO (€)	MEDICION	DESCRIPCION DE LA MEDICION	COSTE DIRECTO (€)
<b>Capitulo 1: Demoliciones y actuaciones previas</b>						
1	m2	DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO POR MEDIOS MECÁNICOS i/ DESTOCADO, ARRANQUE, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO O GESTOR AUTORIZADO HASTA UNA DISTANCIA DE 60 km.	0,58 €	2420	Misma superficie que la de excavacion, explicada en el apartado 6.1,4.Estimacion del movimiento de tierras	1.403,60 €
2	m2	DEMOLICIÓN DE FIRME O PAVIMENTO EXISTENTE DE CUALQUIER TIPO O ESPESOR i/ BAJAS POR RENDIMIENTO POR PASO DE VEHÍCULOS, DEMOLICIÓN DE ACERAS, ISLETAS, BORDILLOS Y TODA CLASE DE PIEZAS ESPECIALES DE PAVIMENTACIÓN, DESESCOMBRO, CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIAL DEMOLIDO A GESTOR AUTORIZADO HASTA UNA DISTANCIA DE 60 km.	3,85 €	2283	Superficie de la carretera secundaria que sera demolida mas la superficie de la CV-500 que sera modificada, area calculada mediante autocad	8.789,55 €
<b>Capitulo 2: Movimiento de tierras</b>						
3	m3	EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TIERRA CON MEDIOS MECÁNICOS (TIPO EXCAVADORA O SIMILAR) SIN EXPLOSIVOS i/ AGOTAMIENTO Y DRENAJE DURANTE LA EJECUCIÓN, SANEAMIENTO DE DESPRENDIMIENTOS, FORMACIÓN, Y PERFILADO DE CUNETAS, REFINO DE TALUDES, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO HASTA UNA DISTANCIA DE 10 km O AL LUGAR DE UTILIZACIÓN DENTRO DE LA OBRA SEA CUAL SEA LA DISTANCIA.	1,95 €	3605	Explicados en el apartado 6.1,4.Estimacion del movimiento de tierras	7.029,75 €
4	m3	TERRAPLÉN O RELLENO TODO-UNO CON MATERIALES PROCEDENTES DE PRÉSTAMO O CANTERA, i/ EXTENDIDO, HUMECTACIÓN, NIVELACIÓN, COMPACTACIÓN, TERMINACIÓN Y REFINO DE LA SUPERFICIE DE CORONACIÓN Y REFINO DE TALUDES CON P.P. DE SOBRECANTOS S/PG-3, COMPLETAMENTE TERMINADO i/ MATERIAL, CANON DE PRÉSTAMO Y TRANSPORTE HASTA UNA DISTANCIA DE 10 km.	4,41 €	2904		12.806,64 €
5	m3	SUELO ESTABILIZADO "IN SITU" CON CEMENTO O CAL, TIPO S-EST1 CON TIERRAS DE LA PROPIA EXCAVACIÓN, EXTENDIDO Y COMPACTADO, HUMECTACIÓN O SECADO Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE ASIENTO, TOTALMENTE TERMINADO, SIN INCLUIR CONGLOMERANTE.	3,70 €	726		2.686,20 €
<b>Capitulo 3 Firmes y pavimentos</b>						
6	m3	SUELO-CEMENTO FABRICADO EN CENTRAL i/ TRANSPORTE, EXTENDIDO, COMPACTACIÓN, PREFISURACIÓN Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE ASIENTO, SIN INCLUIR CEMENTO.	21,01 €	726	La superficie del firme es de 2420 m2 y la capa de suelo cemento tiene una profundidad de 0,3m	15.253,26 €
7	t	MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE TIPO AC32 BASE G (G-20 BASE), EXTENDIDA Y COMPACTADA, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL DE APORTACIÓN.	25,47 €	1,04	La superficie del firme es de 2420m2 y la capa de mezcla bituminosa tiene una profundidad de 0,18m y peso especifico de 2,4 kg/m3	26,49 €
<b>Capitulo 4: Drenaje</b>						
<b>Capitulo 5: Señalización y finalizacion de obra</b>						
10	Ud.	SEÑAL CIRCULAR DE 90 CM DE DIÁMETRO, RETRORREFLECTANTE DE CLASE RA3, COLOCADA SOBRE POSTE GALVANIZADO, FIJADO A TIERRA MEDIANTE HORMIGONADO i/ TORNILLERÍA Y ELEMENTOS DE FIJACIÓN Y TRANSPORTE A LUGAR DE EMPLEO. (se tomara como precio de referencia para todas las señales verticales)	195,61 €	10	No se ha desarrollado la señalización en este estudio. Se estiman 10 señales para esta solución entre las que se incluyen las de ceda el paso, intersección giratoria, indicaciones...	1.956,10 €
11	m2	MARCA VIAL DE TIPO II (RR), DE PINTURA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA EN BASE AGUA AUTORRETICULABLE, DE 15 cm DE ANCHO i/ PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE Y PREMARCAJE (MEDIDA LA LONGITUD REALMENTE PINTADA). (se tomara como precio de referencia para todas las señales verticales)	0,86 €	900	No se ha desarrollado la señalización en este estudio. Se estiman 900 m2 de marcas viales para esta solución entre las que se incluyen: lineas longitudinales, pasos para peatones...	774,00 €
12	Ud.	BALIZA CILÍNDRICA CH-75 CON MATERIAL REFLECTANTE CLASE RA2, TOTALMENTE COLOCADA.	42,72 €	12	Se estiman 12 en la interseccion y isletas	512,64 €
<b>Capitulo 6: Iluminacion y decoracion</b>						
<b>Capitulo 7: Seguridad y salud</b>						
13		Estudio de seguridad y salud	2.000 €			2.000 €
<b>Capitulo 8: Gestion de residuos</b>						
14		Estudio de residuos	10.000 €			10.000 €
*Precios orientativo, al ser un trabajo de fin de grado*					<b>COSTE TOTAL</b>	<b>63.238,23 €</b>

Tabla 18: Estimación económica alternativa 2 (elaboración propia)

### 6.3. Alternativa 3

#### 6.3.1. Descripción de la Alternativa

##### a) Introducción

La propuesta de mejora o alternativa 3 propone la elaboración de una turboglorieta. La turboglorieta es un tipo de glorieta en la que se ha modificado el diseño para mejorar su funcionamiento intentando reducir los conflictos en su interior y mejorar la funcionalidad de una intersección.

La glorieta se localizará en la entrada actual de la zona del descampado, de esta forma se contará con el espacio suficiente para su construcción y podrá hacerse un diseño que permita cumplir con la normativa en planta expuesta en la norma de carreteras. Estará compuesta por tres patas, dos conectarán entre sí la CV-500 y la otra dará acceso a la zona residencial.

##### b) Diseño geométrico

Antes de entrar en la glorieta, el conductor deberá elegir el movimiento que quiere ejecutar en la intersección, tendrá dos posibilidades en cada pata: Seguir recto por la CV-500 o introducirse dentro de la calzada anular que dispondrá de cedas dando preferencia a los vehículos que circulen por la carretera convencional. Dispondrá de un carril de salida y un paso de peatones en la vía secundaria, un poco alejado de la intersección.

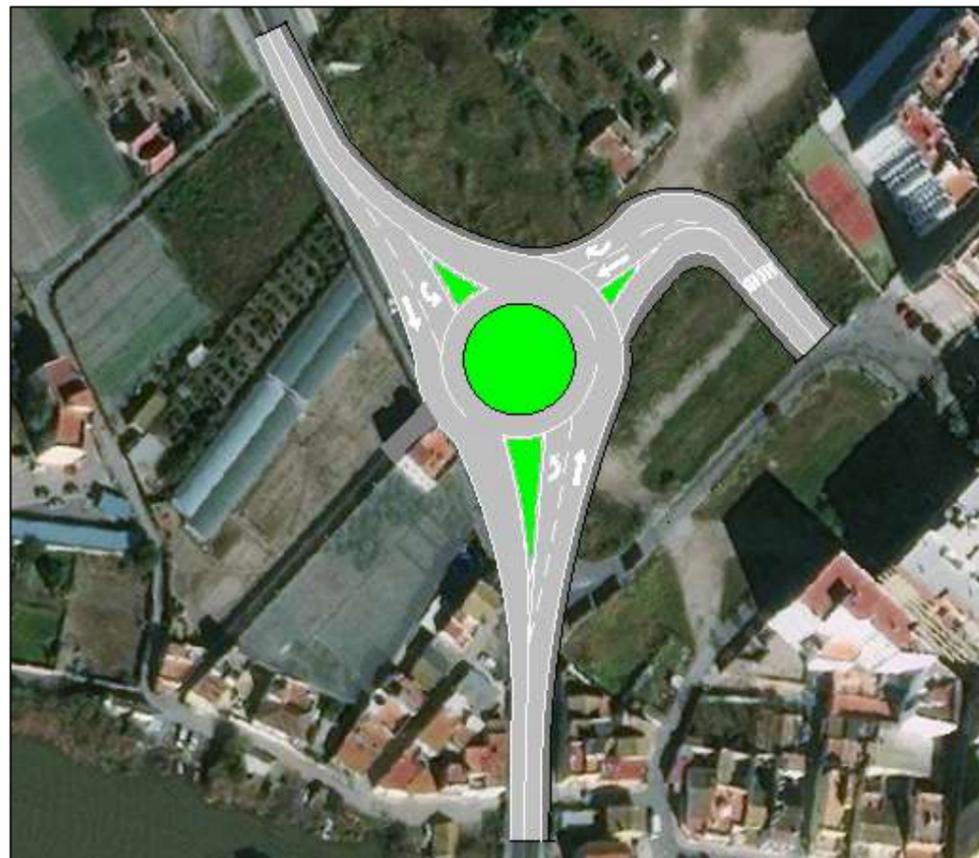


Figura 104: Alternativa 3 (elaboración propia, AutoCAD)

Respecto al alzado se intentará poner la glorieta sobre un emplazamiento totalmente recto, sin pendiente. Y su sección será lo más parecido posible a la figura 10.9 que figura en la norma 3.1 IC- Trazado. Que permite eliminar el agua hacia la parte exterior de la calzada.

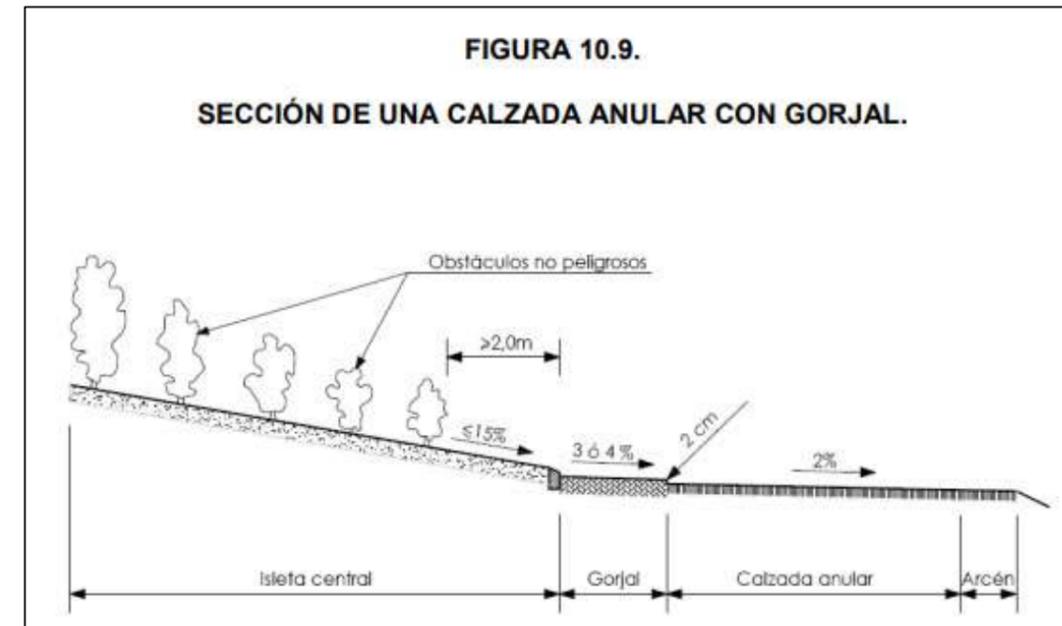


Figura 105: Sección de la calzada anular (3.1. IC-Trazado)

Respecto a las obras de drenaje, al no poder desaguar por el exterior de la calzada, contará con sumideros en los bordes de la calzada anular. Estos sumideros desaguarán hacia el sistema de colectores subterráneos perteneciente a la CV-500.

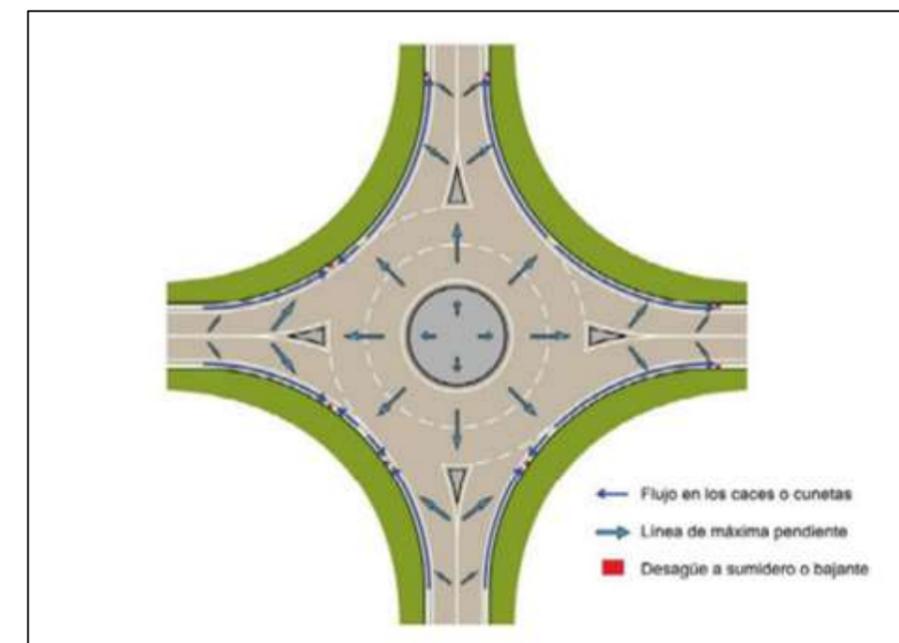


Figura 106: Pendientes de la glorieta y elementos de drenaje (norma 5.2-IC Drenaje Superficial)

c) Impacto urbanístico y social

Para la ejecución de las obras es necesario ocupar terreno de propiedad privada para el desarrollo normal de la glorieta. Además, también resulta necesario comprobar que el espacio para aparcamientos para residentes o turistas se encuentra mínimamente afectado. En este caso el espacio de aparcamientos se ve reducido, respecto al actual.

- **Expropiaciones.** Se calcula un área de terreno necesaria aproximada mediante AutoCAD, siendo el área de 6855 m<sup>2</sup>. La expropiación se realizará sobre las siguientes parcelas:

PARCELAS A EXPROPIAR				
	Localización	Referencia catastral	Uso	TERRENO
1	PL NUM 36 RES URB 69 VALENCIA (VALENCIA)	4816506YJ3541F0001DH	Suelo sin edif.	URBANO
2	PL NUM 36 RES URB 66 VALENCIA (VALENCIA)	4816507YJ3541F0001XH	Suelo sin edif.	URBANO
3	PL NUM 36 RES URB 65 VALENCIA (VALENCIA)	4816508YJ3541F0001IH	Suelo sin edif.	URBANO
4	PL NUM 36 RES URB 64(D) VALENCIA (VALENCIA)	4816509YJ3541F0001JH	Suelo sin edif.	URBANO
5	PL NUM 36 RES URB 61 VALENCIA (VALENCIA)	4817906YJ3541F0001AH	Suelo sin edif.	URBANO
6	PL NUM 36 RES URB 58 VALENCIA (VALENCIA)	4817908YJ3541H0001YA	Suelo sin edif.	URBANO
7	PL NUM 36 RES URB 60 VALENCIA (VALENCIA)	4817907YJ3541F0001BH	Suelo sin edif.	URBANO
8	PL NUM 36 RES URB 64 VALENCIA (VALENCIA)	4816501YJ3541F0001FH	Suelo sin edif.	URBANO

Tabla 19: Parcelas a expropiar alternativa 3 (Sede catastro)

Las áreas afectas son similares y corresponden a zonas sin urbanizar, por lo tanto, el impacto es mínimo y sus características a la hora de calcular un precio orientativo son similares.

Al no tener autorización para acceder a precios unitarios deducidos del valor catastral del suelo, y para calcular un precio orientativo que permita hacer comparaciones entre soluciones, se han tomado valores medios de precios de suelo urbano proporcionados por el Ministerio de Fomento.

El Precio medio de m<sup>2</sup> de suelo urbano en municipios de más 50000 habitantes en la provincia de Valencia en el 4º trimestre de 2019 es de 303,5 euros/m<sup>2</sup>. Es un precio demasiado alto para la zona de Valencia en la que se encuentra, por lo tanto, se busca en diversas páginas webs de compras de terreno en el Perellonet y comparando se supone un precio que posiblemente sea más realista. El precio por metro cuadrado en el Perellonet es de 70 euros/m<sup>2</sup>.

Por lo tanto, el coste estimado ante una posible expropiación de expropiación sería de **479.850,00 euros**.



Figura 107: Área de expropiación alternativa 3 (Elaboración propia, AutoCAD)

- **El espacio disponible para aparcamientos.** (Se calcula de forma similar a lo anterior.) El espacio disponible para aparcamientos quitando la anterior carretera que había quedaría en 3724,79 m<sup>2</sup>.



Figura 108: Espacio disponible para aparcamientos de la alternativa 3 (Elaboración propia, AutoCAD)

**d) Proceso constructivo**

La implantación de la turnoglorieta se realizaría en los meses con menos cantidad de tráfico, los de invierno. Y contara con 6 capítulos que se dividen en diversas actividades, cada una de ellas contendrá algunas actividades principales para su elaboración:

1. Demoliciones y actuaciones previas

Desbroce de arbustos y de la vegetación existente, demolición y fresado de firme o pavimento existente de cualquier tipo o espesor, así como la demolición de aceras, isletas, bordillos y toda clase de piezas especiales de pavimentación. Retirada de señalización vertical, panel publicitario y elementos como guardarraíles. Y adecuación de las superficies.

2. Movimientos de tierras

El movimiento de tierras se realiza tras la finalización de las actuaciones previas descritas y una vez el emplazamiento está libre de elementos que puedan dificultar la construcción de la glorieta. Las principales actividades serán:

- Excavación en desmonte para la formación de la explanada con medios mecánicos, rasanteo y transporte de los productos de la excavación a un lugar autorizado.
- Excavación mecánica de zanjas para elementos de drenaje.
- Formación de la explanada mediante terraplén con suelo procedente de préstamos o canteras autorizadas. Extendido, humectación y compactación al 95% del Proctor modificado como valor de referencia.

3. Firmes y pavimentos

Este capítulo recoge las actividades destinadas a la puesta en obra de las distintas capas que forman parte de la sección de firme, así como la disposición de isletas, bordillos y otros elementos de la glorieta.

- Preparación de la superficie de asiento y puesta en obra del suelocemento en capa de sub-base de firme procedente de cantera o préstamo autorizado, así como su extendido y compactación.
- Preparación in-situ de las mezclas bituminosas en caliente para las capas base y rodadura. Vertido, extendido y compactación de las mismas.
- Aplicación de los riegos de imprimación y adherencia donde corresponda. Previamente deberá barrerse y prepararse la superficie.
- Formación de isletas deflectoras e isleta central con hormigón y recubrimiento de estas superficies pavimentadas con tratamiento superficial de color a determinar.
- Colocación de bordillos de hormigón y aceras en isletas deflectoras, isleta central y bordes exteriores de la calzada anular.

4. Drenaje

Se considerará necesaria en este capítulo la construcción de colectores subterráneos en la glorieta que conecten con el colector principal de la CV-500, para una correcta evacuación del agua de la calzada.

- Elaboración de sumideros en bordes exteriores de la calzada anular y colocación de tuberías de polietileno en zanjas y relleno con arenas.

5. Señalización, balizamiento y finalización de la obra

Las actuaciones finales tras finalizar la construcción de la turboglorieta consisten en la disposición de la señalización horizontal y vertical necesaria, así como la instalación de balizas retroreflectantes en isletas deflectoras como elemento de seguridad. Finalmente, se incluyen trabajos de limpieza y de finalización de las obras.

- Aplicación mediante pulverización de marcas viales que constituyen la señalización horizontal tal como separación de carriles, líneas de detención, repintado de isletas...
- Colocación de señales verticales ancladas y atornilladas a postes galvanizados de sustentación y cimentación.
- Colocación de balizas retroreflectantes en los límites de las isletas deflectoras fijadas al pavimento mediante casquillos.
- Limpieza y finalización de la obra.

6. Iluminación y jardinería

Otros trabajos complementarios que también pueden ser necesarios son la instalación de elementos como farolas o la plantación de especies vegetales como árboles o arbustos con función decorativa. No se tendrá en cuenta la iluminación como coste adicional y colocación, considerando que los elementos adicionales no repercuten excesivamente en la elección de la alternativa.

Al igual que en las alternativas anteriores se elabora un diagrama de Grant que sirva como referencia para elaborar un plan de obra y estimar el tiempo de ejecución:

Plan de obra turboglorieta		SEMANAS											
Nº	ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	DEMOLICIONES Y ACTUACIONES PREVIAS												
2	MOVIMIENTOS DE TIERRAS												
3	FIRMES Y PAVIMENTOS												
4	DRENAJE												
5	SEÑALIZACION Y FINALIZACION DE OBRA												
6	ILUMINACION Y DECORACION												
7	GESTION DE RESIDUOS												
8	SEGURIDAD Y SALUD												

Figura 109: Plan de obra alternativa 2 (elaboración propia Excel)

Se considera un tiempo estimado para la ejecución de obra de la alternativa 2, de 10 semanas.

**6.3.2. Estudio de funcionalidad del tráfico**

En cuanto al nivel de servicio de la alternativa 3, la vía presentara un nivel de servicio A en la CV-500, carretera principal. Ya que se le otorga prioridad absoluta al carril que circula en la vía, en ambos sentidos.

El nivel de servicio para la incorporación a la vía principal, se calculará de la misma manera que en la propuesta de mejora primera, excepto a la hora de calcular la capacidad, que se utiliza una expresión diferente, al tener la intersección una geometría diferente.



Figura 110: Expresión para obtener la capacidad en glorieta dos carriles (Poliformat)

De tal manera que la intersección presenta el siguiente nivel de servicio a la hora de entrar de la vía secundaria, a la principal:

	Volumen de conflicto (veh/h año horizonte)(Vc,pceX)	Porcentaje pesados (Tanto por uno)	Capacidad	Ratio	Demora	Nivel de servicio
Ce,R,pce	760	0,025	744,27	1,021	61,97	F
Ce,L,pce	760	0,025	670,92	1,13	100,46	F

Tabla 20: Niveles de servicio caso más desfavorable de la propuesta de mejora 3 (elaboración propia, Excel)

	Volumen de conflicto (veh/h año horizonte)(Vc,pceX)	Porcentaje pesados (Tanto por uno)	Capacidad	Ratio	Demora	Nivel de servicio
Ce,R,pce	557	0,025	884,44	0,62	13,82	B
Ce,L,pce	557	0,025	808,69	0,68	17,09	C

Tabla 21: Nivel de servicio de la intersección actual el 21/06/2020 (elaboración propia, Excel)

### 6.3.3. Estudio de seguridad vial

Este apartado del trabajo como se ha comentado anteriormente tratara de hacer un estudio comparativo de la seguridad entre la situación actual y las alternativas de mejora. Ya que no es lo mismo tener en la vía una intersección en T o una glorieta moderna, cada una presenta una probabilidad de accidentalidad diferente. El

CMF crash modification factor (clearinghouse CMF) es la herramienta escogida para poder evaluar esta característica.

Un factor de modificación de choque (CMF) es un factor multiplicativo utilizado para calcular el número esperado de accidentes después de implementar una contramedida dada en un sitio específico.

El CMF Clearinghouse presenta CMF y CRF, o factores de reducción de accidentes. La principal diferencia entre CRF y CMF es que CRF proporciona una estimación del porcentaje de reducción de accidentes, mientras que CMF es un factor multiplicativo utilizado para calcular el número esperado de accidentes después de implementar una mejora determinada. Ambos términos se presentan en el estudio porque ambos son ampliamente utilizados en el campo de la seguridad vial.

Es importante tener en cuenta que un CMF representa la reducción esperada a largo plazo de los choques y esta estimación se basa en la experiencia del choque en un número limitado de sitios de estudio; La reducción real puede variar.

En este caso se pretende convertir e instalar un carril de giro hacia la izquierda. Para obtener su factor CMF y CRF, se acude a la página web Crash Modification Factors Clearinghouse que proporciona una base de datos de búsqueda de CMF junto con orientación y recursos sobre el uso de CMF en la práctica de seguridad vial.

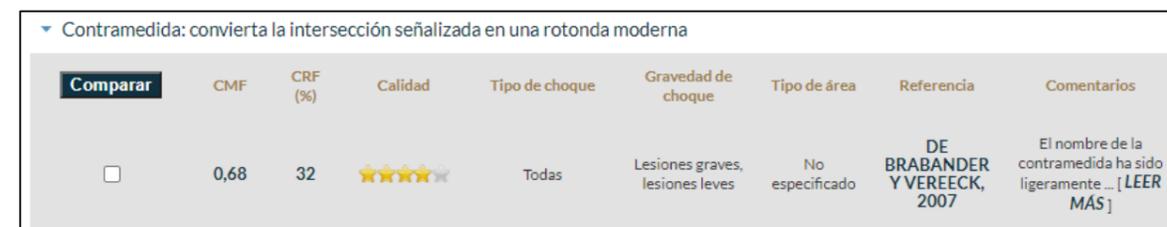


Figura 111: CRF alternativa 3 (<http://www.cmfclearinghouse.org/results.cfm>)

Se localiza un estudio “Safety Effects of Roundabouts in Flanders: Signal Type, Speed Limits, and Vulnerable Road Users valorado” con 4 estrellas sobre 5, realizado por De Brabander and Vereeck en Flandes en enero del 2007 que analiza la accidentalidad al convertir la intersección en una rotonda moderna, turbo rotonda. **Los resultados concluyeron que la accidentalidad disminuye en un 32% al establecer el carril.**

### 6.3.4. Estimación del movimiento de tierras

A continuación, se elaborará una hipótesis para calcular la medición de volumen de tierras que se va a modificar. Para ello se divide en las actividades siguientes:

- Excavación en desmonte para la formación de la explanada con medios mecánicos, rasanteo y transporte de los productos de la excavación a un lugar autorizado.

A través de la herramienta AutoCAD, se mide la superficie que ocupara la obra de carretera. Y se supondrá que la profundidad excavada para la colocación de la explanada



Figura 112: Movimiento de tierras alternativa 2 (elaboración propia, AutoCAD Civil 3d)

La superficie a excavar son 6855 m<sup>2</sup>. Se considerará que la profundidad de la excavación será de un metro. Calculando su volumen se precisa excavar 6855 m<sup>3</sup> de material inadecuado.

- Excavación mecánica de zanjas para elementos de drenaje.

Se considerará necesaria la realización de una zanja de 2,5 metros de profundidad para la colocación de ambas tuberías que conecten con el colector principal y con los sumideros de la glorieta. Dichas zanjas dependen del diámetro de la tubería tendrán un ancho u otro. De modo orientativo y para calcular el movimiento de tierras de la excavación, se supondrá un ancho de 3 metros y se calcula el área excavada mediante la herramienta de AutoCAD. Dando el volumen de tierras siguiente:

- ❖ Zanja 1: 112 m<sup>2</sup>, profundidad 1.5. Por lo que se retirara un volumen de 168 m<sup>3</sup> aproximadamente.
- ❖ Zanja 2: 88 m<sup>2</sup>, profundidad 1,5. Por lo que se retirara un volumen de 132 m<sup>3</sup> aproximadamente.

El relleno de la tubería hasta la cota de la carretera se realizará con terreno de la traza. Las longitudes de las tuberías se considerarán iguales a la alternativa 1, al ser una construcción muy similar.

- Formación de la explanada mediante terraplén con suelo procedente de préstamos o canteras autorizadas. Extendido, humectación y compactación al 95% del Proctor modificado como valor de referencia.

De la misma manera se obtiene la superficie de la explanada, sobre 4744 m<sup>2</sup> estará comprendida la superficie de la explanada. La cual estará formada por los siguientes materiales de préstamo:

- Suelo Tolerable: Su profundidad de relleno se considerará de 1,20 metros. Su volumen total será de 5693 m<sup>3</sup>.
- Suelo S-EST 1 con cal o cemento: Su profundidad tal y como se ha definido anteriormente será de 0,3 metros. Su volumen total 1424 m<sup>3</sup>.

### 6.3.5. Estimación económica

Del mismo modo que en las alternativas anteriores, se hace una valoración económica sobre la alternativa basándose en unidades de obra genéricas con el fin de buscar un criterio de comparación entre las distintas soluciones. Los precios y unidades de obra se han obtenido del cuadro de precios de referencia de la Dirección General de Carreteras. Se escogen las unidades de obra más representativas al ser un estudio que sirve para la elaboración de trabajo de fin de grado, en caso de hacer un proyecto, sería preciso tomar todas las unidades de obra.

Tanto el Estudio de seguridad y salud, como el estudio de gestión de residuos no han sido elaborados en el presente estudio y se obtiene un precio orientativo a partir de obras similares. El coste total de la ejecución de la alternativa es de 107.057,16 €, sin IVA.

U.O.Nº	UD.	DESCRIPCION	COSTE UNITARIO (€)	MEDICION	DESCRIPCION DE LA MEDICION	COSTE DIRECTO (€)
<b>Capítulo 1: Demoliciones y actuaciones previas</b>						
1	m2	DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO POR MEDIOS MECÁNICOS i/ DESTOCONADO, ARRANQUE, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO O GESTOR AUTORIZADO HASTA UNA DISTANCIA DE 60 km.	0,58 €	6855	Misma superficie que la de excavacion, explicada en el apartado 6.1,4.Estimacion del movimiento de tierras	3.975,90 €
2	m2	DEMOLICIÓN DE FIRME O PAVIMENTO EXISTENTE DE CUALQUIER TIPO O ESPESOR i/ BAJAS POR RENDIMIENTO POR PASO DE VEHÍCULOS, DEMOLICIÓN DE ACERAS, ISLETAS, BORDILLOS Y TODA CLASE DE PIEZAS ESPECIALES DE PAVIMENTACIÓN, DESESCOMBRO, CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIAL DEMOLIDO A GESTOR AUTORIZADO HASTA UNA DISTANCIA DE 60 km.	3,85 €	2283	Superficie de la carretera secundaria que sera demolida mas la superficie de la CV-500 que sera modificada, area calculada mediante autocad	8.789,55 €
<b>Capítulo 2: Movimiento de tierras</b>						
3	m3	EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TIERRA CON MEDIOS MECÁNICOS (TIPO EXCAVADORA O SIMILAR) SIN EXPLOSIVOS i/ AGOTAMIENTO Y DRENAJE DURANTE LA EJECUCIÓN, SANEAMIENTO DE DESPRENDIMIENTOS, FORMACIÓN, Y PERFILADO DE CUNETAS, REFINO DE TALUDES, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO HASTA UNA DISTANCIA DE 10 km O AL LUGAR DE UTILIZACIÓN DENTRO DE LA OBRA SEA CUAL SEA LA DISTANCIA.	1,95 €	6855	Explicados en el apartado 6.1,4.Estimacion del movimiento de tierras	13.367,25 €
4	m3	EXCAVACIÓN MECÁNICA DE ZANJAS, POZOS O CIMIENTOS EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO, CONSIDERÁNDOSE ZANJAS Y CIMIENTOS AQUELLOS QUE TENGAN UNA ANCHURA < 3 m Y UNA PROFUNDIDAD < 6 m, Y POZOS LOS QUE TENGAN UNA PROFUNDIDAD < 2 VECES EL DIÁMETRO O ANCHO i/ ENTIBACIÓN, AGOTAMIENTO Y DRENAJE DURANTE LA EJECUCIÓN, SANEAMIENTO DE DESPRENDIMIENTOS, CARGA Y TRANSPORTE A LUGAR DE EMPLEO.	6,63 €	300		1.989,00 €
5	m3	TERRAPLÉN O RELLENO TODO-UNO CON MATERIALES PROCEDENTES DE PRÉSTAMO O CANTERA, i/ EXTENDIDO, HUMECTACIÓN, NIVELACIÓN, COMPACTACIÓN, TERMINACIÓN Y REFINO DE LA SUPERFICIE DE CORONACIÓN Y REFINO DE TALUDES CON P.P. DE SOBRECARGOS S/PG-3, COMPLETAMENTE TERMINADO i/ MATERIAL, CANON DE PRÉSTAMO Y TRANSPORTE HASTA UNA DISTANCIA DE 10 km.	4,41 €	5693		25.106,13 €
6	m3	SUELO ESTABILIZADO "IN SITU" CON CEMENTO O CAL, TIPO S-EST1 CON TIERRAS DE LA PROPIA EXCAVACIÓN, EXTENDIDO Y COMPACTADO, HUMECTACIÓN O SECADO Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE ASIENTO, TOTALMENTE TERMINADO, SIN INCLUIR CONGLOMERANTE.	3,70 €	1424		5.268,80 €
<b>Capítulo 3 Firmes y pavimentos</b>						
7	m3	SUELO-CEMENTO FABRICADO EN CENTRAL i/ TRANSPORTE, EXTENDIDO, COMPACTACIÓN, PREFISURACIÓN Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE ASIENTO, SIN INCLUIR CEMENTO.	21,01 €	1424	La superficie del firme es de 4744m2 y la capa de suelo cemento tiene una profundidad de 0,3m	29.918,24 €
8	t	MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE TIPO AC32 BASE G (G-20 BASE), EXTENDIDA Y COMPACTADA, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL DE APORTACIÓN.	25,47 €	2,04	La superficie del firme es de 4744m2 y la capa de mezcla bituminosa tiene una profundidad de 0,18m y peso especifico de 2,4 kg/m3	51,96 €
<b>Capítulo 4: Drenaje</b>						
9	m	TUBO DE PVC DE DIÁMETRO 50 mm SOBRE CAMA DE ARENA DE 10 cm DE ESPESOR, RELLENO CON ARENA HASTA 25 cm POR ENCIMA DEL TUBO CON P.P. DE MEDIOS AUXILIARES COLOCADO.	7,57 €	122	Longitud le la tuberia de la zanja 1 (77) mas longitud de la tuberia de la zanja 2 (45)	923,54 €
<b>Capítulo 5: Señalización y finalización de obra</b>						
10	Ud.	SEÑAL CIRCULAR DE 90 CM DE DIÁMETRO, RETRORREFLECTANTE DE CLASE RA3, COLOCADA SOBRE POSTE GALVANIZADO, FIJADO A TIERRA MEDIANTE HORMIGONADO i/ TORNILLERÍA Y ELEMENTOS DE FIJACIÓN Y TRANSPORTE A LUGAR DE EMPLEO. (se tomara como precio de referencia para todas las señales verticales)	195,61 €	15	No se ha desarrollado la señalización en este estudio. Se estiman 10 señales para esta solución entre las que se incluyen las de ceda el paso, intersección giratoria, indicaciones...	2.934,15 €
11	m2	MARCA VIAL DE TIPO II (RR), DE PINTURA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA EN BASE AGUA AUTORRETICULABLE, DE 15 cm DE ANCHO i/ PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE Y PREMARCAJE (MEDIDA LA LONGITUD REALMENTE PINTADA). (se tomara como precio de referencia para todas las señales verticales)	0,86 €	2000	No se ha desarrollado la señalización en este estudio. Se estiman 1500m2 de marcas viales para esta solución entre las que se incluyen: lineas longitudinales, pasos para peatones...	1.720,00 €
12	Ud.	BALIZA CILÍNDRICA CH-75 CON MATERIAL REFLECTANTE CLASE RA2, TOTALMENTE COLOCADA.	42,72 €	12	Se estiman 3 en cada ramal y alguna para señalar partes exteriores	512,64 €
<b>Capítulo 6: Iluminacion y decoracion</b>						
<b>Capítulo 7: Seguridad y salud</b>						
13		Estudio de seguridad y salud	2.500 €			2.500 €
<b>Capítulo 8: Gestion de residuos</b>						
14		Estudio de residuos	10.000 €			10.000 €
					<b>*Precios orientativo, al ser un trabajo de fin de grado*</b>	
					<b>COSTE TOTAL</b>	<b>107.057,16 €</b>

Tabla 22: Estimación económica alternativa 3 (elaboración propia)

## 7. ELECCIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA

Una vez mostradas tanto las propuestas de mejora como la situación actual, toca decidir cuál es la opción más adecuada. Para ello se utiliza la herramienta de análisis multicriterio, un instrumento que se utiliza para evaluar diversas posibles soluciones a un determinado problema, considerando un número variable de criterios. Se utiliza para apoyar la toma de decisiones en la selección de la solución más conveniente. Su objetivo será seleccionar la opción más adecuada, entre las propuestas de mejora y la situación actual que ya está establecida.

Las variables o criterios que se van a evaluar de cada propuesta son los siguientes:

- Sociales. Como se ha comentado anteriormente la falta de espacios para estacionar, es un problema en la zona. Es por eso que se comparara para cada alternativa el espacio disponible que existe de estacionamientos.
- Adecuación y facilidad constructiva. Indica la conformidad de la construcción en el terreno y su dificultad de elaborarse.
- Funcionalidad. A partir de los estudios de nivel de servicio elaborados anteriormente y otras características se puede comparar las diversas alternativas
- Seguridad vial. A partir de los estudios elaborados donde se obtiene los CMR, se puede comparar que actuación es posible que registre una menor probabilidad de accidentes en un futuro
- Económica. Indica que alternativa tiene un menor coste.
- Impacto ambiental. Estará definido por el movimiento de tierras y la ocupación en el terreno de la obra.

La metodología empleada será el Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP) un método que selecciona alternativas en función de una serie de criterios o variables, normalmente jerarquizados, los cuales suelen entrar en conflicto. En esta estructura jerárquica, el objetivo final se encuentra en el nivel más elevado, y los criterios y subcriterios en los niveles inferiores, tal y como se muestra en la Figura. Para que el método sea eficaz, es fundamental elegir bien los criterios y subcriterios, los cuales deben estar muy bien definidos, ser relevantes y mutuamente excluyentes (independencia entre ellos).

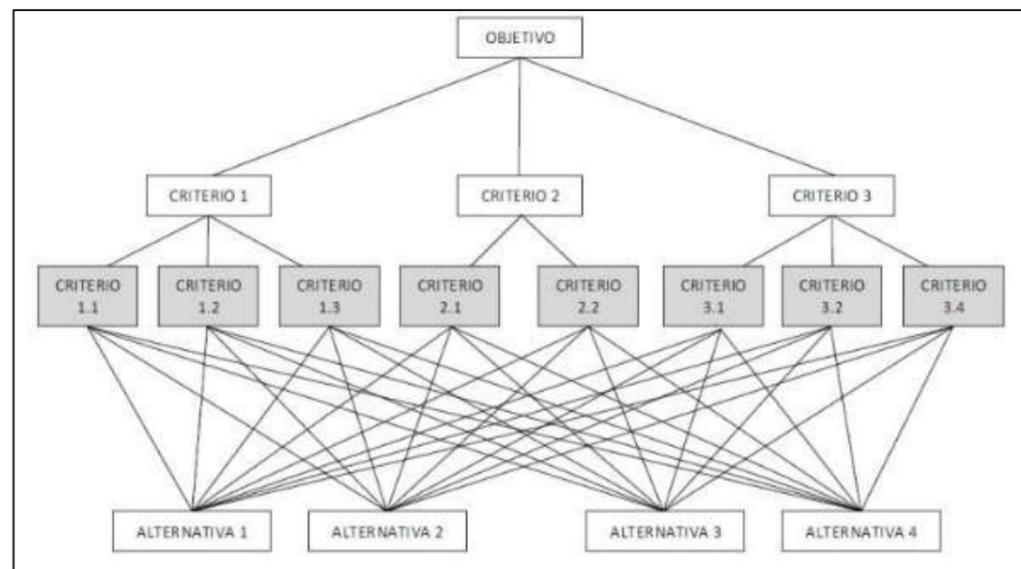


Figura 113: Ejemplo de estructura jerárquica AHP (Blog de Víctor Yepes)

Una vez definida la estructura jerárquica, se comparan los criterios de cada grupo del mismo nivel jerárquico y la comparación directa por pares de las alternativas respecto a los criterios del nivel inferior. Para ello se utilizan **matrices de comparación** pareadas usando una **Escala Fundamental**.

VALOR	DEFINICIÓN	COMENTARIOS
1	Igual importancia	El criterio A es igual de importante que el criterio B
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B
5	Importancia grande	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente el criterio A sobre el B
7	Importancia muy grande	El criterio A es mucho más importante que el B
9	Importancia extrema	La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda
2,4,6 y 8	Valores intermedios entre los anteriores, cuando es necesario matizar	

Figura 114: Escala de comparación por pares, Saaty (Blog de Víctor Yepes)

La comparación de las diferentes alternativas respecto al criterio del nivel inferior de la estructura jerárquica, como la comparación de los diferentes criterios de un mismo nivel jerárquico dan lugar a una matriz cuadrada denominada **matriz de decisión**. Esta matriz cumple con las propiedades de reciprocidad (si  $a_{ij}=x$ , entonces  $a_{ji}=1/x$ ), homogeneidad (si  $i$  y  $j$  son igualmente importantes,  $a_{ij}=a_{ji}=1$ , y además,  $a_{ii}=1$  para todo  $i$ ), y consistencia (la matriz no debe contener contradicciones en la valoración realizada).

La consistencia se obtiene mediante el índice de consistencia (Consistency Index, CI) donde  $\lambda_{max}$  es el máximo autovalor y  $n$  es la dimensión de la matriz de decisión. Un índice de consistencia igual a cero significa que la consistencia es completa. Una vez obtenido CI, se obtiene la proporción de consistencia (Consistency Ratio, CR) siendo aceptado siempre que no supere los valores indicados en la Figura 134. Si en una matriz se supera el CR máximo, hay que revisar las ponderaciones.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Figura 115: Expresiones para obtener la consistencia (Blog de Víctor Yepes)

Tamaño de la matriz (n)	Ratio de consistencia
3	5%
4	9%
5 o mayor	10%

Figura 116: Porcentajes máximos de consistencia (Blog de Víctor Yepes)

Una vez verificada la consistencia, se obtienen los pesos, que representan la importancia relativa de cada criterio o las prioridades de las diferentes alternativas respecto a un determinado criterio. Para ello, el AHP original utiliza el método de los autovalores, donde hay que resolver la siguiente ecuación:

$$A \cdot w = \lambda_{max} \cdot w$$

Figura 117: Expresión para la obtención de pesos (Blog de Víctor Yepes)

donde A representa la matriz de comparación, w el autovector o vector de preferencia, y  $\lambda_{max}$  el autovalor.

Finalmente se multiplican los vectores que se generan de las variables, es decir los pesos, por la matriz que se crea con la importancia de cada criterio sobre cada alternativa.

A continuación, se aplica el método al presente estudio:

Se aplica la matriz de decisión de las variables, de la manera más objetiva posible:

	V1	V2	V3	V4	V5	V6
V1	1	1	5	1/3	1/2	3
V2	1	1	6	1/2	1/3	1/2
V3	1/5	1/6	1	1/7	1/7	1/7
V4	3	2	7	1	2	6
V5	2	3	7	1/2	1	6
V6	1/3	2	7	1/6	1/6	1

Tabla 23: Matriz de decisión de las variables (elaboración propia)

CR= 0,0818 Consistente

Donde las variables y sus pesos quedan de la siguiente forma:

	PESOS
V1 Impacto ambiental	0,14
V2 Social	0,11
V3 Adecuación y facilidad constructiva	0,03
V4 Funcionalidad	0,35
V5 Seguridad vial	0,28
V6 Económica	0,09
	1,00

Tabla 24: Pesos de las variables (elaboración propia)

Se observa que se le ha otorgado más valor a la variable relacionada con la funcionalidad de la vía. Por otra parte, la seguridad vial y el impacto ambiental también toman gran importancia de peso, a la hora de la elección de una alternativa.

A continuación, se procede a analizar las alternativas en función de las distintas variables, intentando justificarlas a partir de los datos obtenidos en el estudio.

La primera variable es el “Impacto ambiental”, a la hora de ponderar y establecer valores nos basaremos en los siguientes datos obtenidos en el estudio (con ocupación de la obra se refiere al tiempo que se esta ocupando la obra, ya que se hace ruido y se trabaja sobre el terreno, y la superficie posible que se ocupa):

	A1	A2	A3	A4
Movimiento de tierras	6414 m2	3605 m2	6855 m2	0
Ocupación de la obra	Alto	Medio	Alto	Bajo

Tabla 25: Datos de la variable 1 (elaboración propia)

De tal forma que la matriz de decisión queda de la siguiente forma:

VARIABLE 1: IMPACTO AMBIENTAL				
	A1	A2	A3	A4
A1	1	1/5	2	1/8
A2	5	1	6	1/5
A3	1/2	1/6	1	1/9
A4	8	5	9	1

Tabla 26: Matriz de decisión de las alternativas, respecto a la variable 1 (elaboración propia)

CR= 0,0926 Consistente

Quedando las alternativas con los siguientes pesos:

	PESOS
A1 Glorieta de un carril	0,07
A2 Intersección con carril de almacenamiento y espera	0,23
A3 Turboglorieta	0,05
A4 No hacer nada, situación actual	0,65
	1,00

Tabla 27: Pesos de las alternativas respecto a la variable 1 (elaboración propia)

La segunda variable es la “social”, a la hora de ponderar y establecer valores nos basaremos en los siguientes datos obtenidos en el estudio:

	A1	A2	A3	A4
Espacio para estacionar	5515,73 m <sup>2</sup>	6711,17 m <sup>2</sup>	3724,79 m <sup>2</sup>	8324,08 m <sup>2</sup>

Tabla 28: Datos de la variable 2 (elaboración propia)

De tal forma que la matriz de decisión queda de la siguiente forma:

VARIABLE 2: Social				
	A1	A2	A3	A4
A1	1	1/2	5	1/5
A2	2	1	6	1/3
A3	1/5	1/6	1	1/9
A4	5	3	9	1

Tabla 29: Matriz de decisión de las alternativas, respecto a la variable 2 (elaboración propia)

CR= 0,0364 Consistente

Quedando las alternativas con los siguientes pesos:

		PESOS
A1	Glorieta de un carril	0,14
A2	Intersección con carril de almacenamiento y espera	0,24
A3	Turboglorieta	0,04
A4	No hacer nada, situación actual	0,58
		1,00

Tabla 30: Pesos de las alternativas respecto a la variable 2 (elaboración propia)

La tercera variable es la “adecuación y facilidad constructiva”, a la hora de ponderar y establecer valores nos basaremos en los siguientes datos obtenidos en el estudio:

	A1	A2	A3	A4
Adecuación constructiva	SI	SI	SI	NO
Tiempo de elaboración	10 semanas	7 semanas	10 semanas	0 semanas

Tabla 31: Datos de la variable 3 (elaboración propia)

Con adecuación constructiva se refiere a si cumpliría la norma de carreteras, como se ha visto en el apartado 4.1.2 trazado en alzado de la situación actual, no cumple con lo establecido en la norma. Pesando más este factor, que hace que la intersección sea más cómoda y funcione mejor.

De tal forma que la matriz de decisión queda de la siguiente forma:

VARIABLE 3: Adecuación y facilidad constructiva				
	A1	A2	A3	A4
A1	1	1/3	1	2
A2	3	1	3	2
A3	1	1/3	1	2
A4	1/2	1/2	1/2	1

Tabla 32: Matriz de decisión de las alternativas, respecto a la variable 3 (elaboración propia)

CR= 0,0542 Consistente

Quedando las alternativas con los siguientes pesos:

		PESOS
A1	Glorieta de un carril	0,20
A2	Intersección con carril de almacenamiento y espera	0,46
A3	Turboglorieta	0,20
A4	No hacer nada, situación actual	0,13
		1,00

Tabla 33: Pesos de las alternativas respecto a la variable 3 (elaboración propia)

La cuarta variable es la “funcionalidad”, a la hora de ponderar y establecer valores nos basaremos en los siguientes datos obtenidos en el estudio:

		A1	A2	A3	A4
CASO MAS DESFAVORABLE	Nivel de servicio en las patas de la vía principal	A	B	A	B
	Nivel de servicio en las patas de la vía secundaria	F	C	F	F
CASO, HORA MAS CARGADA UN DOMINGO POR LA TARDE	Nivel de servicio en las patas de la vía principal	A	A	A	A
	Nivel de servicio en las patas de la vía secundaria	C	B	C	C
	Movimiento de cambio de sentido	SI	NO	SI	NO
	Paso de peatones	SI	SI	Alejado de la intersección	NO

Tabla 34: Datos de la variable 4 (elaboración propia)

De tal forma que la matriz de decisión queda de la siguiente forma:

VARIABLE 4: Funcionalidad				
	A1	A2	A3	A4
A1	1	3	1	9
A2	1/3	1	1/3	9
A3	2	3	1	9
A4	1/9	1/9	1/9	1

Tabla 35: Matriz de decisión de las alternativas, respecto a la variable 4 (elaboración propia)

CR= 0,0374 Consistente

Quedando las alternativas con los siguientes pesos:

		PESOS
A1	Glorieta de un carril	0,40
A2	Intersección con carril de almacenamiento y espera	0,17
A3	Turboglorieta	0,40
A4	No hacer nada, situación actual	0,03
		1,00

Tabla 36: Pesos de las alternativas respecto a la variable 3 (elaboración propia)

La quinta variable es la "seguridad vial", a la hora de ponderar y establecer valores nos basaremos en los siguientes datos obtenidos en el estudio:

	A1	A2	A3	A4
CRF	35,98%	44%	32%	0

Tabla 37: Datos de la variable 5 (elaboración propia)

De tal forma que la matriz de decisión queda de la siguiente forma:

VARIABLE 5: Seguridad Vial				
	A1	A2	A3	A4
A1	1	1	1	7
A2	1	1	1	9
A3	1	1	1	6
A4	1/7	1/9	1/6	1

Tabla 38: Matriz de decisión de las alternativas, respecto a la variable 5 (elaboración propia)

CR= 0,0046 Consistente

Quedando las alternativas con los siguientes pesos:

		PESOS
A1	Glorieta de un carril	0,32
A2	Intersección con carril de almacenamiento y espera	0,34
A3	Turboglorieta	0,30
A4	No hacer nada, situación actual	0,04
		1,00

Tabla 39: Pesos de las alternativas respecto a la variable 5 (elaboración propia)

La sexta variable es la "Económica", a la hora de ponderar y establecer valores nos basaremos en los siguientes datos obtenidos en el estudio:

	A1	A2	A3	A4
Coste de la obra	100.047,39 €	63.238,23 €	107.057,16 €	0 €
Coste de expropiación	443.991,10 €	246.050,00 €	479.850,00 €	0 €
Total	544.038,49 €	309.288,00 €	586.907,00 €	0 €

Tabla 40: Datos de la variable 6 (elaboración propia)

De tal forma que la matriz de decisión queda de la siguiente forma:

VARIABLE 6: ECONOMICA				
	A1	A2	A3	A4
A1	1	1/4	1	1/9
A2	4	1	3	1/9
A3	1	1/3	1	1/9
A4	9	9	9	1

Tabla 41: Matriz de decisión de las alternativas, respecto a la variable 6 (elaboración propia)

CR= 0,0678 Consistente

Quedando las alternativas con los siguientes pesos:

		PESOS
A1	Glorieta de un carril	0,06
A2	Intersección con carril de almacenamiento y espera	0,15
A3	Turboglorieta	0,06
A4	No hacer nada, situación actual	0,73
		1,00

Tabla 42: Pesos de las alternativas respecto a la variable 6 (elaboración propia)

Una vez establecidos todos los pesos de las alternativas respecto a las variables, se forma una matriz que será multiplicada por los pesos de las variables, dando como resultado la acción que es más adecuada:

$$\begin{pmatrix} 0,07 & 0,14 & 0,20 & 0,40 & 0,32 & 0,06 \\ 0,23 & 0,24 & 0,46 & 0,17 & 0,34 & 0,15 \\ 0,05 & 0,04 & 0,20 & 0,40 & 0,30 & 0,06 \\ 0,65 & 0,58 & 0,13 & 0,03 & 0,04 & 0,73 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0,14 \\ 0,11 \\ 0,03 \\ 0,35 \\ 0,28 \\ 0,09 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,27 \\ 0,24 \\ 0,25 \\ 0,25 \end{pmatrix}$$

La opción más adecuada según el análisis multicriterio sería la referida a una glorieta de un solo carril, es decir, la propuesta de mejora 1.

## 8. CONCLUSIONES

El presente estudio denominado, **ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA MEJORA DE LA INTERSECCIÓN EN EL PK18+400 DE LA CV-500 EN EL PERELLONET (VALENCIA)** ha tratado de resolver si la intersección actual es la más adecuada para la zona o si existen mejores soluciones.

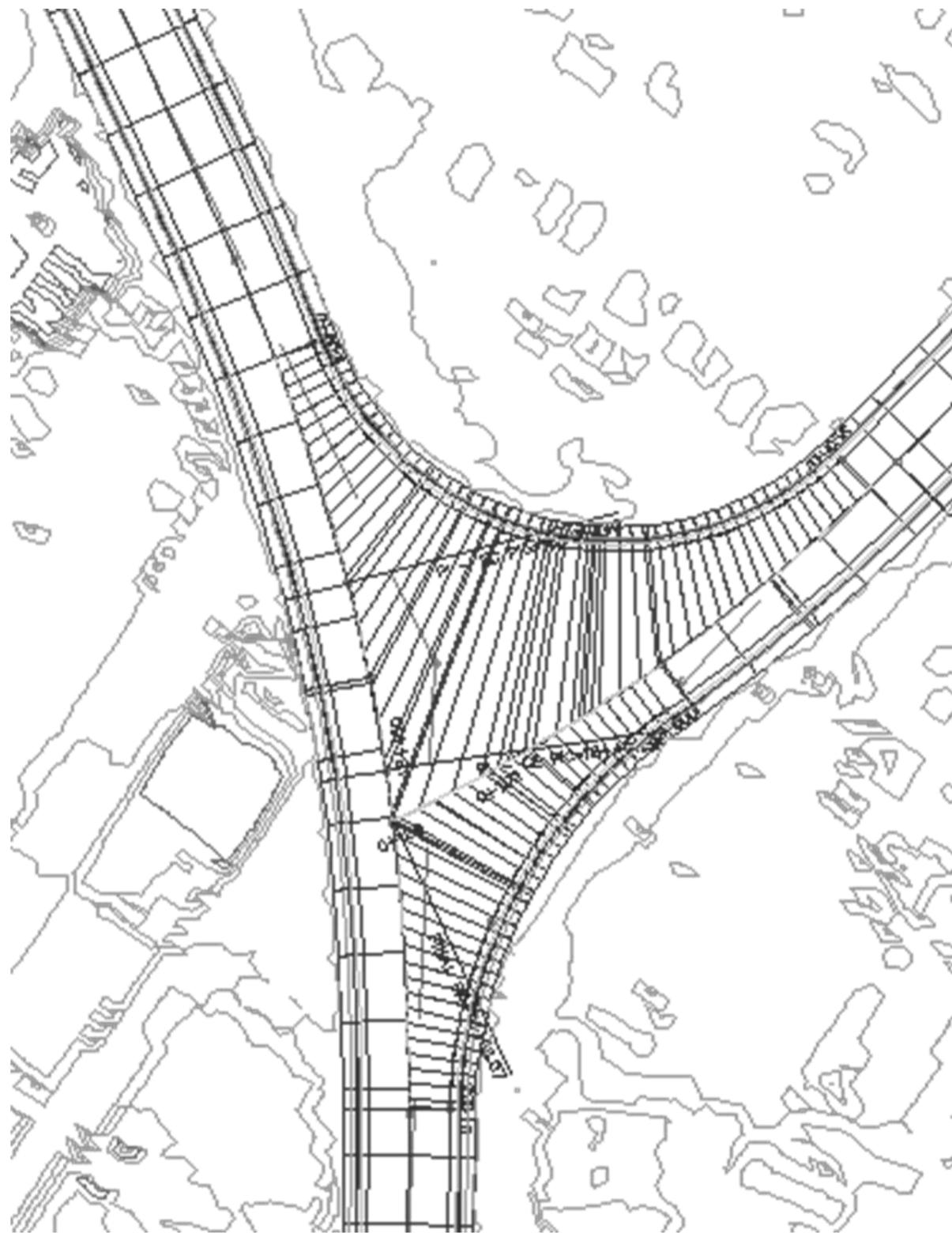
Según los estudios que han sido mostrados anteriormente, existe una mejor solución a la obra que actualmente está construida, la construcción de una glorieta de un solo carril.



*Figura 118: Solucion escogida (Autocad civil 3d)*

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Norma 3.1-IC. Trazado (Orden FOM/273/2016 de 19 de febrero de 2016)
- ❖ Norma 5.2-IC. Drenaje Superficial (Orden FOM/298/2016 de 15 de febrero)
- ❖ Norma 6.1-IC. Secciones de firme (Orden FOM 3460/2003)
- ❖ Ministerio de fomento. ORDEN CIRCULAR 37/2016 BASE DE PRECIOS DE REFERENCIA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
- ❖ Highway Capacity Manual (HCM) del Transportation Research Board 2016 de Estados Unidos.
- ❖ Elías Mayoral Baños. PROYECTO DE MEJORA DE INTERSECCIÓN. CONSTRUCCIÓN DE GLORIETA EN LA INTERSECCIÓN DE LAS CARRETERAS N-611 Y CA-302 EN EL ALTO DE SAN MATEO.
- ❖ UPV Y TYPESA. INFORME Nº 3 A1. ESTADO DE LA TÉCNICA T1.3 ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL
- ❖ Google Maps. <https://www.google.es/maps/@39.2799985,-0.2797745,17.25z>
- ❖ IGME. Instituto Geológico y Minero de España. Web site oficial España. <http://www.igme.es/>
- ❖ MapasIGME - Portal de cartografía del IGME: MAGNA 50 - Mapa Geológico de España a escala 1:50.000-HOJA 747. <http://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/Magna50Hoja.aspx?language=es&id=747>
- ❖ MapasIGME - Portal de cartografía del IGME: Mapa Geológico de España a escala 1:200.000 (2ª Serie) - Hoja 64 (ALCOY) <http://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/Geologico200Hoja.aspx?language=es&id=64>
- ❖ InfoIGME- Sondeos IRYDA- Sondeo 2343-4-13-3. <http://info.igme.es/sondeoslryda/Consulta/Sondeo/2343>
- ❖ InfoIGME- Sondeos IRYDA- Sondeo 2528-SOLLANA 1. <http://info.igme.es/sondeoslryda/Consulta/Sondeo/2528>
- ❖ Sede de catastro de España. Fondo de España. <https://www1.sedecatastro.gob.es/Cartografia/mapa.aspx?pest=rc&from=OVCBusqueda&final=&ZV=NO&ZR=NO>
- ❖ Plan Nacional de Ortografía Aérea. <https://pnoa.ign.es>
- ❖ Centro de Descargas del CNIG (IGN) <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/buscadorCatalogo.do?codFamilia=02211>
- ❖ Comparador PNOA Histórico/IGN-CNIG [http://www.ign.es/web/comparador\\_pnoa/index.html](http://www.ign.es/web/comparador_pnoa/index.html)
- ❖ Nueva rotonda en la Gola Blanca del Perellonet – Levante- EMV <https://www.levante-emv.com/valencia/2018/09/10/nueva-rotonda-gola-blanca-perellonet/1765635.html>
- ❖ Continúan los autobuses biarticulados en la línea 25 <http://enautobusporvalencia.blogspot.com/2017/10/continuan-los-autobuses-articulados-en.html>
- ❖ El ayuntamiento pide a Conselleria una rotonda en la Gola Blanca– Levante- EMV <https://www.levante-emv.com/valencia/2016/05/21/ayuntamiento-pide-conselleria-rotonda-gola/1420751.html>
- ❖ Un grupo de vecinos plantea pedir la ZAS para El Perellonet durante los meses de verano <https://valenciaplaza.com/un-grupo-de-vecinos-plantea-pedir-la-zas-para-el-perellonet-durante-los-meses-de-verano>
- ❖ Seguridad Vial-Generalitat Valenciana [http://politicaterritorial.gva.es/es/web/carreteras/seguridad-vial-car/-/documentos/GrKHCDUYqhQ0/folder/162402081?p\\_auth=5LNBsh0y](http://politicaterritorial.gva.es/es/web/carreteras/seguridad-vial-car/-/documentos/GrKHCDUYqhQ0/folder/162402081?p_auth=5LNBsh0y)
- ❖ Mapas de tráfico- Generalitat Valenciana <http://politicaterritorial.gva.es/es/web/carreteras/aforos-car/mapas-trafico-car>
- ❖ Crash Modification Factors Clearing house <http://www.cmfclearinghouse.org/>
- ❖ Saaty – El blog de Víctor Yepes <https://victoryepes.blogs.upv.es/tag/saaty/>



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

Título:

**ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA MEJORA DE  
LA INTERSECCIÓN EN EL PK18+400 DE LA CV-500  
EN EL PERELLONET (VALENCIA)**

Autor:

**RICARDO PLANELLS GERALDO**

Curso: 2019/2020

Titulación: **Grado en Ingeniería Civil**

Tutora: **Ana María Pérez Zuriaga**

**APENDICE DEL  
ESTUDIO DEL  
TRAFICO**



## INDICE

### APENDICE DE ESTUDIO DEL TRAFICO

1. Introducción .....	3
2. Toma de datos días 5/07/2020.....	4
3. Toma de datos días 11/07/2020.....	5
4. CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO DE LA INTERSECCION EN T con y sin carril de espera.....	7



## 1. Introducción

El presente proyecto, denominado, **ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA MEJORA DE LA INTERSECCIÓN EN EL PK18+400 DE LA CV-500 EN EL PERELLONET (VALENCIA)** tiene como objetivo servir como trabajo de fin de grado de Ingeniería Civil, en él se pretende elegir de manera lo más objetiva posible la actuación más óptima que se debería llevar a cabo en el punto de intersección.

Al ser un trabajo de fin de grado de Ingeniería Civil, el alumno no cuenta con la totalidad de los medios para la obtención de la información. Por ello se intentará que las suposiciones y justificaciones estén lo mejor explicadas posibles y tengan la máxima veracidad posible para la elaboración del trabajo. En caso de que se requiera una más precisa información habría que hacer un estudio más profundo de la zona.

En el siguiente apéndice se reflejarán los datos tomados en las diversas visitas que se han hecho a la zona de estudio. Además, se mostrará la metodología empleada para el cálculo del nivel de servicio de las intersecciones.



## 2. Toma de datos días 5/07/2020

### 5/07/2020 18:15-18:30

Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 1	95
Vehículos que giran a la izq. desde principal, sentido 1	3
Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 2	138
Vehículos que giran a la der desde principal, sentido 2	8
Vehículos que giran a la der desde secundaria	25
Vehículos que giran a la izq. desde secundaria	19
MOVIMIENTOS TOTALES	288

### 5/07/2020 18:30-18:45

Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 1	101
Vehículos que giran a la izq. desde principal, sentido 1	2
Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 2	122
Vehículos que giran a la der desde principal, sentido 2	6
Vehículos que giran a la der desde secundaria	21
Vehículos que giran a la izq. desde secundaria	16
MOVIMIENTOS TOTALES	268

### 5/07/2020 18:45-19:00

Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 1	123
Vehículos que giran a la izq. desde principal, sentido 1	8
Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 2	110
Vehículos que giran a la der desde principal, sentido 2	5
Vehículos que giran a la der desde secundaria	16
Vehículos que giran a la izq. desde secundaria	7
MOVIMIENTOS TOTALES	269

### 5/07/2020 19:00-19:15

Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 1	118
Vehículos que giran a la izq. desde principal, sentido 1	6
Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 2	113
Vehículos que giran a la der desde principal, sentido 2	4
Vehículos que giran a la der desde secundaria	19
Vehículos que giran a la izq. desde secundaria	9
MOVIMIENTOS TOTALES	269

### 5/07/2020 19:15-19:30

Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 1	103
Vehículos que giran a la izq. desde principal, sentido 1	1
Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 2	120
Vehículos que giran a la der desde principal, sentido 2	6
Vehículos que giran a la der desde secundaria	17
Vehículos que giran a la izq. desde secundaria	11
MOVIMIENTOS TOTALES	258

### 5/07/2020 19:30-19:45

Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 1	94
Vehículos que giran a la izq. desde principal, sentido 1	2
Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 2	110
Vehículos que giran a la der desde principal, sentido 2	5
Vehículos que giran a la der desde secundaria	11
Vehículos que giran a la izq. desde secundaria	12
MOVIMIENTOS TOTALES	234

### 5/07/2020 19:45-20:00

Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 1	89
Vehículos que giran a la izq. desde principal, sentido 1	3
Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 2	119
Vehículos que giran a la der desde principal, sentido 2	2
Vehículos que giran a la der desde secundaria	14
Vehículos que giran a la izq. desde secundaria	9
MOVIMIENTOS TOTALES	236



### 3. Toma de datos días 11/07/2020

**11/07/2020 9:30-9:45**

Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 1	109
Vehículos que giran a la izq. desde principal, sentido 1	5
Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 2	114
Vehículos que giran a la der desde principal, sentido 2	3
Vehículos que giran a la der desde secundaria	9
Vehículos que giran a la izq. desde secundaria	6
MOVIMIENTOS TOTALES	246

**11/07/2020 9:45-10:00**

Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 1	133
Vehículos que giran a la izq. desde principal, sentido 1	14
Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 2	140
Vehículos que giran a la der desde principal, sentido 2	10
Vehículos que giran a la der desde secundaria	9
Vehículos que giran a la izq. desde secundaria	10
MOVIMIENTOS TOTALES	316

**11/07/2020 10:00-10:15**

Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 1	146
Vehículos que giran a la izq. desde principal, sentido 1	16
Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 2	173
Vehículos que giran a la der desde principal, sentido 2	19
Vehículos que giran a la der desde secundaria	2
Vehículos que giran a la izq. desde secundaria	13
MOVIMIENTOS TOTALES	366

**11/07/2020 10:15-10:30**

Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 1	154
Vehículos que giran a la izq. desde principal, sentido 1	18
Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 2	165
Vehículos que giran a la der desde principal, sentido 2	16
Vehículos que giran a la der desde secundaria	15
Vehículos que giran a la izq. desde secundaria	9
MOVIMIENTOS TOTALES	377

**11/07/2020 10:30-10:45**

Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 1	145
Vehículos que giran a la izq. desde principal, sentido 1	24
Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 2	132
Vehículos que giran a la der desde principal, sentido 2	14
Vehículos que giran a la der desde secundaria	12
Vehículos que giran a la izq. desde secundaria	10
MOVIMIENTOS TOTALES	337

**11/07/2020 10:45-11:00**

Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 1	173
Vehículos que giran a la izq. desde principal, sentido 1	21
Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 2	146
Vehículos que giran a la der desde principal, sentido 2	20
Vehículos que giran a la der desde secundaria	14
Vehículos que giran a la izq. desde secundaria	9
MOVIMIENTOS TOTALES	383

**11/07/2020 11:00-11:15**

Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 1	193
Vehículos que giran a la izq. desde principal, sentido 1	35
Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 2	150
Vehículos que giran a la der desde principal, sentido 2	15
Vehículos que giran a la der desde secundaria	17
Vehículos que giran a la izq. desde secundaria	17
MOVIMIENTOS TOTALES	427

**11/07/2020 11:15-11:30**

Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 1	147
Vehículos que giran a la izq. desde principal, sentido 1	24
Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 2	154
Vehículos que giran a la der desde principal, sentido 2	13
Vehículos que giran a la der desde secundaria	12
Vehículos que giran a la izq. desde secundaria	8
MOVIMIENTOS TOTALES	358



**11/07/2020 11:30-11:45**

Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 1	178
Vehículos que giran a la izq. desde principal, sentido 1	22
Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 2	138
Vehículos que giran a la der desde principal, sentido 2	10
Vehículos que giran a la der desde secundaria	11
Vehículos que giran a la izq. desde secundaria	5
MOVIMIENTOS TOTALES	364

**11/07/2020 11:45-12:00**

Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 1	153
Vehículos que giran a la izq. desde principal, sentido 1	18
Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 2	142
Vehículos que giran a la der desde principal, sentido 2	21
Vehículos que giran a la der desde secundaria	10
Vehículos que giran a la izq desde secundaria	6
MOVIMIENTOS TOTALES	350



**4. CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO DE LA INTERSECCION EN T con y sin carril de espera**

Datos obtenidos    Día 11/07/2020    11:00-11:15

		veh/h	veh mes	fcagosto	VEH año h	veh agos
Rango 1	Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 1	978	193	1	266	193
Rango 2	Vehículos que giran a la izq desde principal, sentido 1	177	35		48	35
Rango 1	Vehículos que siguen recto desde principal, sentido 2	760	150		207	150
Rango 1	Vehículos que giran a la der desde principal, sentido 2	76	15		21	15
Rango 2	Vehículos que giran a la der desde secundaria	86	17		23	17
Rango 3	Vehículos que giran a la izq desde secundaria	86	17		23	17
		2163	427			

**Determinación de los flujos de conflicto**

Rango 2	Giro a la izq desde principal	(Vc,35)	836
Rango 2	Giro a la derecha desde secundaria	(Vc,17,a)	798
Rango 3	Giro a la izq desde secundaria en 1 fase	(Vc,17,b)	2131
	1 FASE	(Vc,17,1)	798
	2 FASE	(Vc,17,2)	1333
	N (NUMERO DE CARRILES)		1

$$Vc35 = \left( \frac{V150}{N} + V15 \right)$$

$$Vc17,a = \left( \frac{V150}{N} + V15 + 0,5 \right)$$

$$Vc17,b = \left( \frac{V150}{N} + V15 + 0,5 \right) + \left( \frac{V193}{N} + 2 + V35 \right)$$

$$Vc17,1 = \left( \frac{V150}{N} + V15 + 0,5 \right)$$

$$Vc17,2 = \left( \frac{V193}{N} + 2 + V35 \right)$$

**CAPACIDAD POTENCIAL**

Rango 2	Giro a la izq desde principal	Cp,35	806,509685
Rango 2	Giro a la derecha desde secundaria	Cp,17,a	388,978726
Rango 3	Giro a la izq desde secundaria en 1 fase	Cp,17,b	78,5565107
	1 FASE	Cp,17,1	509,769742
	2 FASE	Cp,17,2	309,960548

**Determinación hueco critico**

Rango 2	Giro a la izq desde principal	Tc,35	4,1
Rango 2	Giro a la derecha desde secundaria	Tc,17,a	6,2
Rango 3	Giro a la izq desde secundaria en 1 fase	Tc,17,b	5,8
	1 FASE	Tc,17,1	4,8
	2 FASE	Tc,17,2	4,8

**Capacidad real**

Rango 2	Giro a la izq desde principal	Cm,35	806,509685	Probabilidad de que el giro no este en cola	0,78012328
Rango 2	Giro a la derecha desde secundaria	Cm,17,a	388,978726		
Rango 3	Giro a la izq desde secundaria en 1 fase	Cm,17,b	61,2837632		
	1 FASE	Cm,17,1	397,683245		
	2 FASE	Cm,17,2	309,960548		

**Determinación tiempo complementario**

Rango 2	Giro a la izq. desde principal	Tf,35	2,2
Rango 2	Giro a la derecha desde secundaria	Tf,17,a	3,3
Rango 3	Giro a la izq. desde secundaria en 1 fase	Tf,17,b	3,5
	1 FASE	Tf,17,1	3,5
	2 FASE	Tf,17,2	3,5

a	0,98675018	Nº vehiculos que caben en mediana(N)	6
y	4,71516996	Ct	358,540764

Movimiento	Tc,base	Tc,g	Tf,base
Giro a la izq desde principal	4,1	0	2,2
Giro a derechas desde secundaria	6,2	0,1	3,3
Giro a la izq desde secundaria (I) directa	6,5	0,2	3,5
Giro a la izq desde secundaria (II) y (I)	5,5	0,2	3,5

**DEMORA**

Rango 2	Giro a la izq desde principal	10,7172839
Rango 2	Giro a la derecha desde secundaria	16,8677571
Rango 3	Giro a la izq desde secundaria en 1 fase	368,227824
Rango 3	Giro a la izq desde secundaria en 2 fases	18,1865382

PHV	0
G	0,021



**CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO DE LA INTERSECCION EN T con y sin carril de espera**

Datos obtenidos Dia 21/06/2020 18:45-19:00

		veh/h	veh mes	fcagosto	VEH año h	veh agos
Rango 1	Vehiculos que siguen recto desde principal, sentido 1	623	123	1	169	123
Rango 2	Vehiculos que giran a la izq desde principal, sentido 1	41	8		11	8
Rango 1	Vehiculos que siguen recto desde principal, sentido 2	557	110		151	110
Rango 1	Vehiculos que giran a la der desde principal, sentido 2	25	5		7	5
Rango 2	Vehiculos que giran a la der desde secundaria	81	16		22	16
Rango 3	Vehiculos que giran a la izq desde secundaria	35	7		10	7
		1363	269			

**Determinación de los flujos de conflicto**

Rango 2	Giro a la izq desde principal	(Vc,8)	583
Rango 2	Giro a la derecha desde secundaria	(Vc,16)	570
Rango 3	Giro a la izq desde secundaria en 1 fase	(Vc,7)	1274
	1 FASE	(Vc,7,1)	570
	2 FASE	(Vc,7,2)	704
	N (NUMERO DE CARRILES)		1

$$Vc8 = \frac{V110}{N} + V5$$

$$Vc16 = \frac{V110}{N} + V5 \cdot 0,5$$

$$Vc7 = \left( \frac{V110}{N} + V5 \cdot 0,5 \right) + G \cdot V8 + \frac{V123}{N}$$

$$Vc7,1 = \frac{V110}{N} + V5 \cdot 0,5$$

$$Vc7,2 = \left( 2 \cdot V8 + \frac{V123}{N} \right)$$

**CAPACIDAD POTENCIAL**

Rango 2	Giro a la izq desde principal	Cp,8	1001,64676
Rango 2	Giro a la derecha desde secundaria	Cp,16	524,618142
Rango 3	Giro a la izq desde secundaria en 1 fase	Cp,7	229,922808
	1 FASE	Cp,7,1	626,145662
	2 FASE	Cp,7,2	555,005505

**Determinacion hueco critico**

Rango 2	Giro a la izq desde principal	Tc,8	4,1
Rango 2	Giro a la derecha desde secundaria	Tc,16	6,2
Rango 3	Giro a la izq desde secundaria en 1 fase	Tc 7,	5,8
	1 FASE	Tc,7,1	4,8
	2 FASE	Tc,7,2	4,8

**Capacidad real**

Rango 2	Giro a la izq desde principal	Cm,8	1001,64676	Probabilidad de que el giro no este en cola	0,95953345
Rango 2	Giro a la derecha desde secundaria	Cm,16	524,618142		0,84547546
Rango 3	Giro a la izq desde secundaria en 1 fase	Cm,7	220,618625		
	1 FASE	Cm,7,1	600,807708		
	2 FASE	Cm,7,2	555,005505		

**Determinacion tiempo complementario**

Rango 2	Giro a la izq desde principal	Tf,8	2,2
Rango 2	Giro a la derecha desde secundaria	Tf,16	3,3
Rango 3	Giro a la izq desde secundaria en 1 fase	Tf,7	3,5
	1 FASE	Tf,7,1	3,5
	2 FASE	Tf,7,2	3,5

a 0,98675018 Nº vehiculos que caben en mediana(N) 6

y 1,293804 Ct 543,047027

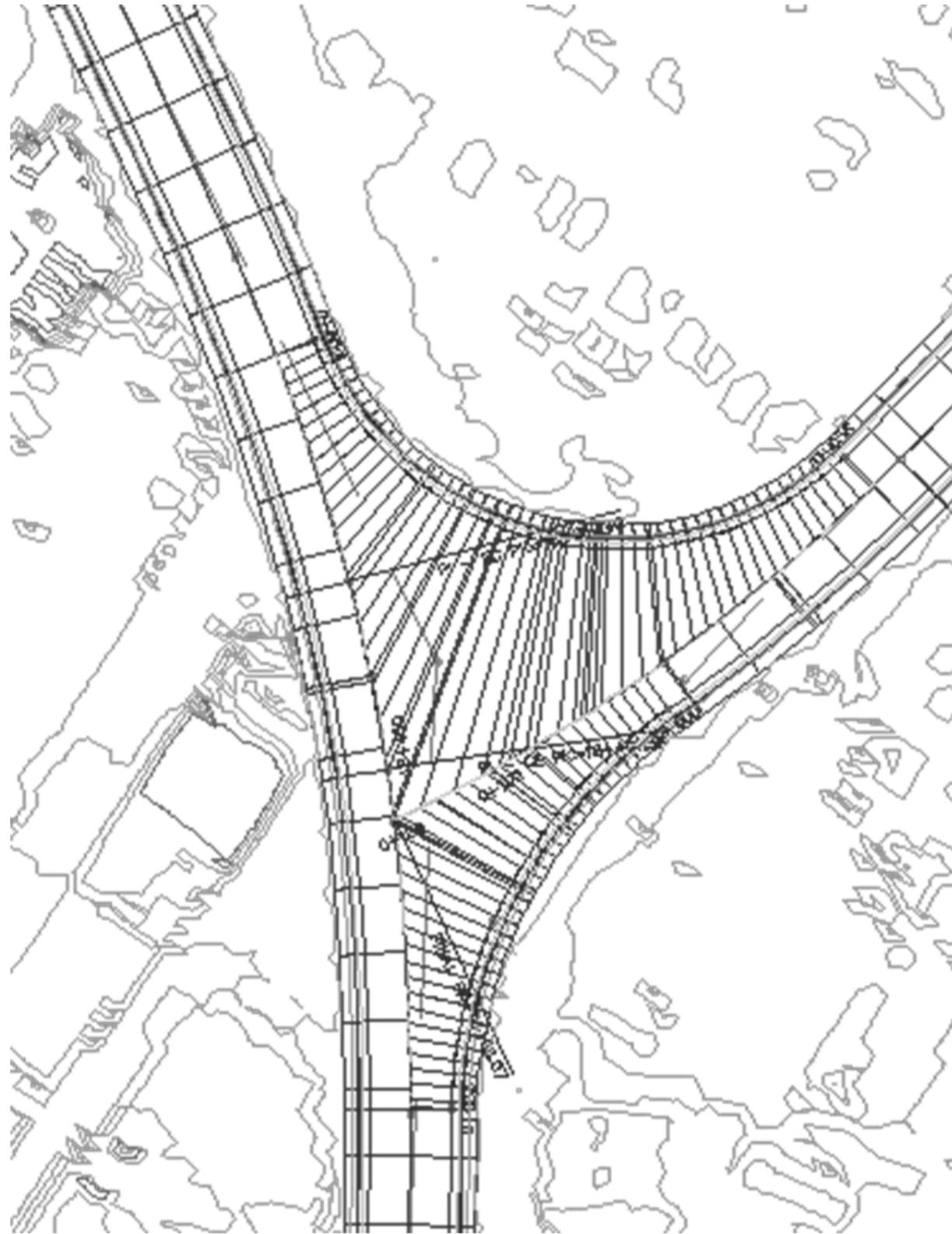
Movimiento	Tc,base	Tc,g	Tf,base
Giro a la izq desde principal	4,1	0	2,2
Giro a derechas desde secundaria	6,2	0,1	3,3
Giro a la izq desde secundaria (I) directa	6,5	0,2	3,5
Giro a la izq desde secundaria (II) y (I)	5,5	0,2	3,5

PHV	0
G	0,021

**DEMORA**

Rango 2	Giro a la izq desde principal	8,74560198
Rango 2	Giro a la derecha desde secundaria	13,1121946
Rango 3	Giro a la izq desde secundaria en 1 fase	24,4180246
Rango 3	Giro a la izq desde secundaria en 2 fases	12,0919622





UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS

**UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA**

Título:

**ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA MEJORA DE  
LA INTERSECCIÓN EN EL PK 18+400 DE LA CV-500  
EN EL PERELLONET (VALENCIA)**

Autor:

**RICARDO PLANELLS GERALDO**

Curso: 2019/2020

Titulación: Grado en Ingeniería Civil

Tutora: Ana María Pérez Zuriaga

# **APENDICE GEOTECNICO Y GEOLOGICO**



## INDICE

### APENDICE GEOTECNICO Y GEOLOGICO

1. Introducción .....	3
2. Hoja 64:8-8 Mapa geotécnico General Alcoy .....	4
3. Sueca; hoja 747, 29-29 Mapa Geológico de España .....	5
4. Informes de los sondeos IRYDA .....	6
5. Características del tipo de suelo .....	8



## 1. Introducción

El presente proyecto, denominado, **ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA MEJORA DE LA INTERSECCIÓN EN EL PK18+400 DE LA CV-500 EN EL PERELLONET (VALENCIA)** tiene como objetivo servir como trabajo de fin de grado de Ingeniería Civil, en él se pretende elegir de manera lo más objetiva posible la actuación más óptima que se debería llevar a cabo en el punto de intersección.

Al ser un trabajo de fin de grado de Ingeniería Civil, el alumno no cuenta con la totalidad de los medios para la obtención de la información. Por ello se intentará que las suposiciones y justificaciones estén lo mejor explicadas posibles y tengan la máxima veracidad posible para la elaboración del trabajo. En caso de que se requiera una más precisa información habría que hacer un estudio más profundo de la zona.

En el siguiente apartado se intentará reflejar los medios que disponemos. Para ello se ha extraído la información de los mapas de acceso público publicados en la página web del Instituto Geológico y Minero de España. Los mapas son los siguientes:

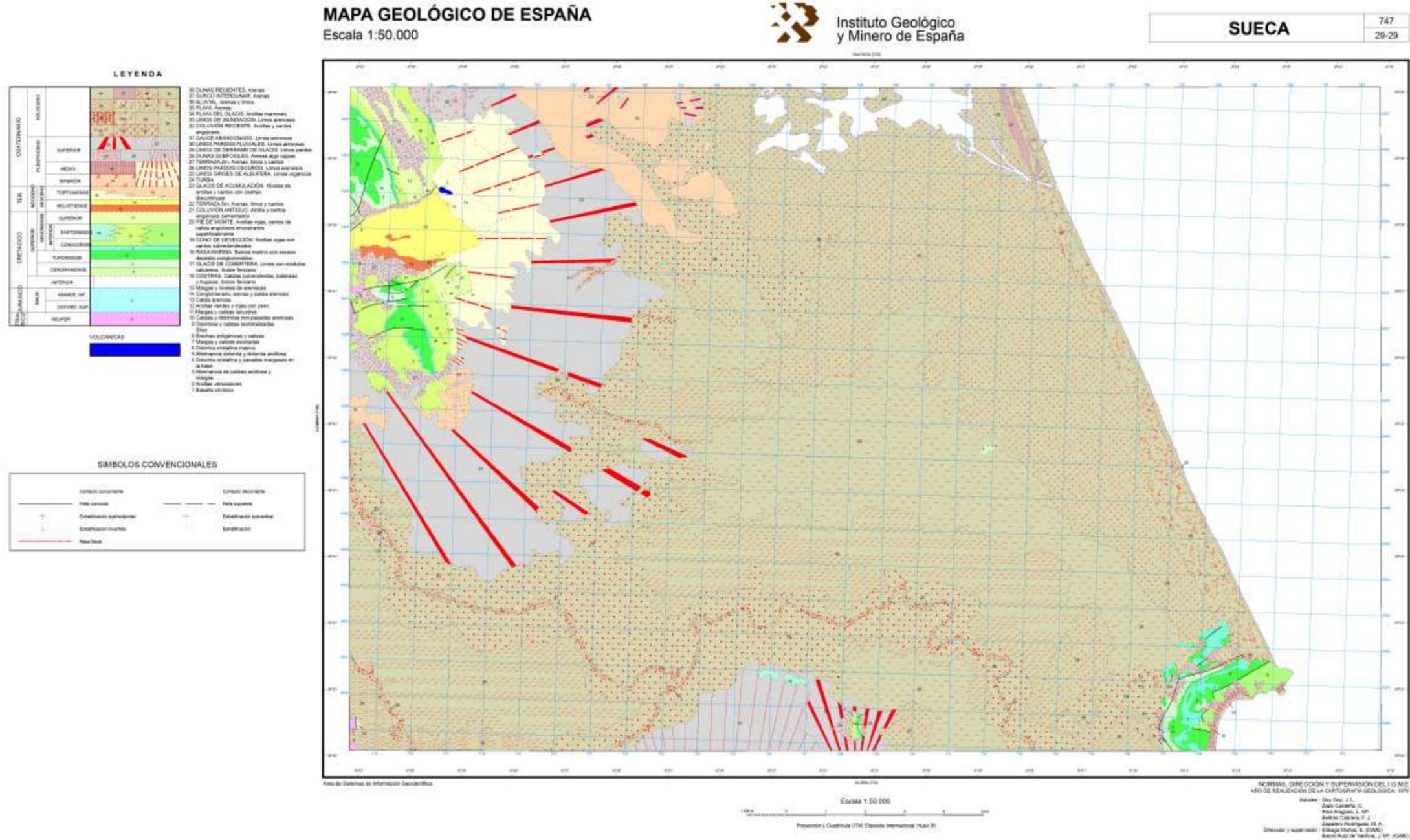
- Ministerio de Industria, Dirección General de Minas. Instituto Geológico y Minero de España (IGME)  
Hoja 64:8-8 Mapa geotécnico General  
Escala 1:200.000

Los mapas generales facilitaran, dentro de las limitaciones que impone la escala, las características físicas y mecánicas de los terrenos y sus límites de variación según varíen sus condiciones.

- Instituto Geológico y Minero de España (IGME)  
Sueca; hoja 747, 29-29 Mapa Geológico de España  
Escala 1:50.000



### 3. Sueca; hoja 747, 29-29 Mapa Geológico de España





#### 4. Informes de los sondeos IRYDA

##### INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZACION

Sondeo: " <u>Ariza 1</u> " N.º <u>2343</u>
T.º Municipal <u>Carlet (Valencia)</u> Emp. <u>4-5-73</u> Terminó <u>Sonda 2-3-4</u>
Prof. prevista <u>271,20</u> mts. Visitas <u>4-5-73; 22-3-73</u> <u>216; 271,20</u> m.
<b>SITUACION</b>
Hoja topográfica / octante <u>Luca</u> <u>747</u> / <u>5</u> Cota <u>40 ± 5</u> m.
Coordenadas <u>12°26' N</u> <u>39°14'28" N</u> Fot: n.º <u>17854</u> roll <u>183</u>
Referencias topográficas <u>Se halla inmediatamente al este del cruce de la</u> <u>era N-340 con la local de Carlet.</u>
Acceso <u>Por la carretera N-340 y camino de Algemesí.</u>

##### INFORME

##### PARCIAL

Se halla emplazado el sondeo en la llanura cuaternaria que se extiende al sur de Valencia.

La profundidad máxima alcanzada en la perforación ha sido de 271,20 metros. A grandes rasgos, podemos distinguir los siguientes tramos:

**mts 0-83:** Cuaternario constituido por arcillas rojizas y terrones con gravas y arenas gruesas y algunos niveles de gravas y arenas. Pérdida de lodos (sin recuperación de muestra) en los metros 83 al 81.

**83-117:** Margas gris-negruzcas, y terrones en escasa proporción, con gravas y fósiles de ambiente salubre (Gasterópodos y Lamelibranquios). Pérdidas de lodos (sin recuperación

de muestra) en los metros 89 al 91. Parece un ambiente de albufera de edad cuaternaria antigua o terciario muy reciente.

**117-271,20:** Calizas crema blanquecinas y crema amarillentas, de grano generalmente fino a medio y frecuentemente arenosas. En los metros superiores abundan los Lamelibranquios y algunos Gasterópodos. Intercalaciones de margas: los mts 226-229 (grises), 229-241 (azules) y 247-249 (grises), y pequeñas pedregas débiles de margas a partir del metro 159. Parece un ambiente marino muy somero. Interpretamos provisionalmente una edad Eoceno superior.

Los afloramientos mesozoicos más cercanos están constituidos por calizas dolomíticas pardo-grisáceas, de edad probable Aptense-Cenozoico.

Se ha perforado con 12 1/4" hasta el metro 216 y con 7 7/8" hasta el 271,20. Actualmente se está ensacando el sondeo para entubar hasta el metro 83 con 18" y hasta el 115 con 14".



INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZACION

Sondeo: « Sollana » N.º 2528  
 T.º Municipal Sollana (Valencia) Emp. 1-12-73 Termino 22-12- Sonda 2-3-4  
 Prof. prevista 404 mts. Visitas 23-1-74 a 73 404 m.

**SITUACION**

Hoja topográfica / octante Susca 747 / 2 Cota 10<sup>±</sup> 5 m.  
 Coordenadas 39°19'05" E. 39°17'24" N Fot: n.º \_\_\_\_\_ roll \_\_\_\_\_  
 Referencias topográficas Se halla a 2 kms al NE de Sollana  
 Acceso Por el camino del Altaró

INFORME **PARCIAL**

Se halla emplazado el sondeo en la llanura valenciana al sur de la Albufera.

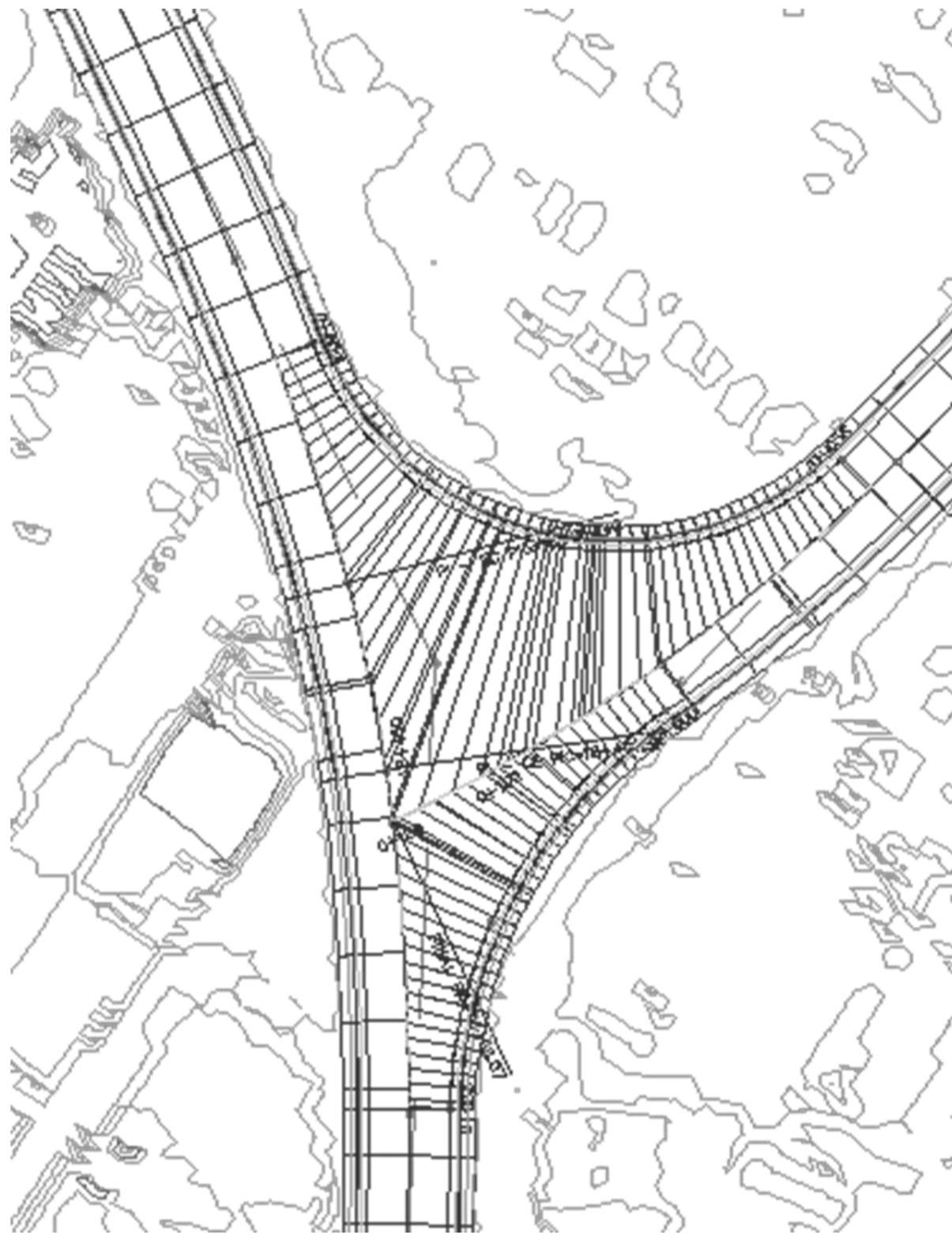
Se ha cortado una serie mio-cuaternaria constituida - fundamentalmente por dos grandes tramos: uno, superior, compuesto por arcillas, margas, arenas, areniscas y gravas, de colores predominantes grises y ocres, con abundantes fósiles tanto del litoral como de aguas salobres, hasta el metro 267, y otro, inferior, compuesto por margas de color rojo oscuro y gris, frecuentemente con algo de arena y ocasionalmente algo de yeso, hasta el final de la perforación en 404 metros.

El sondeo resultó surgente, y se halla entubado con - 264 metros de tubería combinación de 16" (mts 0-128) y 200/214 - (mts 128-264), rajada en los metros 42 al 82, 106 al 124 y 204 al 240.



### 5. Características del tipo de suelo

Tipo de suelo	Trama	Código	Descripción (IGME, Hoja nº 747, SUECA)	Ensayos											
				Tmax (mm)	Pasa 5 mm (%)	Pasa 2 mm (%)	Pasa 0,080 mm (%)	Límite Líquido	Índice Plasticidad	Humedad Óptima Proctor Modificado (%)	Densidad máxima Proctor Modificado (kN/cm <sup>3</sup> )	CBR	Hinchamiento o libre (%)	Materia Orgánica (%)	Sales solubles (%)
Cuaternario		38	Dunas recientes: Arenas	2	100	100	5	No plástico		< 8	18,5	10 a 15	0	< 1	Valores elevados por la cercanía del mar
		37	Surco interdunal: Arenas	1,25	100	100	5	No plástico		< 8	18,5	10 a 15	0	< 1	
		35	Playa: Arenas	2	100	100	5	No plástico		< 8	18,5	10 a 15	0	< 1	
		28	Duna subfósiles: Arenas algo rojizas	2	100	100	5	No plástico		< 8	18,5	10 a 15	0	< 1	
		25	Limos grises de albufera	0,4	100	100	90	35	10	10-dic	20	< 10	< 1	2 a 20	



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

Titulo:

**ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA MEJORA DE  
LA INTERSECCIÓN EN EL PK 18+400 DE LA CV-500  
EN EL PERELLONET (VALENCIA)**

Autor:

**RICARDO PLANELLS GERALDO**

Curso: **2019/2020**

Titulación: **Grado en Ingeniería Civil**

Tutora: **Ana María Pérez Zuriaga**

**APENDICE CALCULOS  
ANALISIS MULTICRITERIO**



## INDICE

1. Introducción .....	3
2. Cálculo de pesos de las variables y consistencia s de la matriz de decisión.....	4
3. Cálculo de pesos de las alternativas y consistencia de la matriz de decisión respecto a la variable 1 .....	5
4. Cálculo de pesos de las alternativas y consistencia de la matriz de decisión respecto a la variable 2 .....	6
5. Cálculo de pesos de las alternativas y consistencia de la matriz de decisión respecto a la variable 3 .....	7
6. Cálculo de pesos de las alternativas y consistencia de la matriz de decisión respecto a la variable 4 .....	8
7. Cálculo de pesos de las alternativas y consistencia de la matriz de decisión respecto a la variable 5 .....	9
8. Cálculo de pesos de las alternativas y consistencia de la matriz de decisión respecto a la variable 6 .....	10



## 1. Introducción

El presente proyecto, denominado, **ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA MEJORA DE LA INTERSECCIÓN EN EL PK18+400 DE LA CV-500 EN EL PERELLONET (VALENCIA)** tiene como objetivo servir como trabajo de fin de grado de Ingeniería Civil, en él se pretende elegir de manera lo más objetiva posible la actuación más óptima que se debería llevar a cabo en el punto de intersección.

Al ser un trabajo de fin de grado de Ingeniería Civil, el alumno no cuenta con la totalidad de los medios para la obtención de la información. Por ello se intentará que las suposiciones y justificaciones estén lo mejor explicadas posibles y tengan la máxima veracidad posible para la elaboración del trabajo. En caso de que se requiera una más precisa información habría que hacer un estudio más profundo de la zona.

En el siguiente apéndice se reflejarán los cálculos empleados para la realización del análisis multicriterio mediante el método del Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP).



## 2. Cálculo de pesos de las variables y consistencia s de la matriz de decisión

DETERMINACIÓN DE PESOS POR EL MÉTODO DE SAATY (EMC)

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	Wi	Ci	LAMDAi
V1	1	1	5	1/3	1/2	3	1,16	0,14	1,09
V2	1	1	6	1/2	1/3	1/2	0,89	0,11	1,02
V3	1/5	1/6	1	1/7	1/7	1/7	0,21	0,03	0,88
V4	3	2	7	1	2	6	2,82	0,35	0,93
V5	2	3	7	1/2	1	6	2,24	0,28	1,15
V6	1/3	2	7	1/6	1/6	1	0,71	0,09	1,47

Pi	7,53	9,17	33,00	2,64	4,14	16,64	8,04	6,54	$\lambda_{max}$
----	------	------	-------	------	------	-------	------	------	-----------------

		PESOS
V1	Impacto Ambiental	0,14
V2	Sociales	0,11
V3	Adecuacion y facilidad constructiva	0,03
V4	Funcionalidad	0,35
V5	Seguridad vial	0,28
V6	Economica	0,09
		1,00

C1  
C2  
C3  
C4  
C5  
C6

Ci=	0,10792292
Rci=	1,32
CR=	0,0818

Consistente

$$Ci = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

$$Rci = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$$

$$CR = Ci/Rci$$

**Más importante**

9 absolutamente importante

8

7 demostrablemente más importante

6

5 notablemente más importante

4

3 ligeramente más importante

2

**Igual importancia**

1

1/2 ligeramente menos importante

1/3

1/4

1/5 notablemente menos importante

1/6

1/7 demostrablemente menos importante

1/8

1/9 absolutamente menos importante

**Menos importante**

Figura 1: Cálculo de pesos de las variables y consistencia s de la matriz de decisión (elaboración mediante Excel)



### 3. Cálculo de pesos de las alternativas y consistencia de la matriz de decisión respecto a la variable 1

DETERMINACIÓN DE PESOS POR EL MÉTODO DE SAATY (EMC)

VARIABLE 1: IMPACTO AMBIENTAL					Wi	Ci	LAMDAi
	A1	A2	A3	A4			
A1	1	1/5	2	1/8	0,47	0,07	1,02
A2	5	1	6	1/5	1,57	0,23	1,49
A3	1/2	1/6	1	1/9	0,31	0,05	0,83
A4	8	5	9	1	4,36	0,65	0,93

Pi	14,50	6,37	18,00	1,44	6,70	4,28
----	-------	------	-------	------	------	------

		PESOS	
A1	Glorieta de un carril	0,07	C1
A2	Interseccion con carril de almacenamiento y espera	0,23	C2
A3	Turboglorieta	0,05	C3
A4	No hacer nada, situacion actual	0,65	C4
		1,00	

Ci=	0,09168681
Rci=	0,99
CR=	0,0926

Consistente

$$Ci = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

$$Rci = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$$

$$CR = Ci/Rci$$

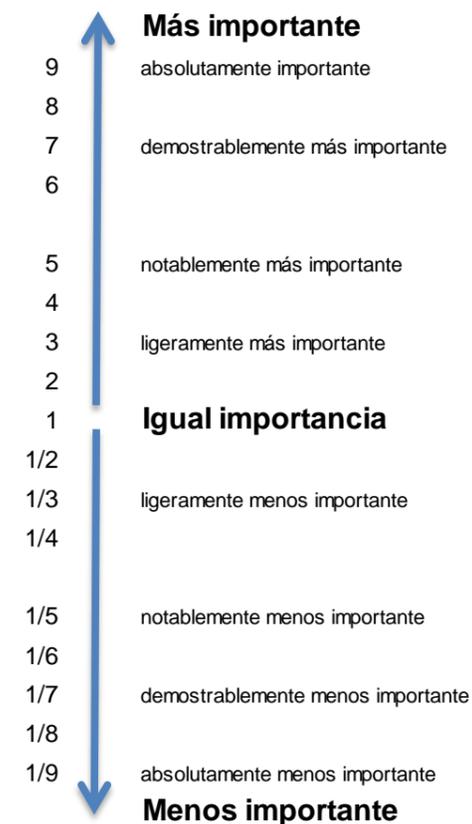


Figura 2: Cálculo de pesos de las alternativas y consistencia de la matriz de decisión respecto a la variable 1

#### 4. Cálculo de pesos de las alternativas y consistencia de la matriz de decisión respecto a la variable 2

DETERMINACIÓN DE PESOS POR EL MÉTODO DE SAATY (EMC)

VARIABLE 2: Social					Wi	Ci	LAMDAi
	A1	A2	A3	A4			
A1	1	1/2	5	1/5	0,84	0,14	1,17
A2	2	1	6	1/3	1,41	0,24	1,12
A3	1/5	1/6	1	1/9	0,25	0,04	0,88
A4	5	3	9	1	3,41	0,58	0,95

<b>Pi</b>	8,20	4,67	21,00	1,64	5,91	<b>λmax</b>	4,11
-----------	------	------	-------	------	------	-------------	------

		PESOS	
A1	Glorieta de un carril	0,14	<b>C1</b>
A2	Interseccion con carril de almacenamiento y espera	0,24	<b>C2</b>
A3	Turboglorieta	0,04	<b>C3</b>
A4	No hacer nada, situacion actual	0,58	<b>C4</b>
		1,00	

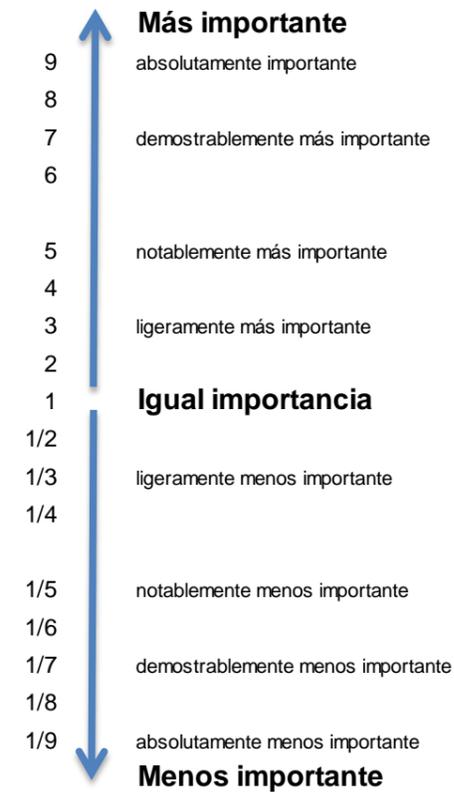
Ci=	0,03604304
Rci=	0,99
CR=	0,0364

Consistente

$$Ci = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

$$Rci = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$$

$$CR = Ci/Rci$$



**5. Cálculo de pesos de las alternativas y consistencia de la matriz de decisión respecto a la variable 3**  
 DETERMINACIÓN DE PESOS POR EL MÉTODO DE SAATY (EMC)

VARIABLE 3: Adecuacion y facilidad constructiva					Wi	Ci	LAMDAi
	A1	A2	A3	A4			
A1	1	1/3	1	2	0,90	0,20	1,11
A2	3	1	3	2	2,06	0,46	1,00
A3	1	1/3	1	2	0,90	0,20	1,11
A4	1/2	1/2	1/2	1	0,59	0,13	0,93

Pi	5,50	2,17	5,50	7,00	4,46		4,16
----	------	------	------	------	------	--	------

$\lambda_{max}$

		PESOS
A1	Glorieta de un carril	0,20
A2	Interseccion con carril de almacenamiento y espera	0,46
A3	Turboglorieta	0,20
A4	No hacer nada, situacion actual	0,13
		1,00

C1  
C2  
C3  
C4

Ci=	0,0536714
Rci=	0,99
CR=	0,0542

Consistente

$$Ci = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

$$Rci = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$$

$$CR = Ci/Rci$$

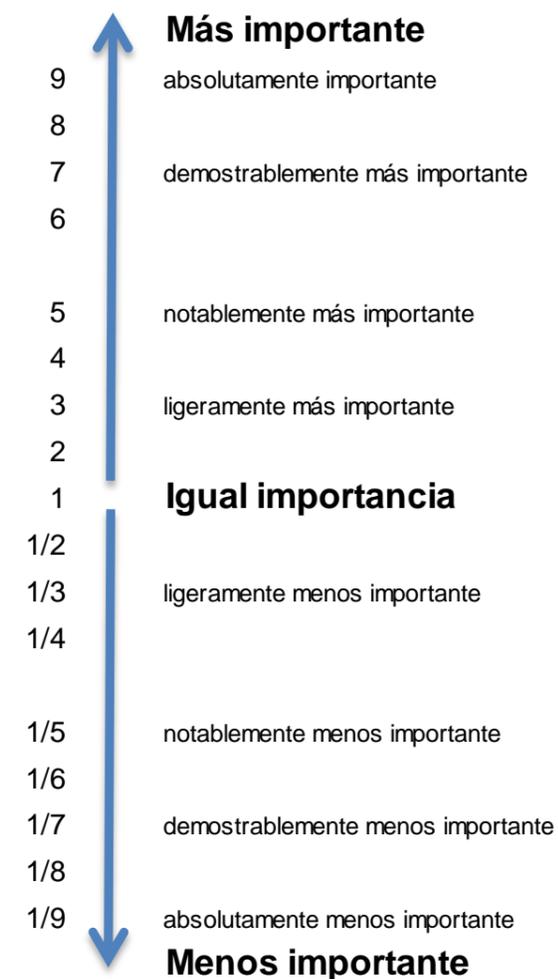


Figura 3: Cálculo de pesos de las alternativas y consistencia de la matriz de decisión respecto a la variable 3

## 6. Cálculo de pesos de las alternativas y consistencia de la matriz de decisión respecto a la variable 4

DETERMINACIÓN DE PESOS POR EL MÉTODO DE SAATY (EMC)

VARIABLE 4: Funcionalidad					Wi	Ci	LAMDAi
	A1	A2	A3	A4			
A1	1	3	1	9	2,28	0,40	0,97
A2	1/3	1	1/3	9	1,00	0,17	1,24
A3	1	3	1	9	2,28	0,40	0,97
A4	1/9	1/9	1/9	1	0,19	0,03	0,94

Pi	2,44	7,11	2,44	28,00	5,75		4,11
----	------	------	------	-------	------	--	------

$\lambda_{max}$

		PESOS
A1	Glorieta de un carril	0,40
A2	Interseccion con carril de almacenamiento y espera	0,17
A3	Turboglorieta	0,40
A4	No hacer nada, situacion actual	0,03
		1,00

C1  
C2  
C3  
C4

Ci=	0,03698267
Rci=	0,99
CR=	0,0374

Consistente

$$Ci = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

$$Rci = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$$

$$CR = Ci/Rci$$

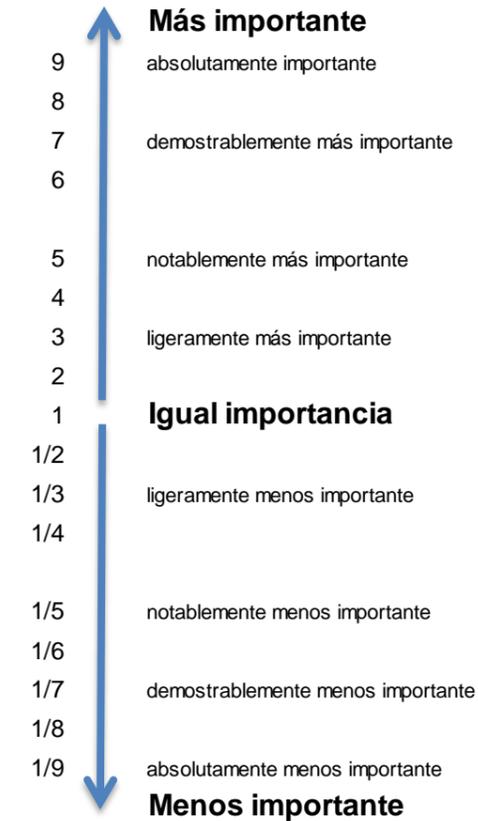


Figura 4: Cálculo de pesos de las alternativas y consistencia de la matriz de decisión respecto a la variable 4

### 7. Cálculo de pesos de las alternativas y consistencia de la matriz de decisión respecto a la variable 5

DETERMINACIÓN DE PESOS POR EL MÉTODO DE SAATY (EMC)

VARIABLE 5: Seguridad Vial					Wi	Ci	LAMDAi
	A1	A2	A3	A4			
A1	1	1	1	7	1,63	0,32	0,99
A2	1	1	1	9	1,73	0,34	1,05
A3	1	1	1	6	1,57	0,30	0,96
A4	1/7	1/9	1/6	1	0,23	0,04	1,01

Pi	3,14	3,11	3,17	23,00	5,15		4,01	$\lambda_{max}$
----	------	------	------	-------	------	--	------	-----------------

		PESOS	
A1	Glorieta de un carril	0,32	C1
A2	Interseccion con carril de almacenamiento y espera	0,34	C2
A3	Turboglorieta	0,30	C3
A4	No hacer nada, situacion actual	0,04	C4
		1,00	

Ci=	0,00459469
Rci=	0,99
CR=	0,0046

Consistente

$$Ci = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

$$Rci = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$$

$$CR = Ci/Rci$$

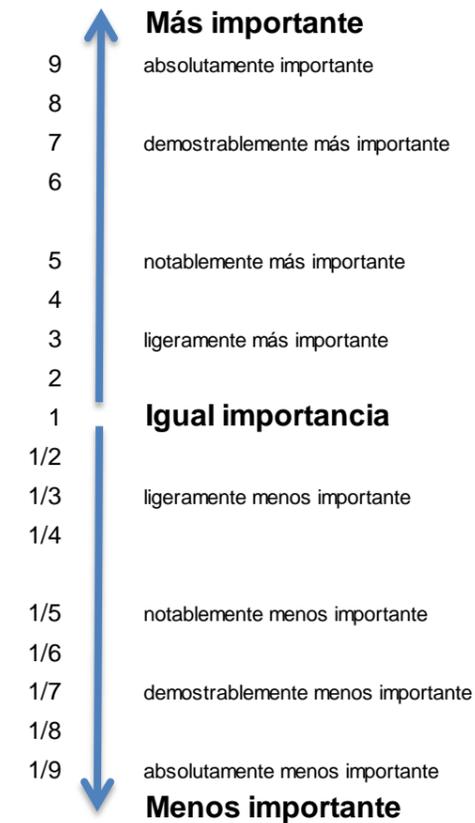


Figura 5: Cálculo de pesos de las alternativas y consistencia de la matriz de decisión respecto a la variable 5

### 8. Cálculo de pesos de las alternativas y consistencia de la matriz de decisión respecto a la variable 6

DETERMINACIÓN DE PESOS POR EL MÉTODO DE SAATY (EMC)

VARIABLE 6: ECONOMICA					Wi	Ci	LAMDAi
	A1	A2	A3	A4			
A1	1	1/4	1	1/9	0,41	0,06	0,86
A2	4	1	3	1/9	1,07	0,15	1,60
A3	1	1/3	1	1/9	0,44	0,06	0,86
A4	9	9	9	1	5,20	0,73	0,97

Pi	15,00	10,58	14,00	1,33	7,12		4,29
----	-------	-------	-------	------	------	--	------

$\lambda_{max}$

		PESOS	
A1	Glorieta de un carril	0,06	C1
A2	Interseccion con carril de almacenamiento y espera	0,15	C2
A3	Turboglorieta	0,06	C3
A4	No hacer nada, situacion actual	0,73	C4
		1,00	

Ci=	0,0981357
Rci=	0,99
CR=	0,0991

Consistente

$$Ci = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

$$Rci = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$$

$$CR = Ci/Rci$$

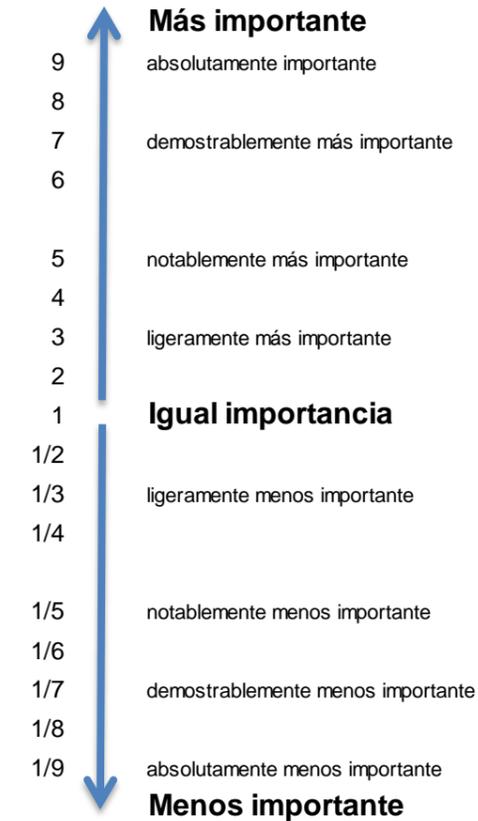
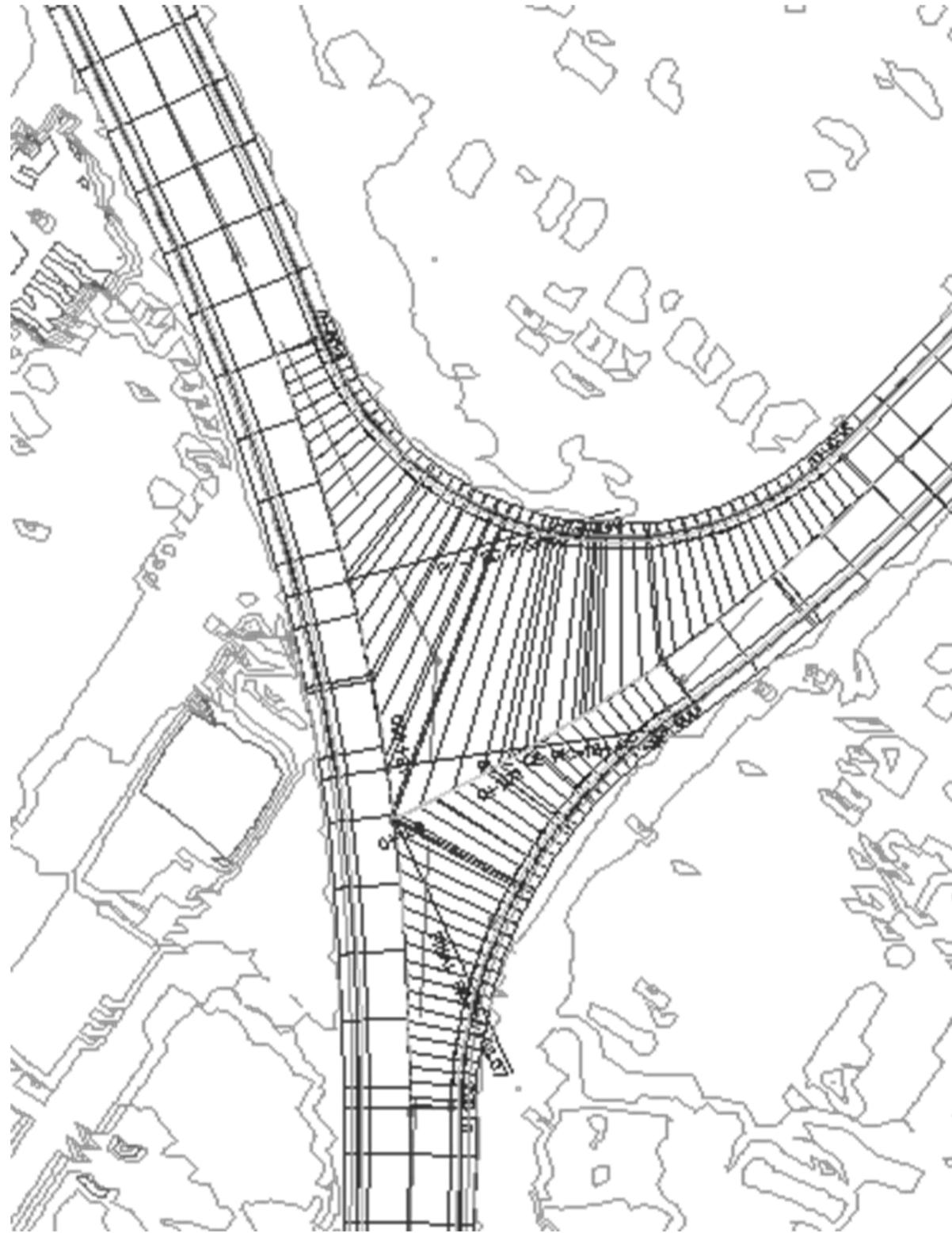


Figura 6: Cálculo de pesos de las alternativas y consistencia de la matriz de decisión respecto a la variable 6



## **UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

Título:

**ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA MEJORA DE  
LA INTERSECCIÓN EN EL PK18+400 DE LA CV-500  
EN EL PERELLONET (VALENCIA)**

Autor:

**RICARDO PLANELLS GERALDO**

Titulación: **Grado en Ingeniería Civil**

Tutora: **Ana María Pérez Zuriaga**

# **DOCUMENTO N°2: PLANOS**

## INDICE DE PLANOS

### 0. SITUACION ACTUAL

- Situación
- Perfiles longitudinales situación actual. Carretera principal y secundaria.

### 1. PROPUESTA DE MEJORA 1

- Plano conjunto. Propuesta de mejora 1.
- Plano conjunto. Propuesta de mejora 1. Superficie y parcelas de expropiación.
- Plano conjunto. Propuesta de mejora 1. Superficie de movimiento de tierras.

### 2. PROPUESTA DE MEJORA 2

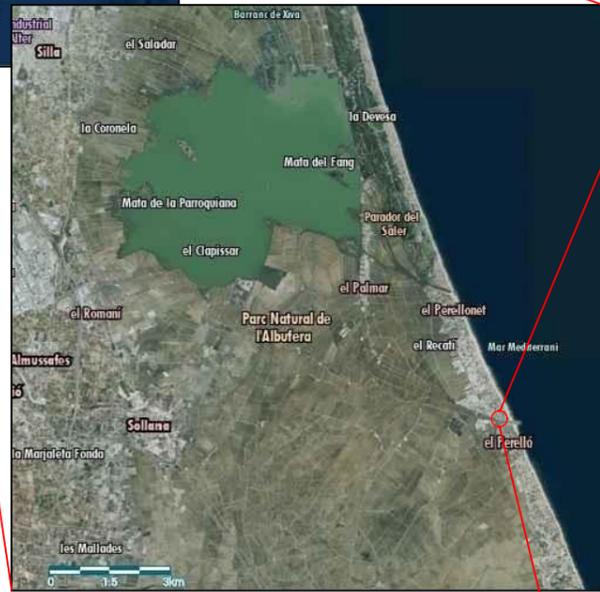
- Plano conjunto. Propuesta de mejora 2.
- Plano conjunto. Propuesta de mejora 2. Superficie y parcelas de expropiación.
- Plano conjunto. Propuesta de mejora 2. Superficie de movimiento de tierras.

### 3. PROPUESTA DE MEJORA 3

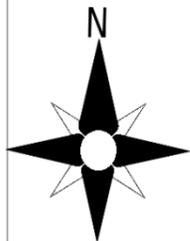
- Plano conjunto. Propuesta de mejora 3.
- Plano conjunto. Propuesta de mejora 3. Superficie y parcelas de expropiación.
- Plano conjunto. Propuesta de mejora 3. Superficie de movimiento de tierras.



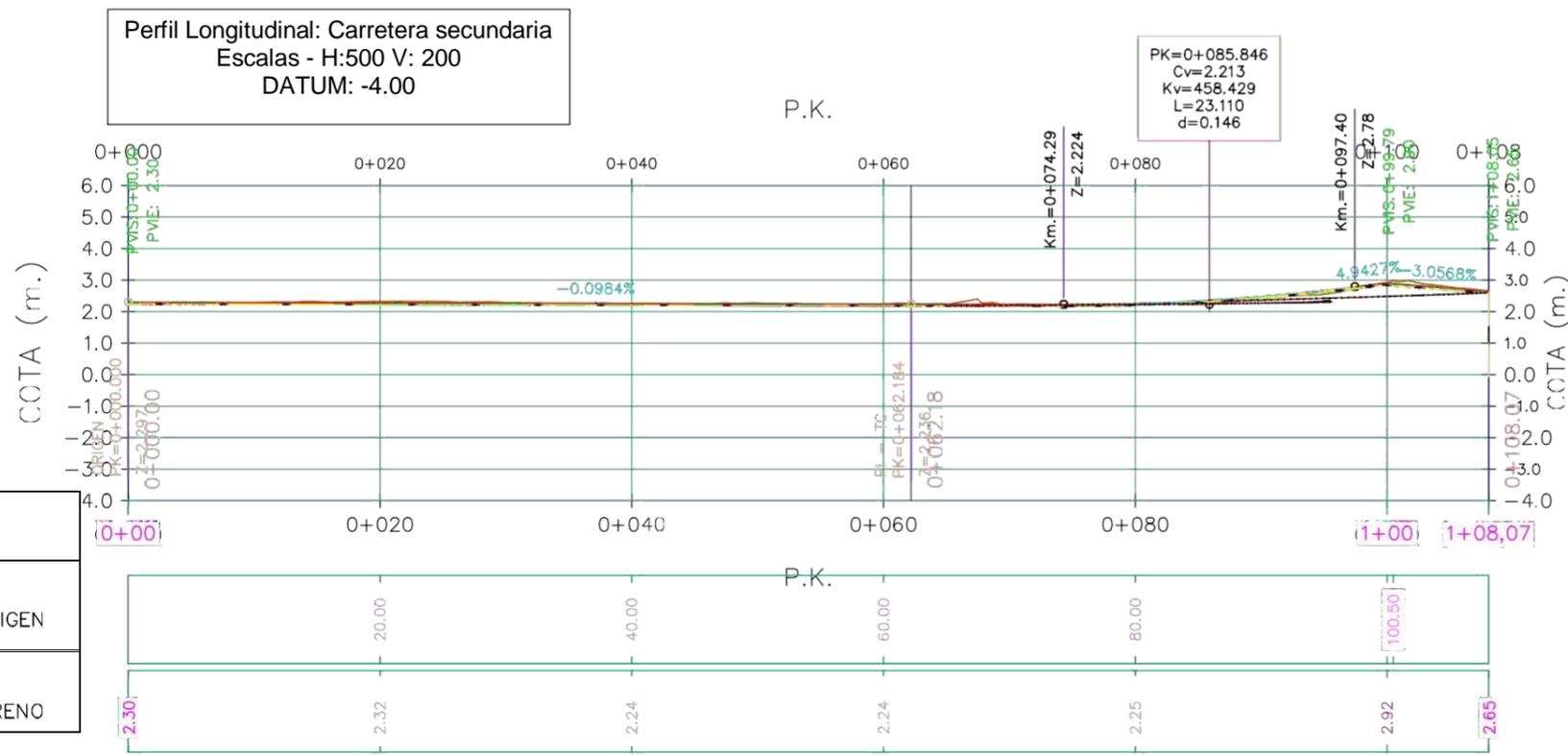
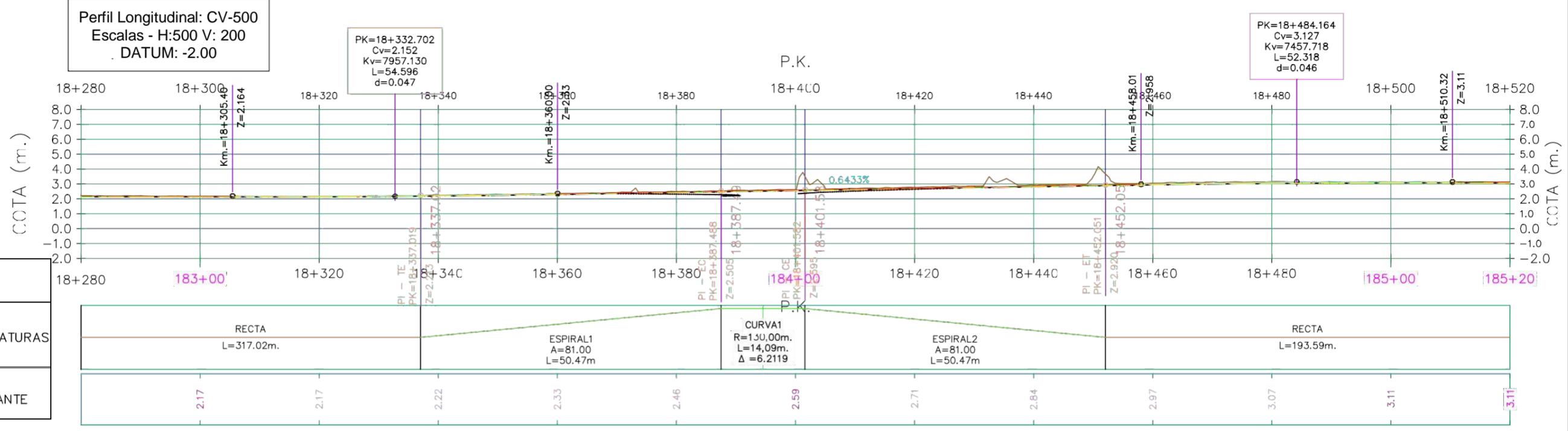
COMUNITAT VALENCIANA



## LOCALIZACIÓN



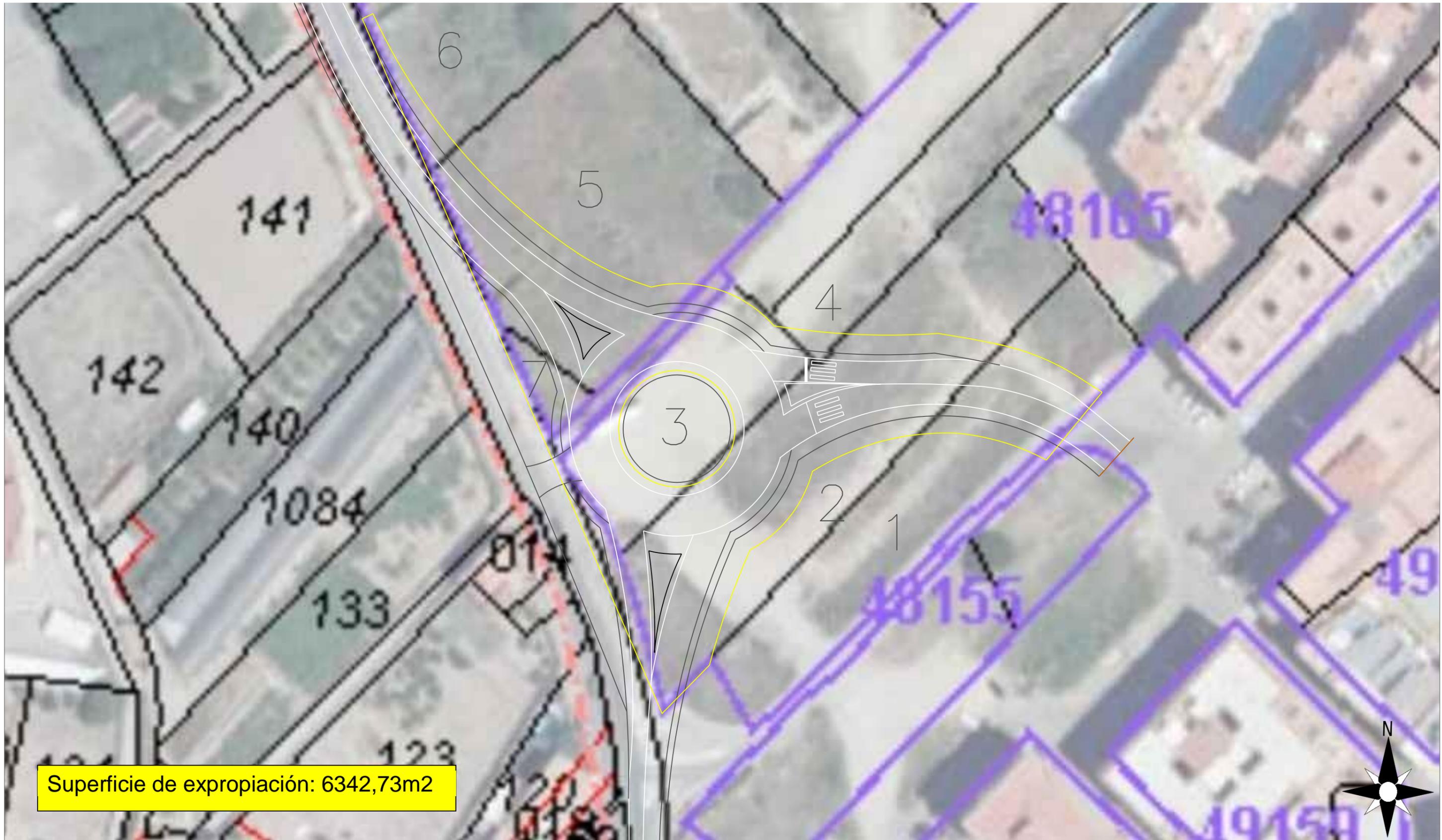
UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	Autor del Proyecto  RICARDO PLANELLS GERALDO	Fecha SEPTIEMBRE 2020	ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA MEJORA DE LA INTERSECCIÓN EN EL PK 18+400 DE LA CV-500 EN EL PERELLONET (VALENCIA)	Escala VARIAS	Título del Plano SITUACION	N°0 HOJA 1 DE 1
---	---	--------------------------	--	------------------	-------------------------------	--------------------



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	Autor del Proyecto  RICARDO PLANELLS GERALDO	Fecha SEPTIEMBRE 2020	ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA MEJORA DE LA INTERSECCIÓN EN EL PK 18+400 DE LA CV-500 EN EL PERELLONET (VALENCIA)	Escala 1/500	Título del Plano Perfiles longitudinales situación inicial Carretera principal y secundaria	N°1
						HOJA 1 DE 1



UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	Autor del Proyecto  RICARDO PLANELLS GERALDO	Fecha SEPTIEMBRE 2020	ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA MEJORA DE LA INTERSECCIÓN EN EL PK 18+400 DE LA CV-500 EN EL PERELLONET (VALENCIA)	Escala 1/1000	Título del Plano Plano de conjunto. Propuesta de mejora 1	N° 2 HOJA 1 DE 3
--	---	--------------------------	--	------------------	--	---------------------



Superficie de expropiación: 6342,73m2

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	Autor del Proyecto  RICARDO PLANELLS GERALDO	Fecha SEPTIEMBRE 2020	ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA MEJORA DE LA INTERSECCIÓN EN EL PK 18+400 DE LA CV-500 EN EL PERELLONET (VALENCIA)	Escala 1/ 500	Título del Plano Plano de conjunto. Propuesta de mejora 1 Superficie y parcelas de expropiacion	N°3 HOJA 2 DE 3
--	---	--------------------------	--	------------------	---	--------------------



6414m2 de excavación de  
alrededor de un metro

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	Autor del Proyecto  RICARDO PLANELLS GERALDO	Fecha SEPTIEMBRE 2020	ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA MEJORA DE LA INTERSECCIÓN EN EL PK 18+400 DE LA CV-500 EN EL PERELLONET (VALENCIA)	Escala 1/1000	Título del Plano Plano de conjunto. Propuesta de mejora 1 Superficie de movimiento de tierras	N° 4 HOJA 3 DE 3
--	---	--------------------------	--	------------------	---	---------------------



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	Autor del Proyecto  RICARDO PLANELLS GERALDO	Fecha SEPTIEMBRE 2020	ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA MEJORA DE LA INTERSECCIÓN EN EL PK 18+400 DE LA CV-500 EN EL PERELLONET (VALENCIA)	Escala 1/ 750	Título del Plano Plano de conjunto. Propuesta de mejora 2	N°5 HOJA 1 DE 3
--	---	--------------------------	--	------------------	--	--------------------



Superficie de expropiación: 3515m<sup>2</sup>

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	Autor del Proyecto  RICARDO PLANELLS GERALDO	Fecha SEPTIEMBRE 2020	ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA MEJORA DE LA INTERSECCIÓN EN EL PK 18+400 DE LA CV-500 EN EL PERELLONET (VALENCIA)	Escala 1/500	Título del Plano Plano de conjunto. Propuesta de mejora 2 Superficie y parcelas de expropiación	N°6 HOJA 2 DE 3
--	---	--------------------------	--	-----------------	---	--------------------



3605m2 de excavación de  
alrededor de un metro

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	Autor del Proyecto  RICARDO PLANELLS GERALDO	Fecha SEPTIEMBRE 2020	ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA MEJORA DE LA INTERSECCIÓN EN EL PK 18+400 DE LA CV-500 EN EL PERELLONET (VALENCIA)	Escala 1/ 500	Título del Plano Plano de conjunto. Propuesta de mejora 2 Superficie de movimiento de tierras	N°7 HOJA 3 DE 3
--	---	--------------------------	--	------------------	---	--------------------



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	Autor del Proyecto  RICARDO PLANELLS GERALDO	Fecha SEPTIEMBRE 2020	ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA MEJORA DE LA INTERSECCIÓN EN EL PK 18+400 DE LA CV-500 EN EL PERELLONET (VALENCIA)	Escala 1/1000	Título del Plano Plano de conjunto. Propuesta de mejora 3	N°8 HOJA 1 DE 3
--	---	--------------------------	--	------------------	--	--------------------



Superficie de expropiación: 6855m<sup>2</sup>

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	Autor del Proyecto  RICARDO PLANELLS GERALDO	Fecha SEPTIEMBRE 2020	ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA MEJORA DE LA INTERSECCIÓN EN EL PK 18+400 DE LA CV-500 EN EL PERELLONET (VALENCIA)	Escala 1/750	Título del Plano Plano de conjunto. Propuesta de mejora 3 Superficie y parcelas de expropiación.	N°9 HOJA 2 DE 3
--	---	--------------------------	--	-----------------	--	--------------------



6855m2 de excavación de  
alrededor de un metro

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	Autor del Proyecto  RICARDO PLANELLS GERALDO	Fecha SEPTIEMBRE 2020	ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA MEJORA DE LA INTERSECCIÓN EN EL PK 18+400 DE LA CV-500 EN EL PERELLONET (VALENCIA)	Escala 1/1000	Título del Plano Plano de conjunto. Propuesta de mejora 3 Superficie de movimiento de tierras.	N° 10 HOJA 3 DE 3
--	---	--------------------------	--	------------------	--	----------------------