



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

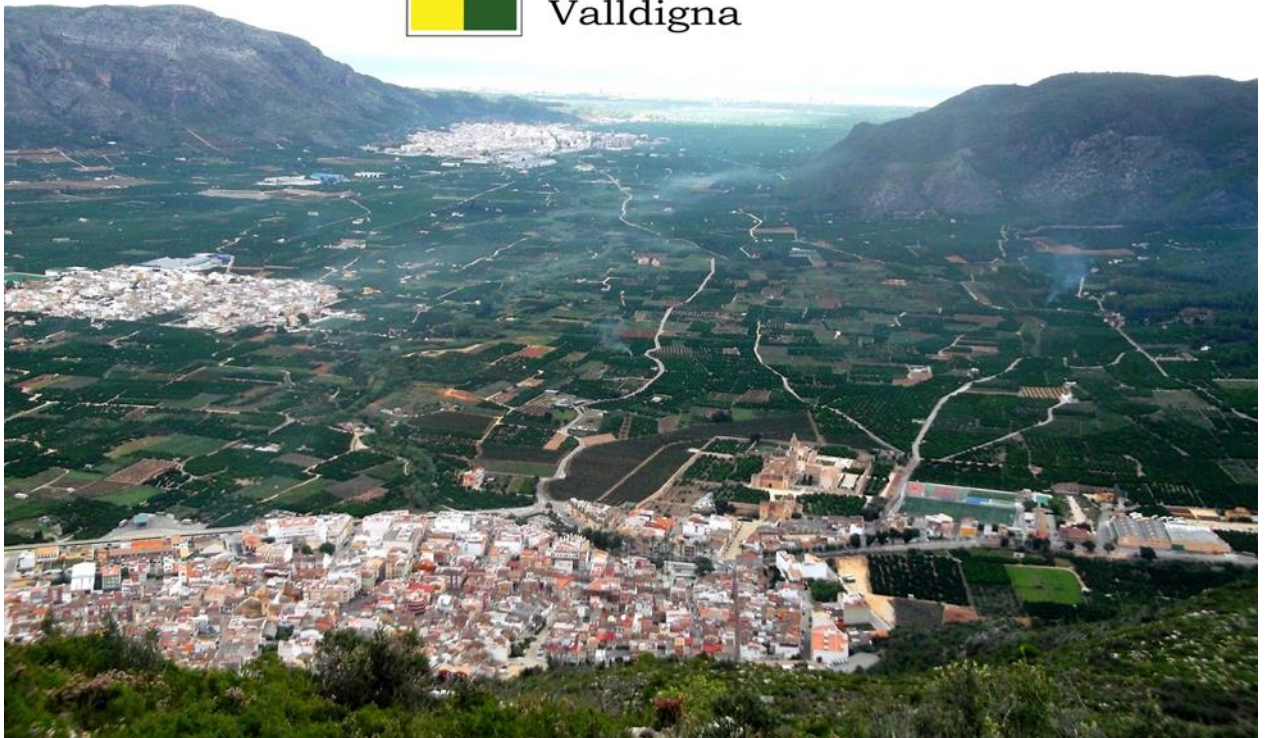


28 de Noviembre 2016

CARTOGRAFÍADO DE RIESGO DE INCENDIO FORESTAL EN LA VALLDIGNAD



Mancomunitat
de la
Vall d'igna



Autor: Antonio Prats Palomares

Tutor: Alfonso Fernández Sarriá

ÍNDICE

ÍNDICE

<u>Contenido</u>	<u>Página</u>
0. Agradecimientos	7
1. Descripción del problema.....	9
2. Introducción.....	11
2.1. Antecedentes históricos.....	12
2.2. Marco Legal.....	13
2.2.1. Estatal.....	13
2.2.2. Autonómico	14
3. Antecedentes.....	16
3.1. Incendios Forestales. Comparación Histórica.....	17
3.2. Causas incendios forestales	21
3.3. Factores que controlan los incendios forestales	24
3.3.1. Meteorología.....	24
3.3.2. Combustibles.....	25
3.3.3. Topografía.....	26
3.4. Equipos de lucha contra incendios.....	26
3.4.1. EPRIF.....	26
3.4.2. UME.....	27
3.4.3. Brigadas de labores preventivas.....	28
3.5. Efectos de los incendios forestales.....	29
3.5.1. Impactos sobre la vegetación.....	29
3.5.2. Impacto sobre la fauna	30
3.5.3. Erosión del Suelo.....	30
3.6. Teoría del triángulo de fuego y del tetraedro.....	31
4. Datos de interés.....	33
4.1. Ubicación.....	34
4.2. Descripción física.....	34
4.2.1. Ortografía.....	34

4.2.2. Climatología.....	35
4.2.3. Geología	35
4.2.4. Fauna.....	35
4.2.5. Flora.....	36
4.3. Áreas de interés.....	37
4.4. Hojas	39
5. Objetivos del trabajo.....	41
6. Datos de partida.....	43
6.1. Imágenes Landsat.....	44
6.1.1. Landsat 5.....	44
6.1.2. Landsat 8.....	45
6.2. Cartografía utilizada	48
6.2.1. Núcleos Urbanos	48
6.2.2. Vías de comunicación.....	49
6.2.3. Líneas eléctricas.....	50
6.2.4. Hidrología.....	50
6.2.5. Vegetación.....	51
6.2.6. Parques de Bomberos.....	52
6.2.7. Modelo Digital de Elevaciones	52
6.3. Datos Climatológicos.....	53
7. Metodología de Trabajo.....	55
7.1. Modelo Propuesto.....	56
7.2. Procedimiento	62
7.2.1. Utilización de los datos.....	64
7.2.1.1. Cartografía.....	64
7.2.1.2. Variables MDE.....	65
7.2.1.3. Parque de Bomberos.....	66
7.2.1.4. Combustibilidad.....	66
7.2.1.5. NDVI.....	66

7.2.1.6. Litología.....	67
7.2.1.7 Información Meteorológica.....	67
8. Resultados y Análisis (Ignición).....	68
8.1. Núcleos urbanos.....	69
8.2. Líneas Eléctricas.....	71
8.3. Vías de comunicación.....	73
8.4. NDVI.....	80
8.5. Precipitaciones.....	82
8.6. Altitud.....	84
8.7. Temperatura.....	86
8.8. Retención de Agua en el suelo.....	88
8.9. Zonas recreativas.....	91
8.10. Riesgo Ignición.....	93
9. Resultados y Análisis (Propagación).....	95
9.1. Combustibilidad.....	97
9.2. Pendiente.....	100
9.3. Orientación.....	102
9.4. Viento	104
9.5. Humedad	107
9.6. Parques de Bomberos.....	109
9.7. Puntos de agua.....	111
9.8. Cortafuegos, hidrología y vías de comunicación.....	114
9.9. Riesgo propagación.....	116
10 Peligro Incendio Forestal.....	118
11. Áreas afectadas por el incendio.....	121
12. Conclusiones finales.....	126
13. Bibliografía.....	130
<u>Índice de Mapas</u>	
Mapa Riesgo asociado a Núcleos Urbanos.....	70

Mapa Riesgo asociado a Línea Eléctrica Alta Tensión.....	72
Mapa de Riesgo asociado a Autovías y Autopistas.....	75
Mapa de Riesgo asociado a las Carreteras Convencionales.....	76
Mapa Riesgo asociado a los Caminos.....	77
Mapa Riesgo asociado a las Sendas.....	78
Mapa Riesgo asociado a Ferrocarril.....	79
Mapa Riesgo asociado a NDVI.....	81
Mapa Riesgo asociado a las Precipitaciones.....	83
Mapa Riesgo asociado a las Altitudes.....	85
Mapa Riesgo asociado a las Temperaturas.....	87
Mapa Riesgo asociado a la Retención de Agua en el suelo.....	90
Mapa Riesgo asociado a Zonas Recreativas.....	92
Mapa Riesgo Ignición.....	94
Mapa Riesgo asociado a la Combustibilidad de la Vegetación.....	99
Mapa Riesgo asociado a la Pendiente.....	101
Mapa Riesgo asociado a la Orientación.....	103
Mapa Riesgo asociado a Dirección del Viento.....	105
Mapa Riesgo asociado a Velocidad del Viento.....	106
Mapa Riesgo asociado a la Humedad.....	108
Mapa Riesgo asociado a la Distancia respecto a los Bomberos.....	110
Mapa Mitigación mediante Piscinas y Almacenamientos de agua.....	112
Mapa Mitigación Hidrantes.....	113
Mapa Cortafuegos, Hidrografía y Carreteras.....	115
Riesgo de Propagación.....	117
Riesgo de Ignición y Propagación.....	120
Mapa comparación Riesgo de Ignición y Propagación con el área afectada..	123
Mapa NDVI antes del incendio.....	124
Mapa NDVI después del incendio.....	125

0. Agradecimientos

0. Agradecimientos

En primer lugar, quisiera agradecer a mis padres todos los esfuerzos, sacrificios y luchas que han tenido que hacer a lo largo de los años con el fin de llegar al punto donde nos encontramos hoy, gracias papa, gracias mama.

Seguidamente me gustaría mencionar y agradecer también a aquellas personas a las cuales solemos olvidar en momentos como estos, como son todos y cada uno de los profesores de los que he tenido el privilegio de aprender, los podríamos llamar "los grandes maestros olvidados", un abrazo muy fuerte y muchas gracias por todo.

Tampoco hay que olvidar a los amigos que están ahí cuando uno no puede más y se siente agobiado, y de algún modo te hacen desconectar para después mandarte otra vez a hacer faena, ¡gracias chicos! (En especial a: Eliseu, Joan, Jose, Adri, Borja y otros que seguro que me van a reñir por no nombrarles)

Agradecer también a la gente que ha colaborado de forma activa en este proyecto, dígame Raúl Quilez (el coordinador de bomberos de la comunidad valenciana) el cual me ayudo aportando ideas, consejos, pero sobretodo experiencia. A mi tutor Alfonso, por todo el tiempo invertido, la paciencia y los ánimos (después de los rapapolvos de mejora). Agradecer también al Instituto Geológico y Minero de España su colaboración en la facilitación de los datos que les pedí y que muy amablemente me cedieron.

1. Descripción del Problema

1. Descripción del Problema

El presente documento tiene como objetivo la realización de un mapa de riesgo de incendio forestal. Para alcanzar dicho objetivo se crearán dos mapas previamente, uno de peligro de ignición que junto al de peligro de propagación podrán aportar a nuestro estudio un "fiabilidad"

El problema de los incendios forestales en España en general, y en la provincia de Valencia en particular, no es nuevo. Al contrario de lo que los medios de prensa transmiten a la sociedad y de lo que la sociedad en general tiene una profunda convicción, creada por décadas de mensajes de "todos contra el fuego", los incendios forestales per se, no constituyen una catástrofe natural dentro de un régimen normal de incendios de baja intensidad, sino que por el contrario el fuego juega un papel de gestor ecológico determinante en los ecosistemas mediterráneos, estando ligado de forma clara a las asociaciones forestales presentes en cada zona en función de la recurrencia de incendios que cada una presente.

Esta recurrencia de forma natural está vinculada al número de igniciones cuyo origen puede estar en la caída de rayos, actividad volcánica, caída de meteoritos, etc. Sin embargo, cuando entran en juego las actividades humanas, las igniciones se elevan a una frecuencia y distribución, a la cual la escala temporal de las etapas de sucesión bioclimáticas que presentan estas asociaciones vegetales no están adaptadas de forma sucesional, entrando en una espiral de mantenimiento de etapas estabilizadoras, cuya persistencia se ve favorecida por la presencia del fuego y por la estrategia de reproducción o regeneración de las especies que la componen.

Los escenarios que prevén los investigadores en relación con el cambio climático y su afección en las zonas del mediterráneo, no son nada alentadoras, ya que los diferentes modelos marcan un incremento del periodo de riesgo de incendios forestales en dos meses, que la temperatura media suba en torno de 3 a 5°C. La pluviometría no parece que vaya a registrar una variación notable, sí que puede ser que esta varíe su régimen, concentrándose en días de lluvias torrenciales seguidas de grandes periodos sin lluvias, produciéndose una disminución de lluvias en invierno, primavera y verano e incrementándose en otoño. Todo esto traducido a incendios forestales puede implicar que los incendios sean más frecuentes y más intensos, que vendría a acelerar un cambio drástico en los ecosistemas forestales que actualmente conocemos.

2. Introducción

2. Introducción

2.1 Antecedentes históricos

El número de incendios registrados en España ha aumentado durante las últimas décadas, hasta estabilizarse últimamente. La tendencia en la superficie anual quemada es diferente. Entre los años 60 y 80 la superficie quemada se multiplicó hasta alcanzar una situación como la actual, caracterizada por su enorme variabilidad anual (Fig. 1). Aunque parte de este cambio es debido al hecho de que la estadística antigua se centraba en terrenos gestionados públicamente, el hecho es que, con el tiempo, los incendios se han ido extendiendo desde unos pocos puntos hasta la práctica totalidad de la geografía española (Moreno et al. 1998). No obstante, existen unas cuantas áreas, localizadas en el Noroeste, Centro, Levante y Sur y Suroeste, en las que son particularmente abundantes. El origen de los incendios es mayoritariamente humano (>95%), destacando Galicia entre las regiones con mayor número de incendios intencionados. Los incendios ocasionados por rayo son poco importantes, aunque en algunas zonas lo son: en la provincia de Teruel más de la mitad de los incendios son causados por rayo, un tercio de la superficie quemada en las comunidades de Valencia, Castilla-La Mancha o Aragón entre los años 1989-1995 lo fue a causa del rayo, el rayo ha sido el causante de buena parte de los incendios mayores de 10000 ha (Vélez 2000b). Los incendios ocurren mayoritariamente en verano, aunque existe cierta variabilidad a lo largo de nuestra geografía y en relación con la causa del incendio. Así, mientras que los incendios por rayo están claramente circunscritos a esta estación, los incendios de origen humano pueden ocurrir en otros momentos del año.

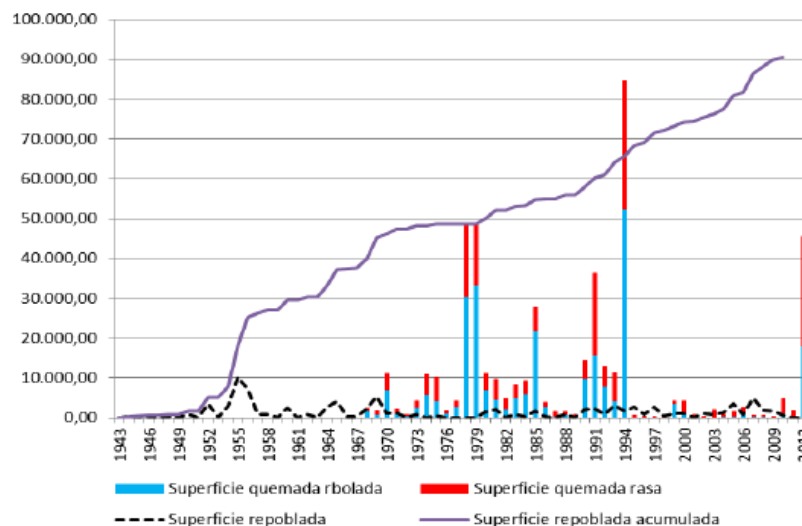


Fig.1. Comparativa entre la superficie anual quemada, repoblada y la acumulada de repoblación. (R. Quilez)

Fuente: EGIF (Estadística general de Incendios Forestales)

Por otro lado, la naturaleza de lo que se quema ha ido cambiando con el tiempo: durante los últimos años se aprecia una tendencia hacia la dominancia de las superficies desarboladas en detrimento de las arboladas. Entre las masas quemadas dominan las coníferas, en particular *Pinus halepensis* y *Pinus pinaster*. La edad media de los árboles quemados apenas alcanza los 25 años (Moreno et al. 1998). Entre las frondosas dominan los *Quercus* y *Eucalyptus*.

2.2. Marco legal

El marco legal bajo el cual se desarrollan las actuaciones contra los incendios y la prevención de los mismos se podría dividir a nivel Estatal y autonómico, como se cita a continuación.

2.2.1. Estatal

- Ley 81/1968, de 5 de diciembre, de Incendios Forestales.
- Decreto 3769/1972 de 23 de diciembre que aprueba el Reglamento de la Ley de Incendios Forestales.
- La Constitución Española, de 27 de diciembre de 1978, artículo 148, apartado 8 y 9 sobre competencia en materia de montes y protección del medio ambiente, a favor de las comunidades autónomas, dentro esta última de la legislación básica del Estado (art. 149.23).
- Ley Orgánica 1/2006, de 10 de abril, de Reforma de la Ley Orgánica 5/1982, de 1 de Julio, de Estatuto de Autonomía de la Comunitat Valenciana, el cual establece que la Generalitat tendrá competencia exclusiva en materia de montes (art. 49.1.10º) y en materia de protección civil y seguridad pública (art. 49.3.14º) dentro del marco de la legislación básica del Estado la de protección del medio ambiente (art. 50.6).
- Real Decreto 2365/84, de 8 de febrero, sobre traspasos de funciones y servicios del Estado en materia de conservación de la naturaleza a la Comunitat Valenciana.
- Ley 2/1985, de 21 de enero, sobre Protección Civil.
- Ley 7/1985, de 2 de abril, reguladora de las Bases de Régimen Local, la cual establece en su artículo 25-2.c) que el municipio tendrá competencias en los términos de la Legislación del Estado y de las comunidades autónomas en las siguientes materias: protección civil, prevención y extinción de incendios. No obstante (art. 26. 2) los municipios podrán solicitar de la comunidad autónoma respectiva la

dispensa de la obligación de prestar los servicios mínimos que le correspondan según lo dispuesto en el número anterior cuando, por sus características peculiares, resulte de difícil o muy difícil cumplimiento el establecimiento y prestación de dichos servicios por el propio ayuntamiento.

- Real Decreto 1.378/1985, de 1 de agosto, sobre medidas provisionales de actuación en caso de emergencia.
- Real Decreto 875/88, de 28 de julio, por el que se regula la compensación de los gastos derivados de la extinción de incendios forestales.
- Ley 4/89, de 27 de marzo, de Conservación de Espacios Naturales.
- Real Decreto 407/1992, de 24 de abril, por el que se aprueba la Norma Básica de Protección Civil. En la misma se menciona el riesgo de incendios forestales como objeto de un Plan Especial que serán elaborados y aprobados por Comunidades Autónomas previa la elaboración por el Estado de una Directriz Básica.
- Orden de 2 de abril de 1993, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros que aprueba la mencionada Directriz Básica de Planificación de Protección Civil de Emergencia por Incendios Forestales.
- Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes. Modificada por la Ley 10/2006, de 28 de abril.

2.2.2. Autonómico

- Decreto 12/91, de 29 de julio, del Presidente de la Generalitat Valenciana, por el que se asignan competencias a la Consejería de Medio Ambiente.
- Orden de 30 de Marzo de 1993 de la Consejería de Medio Ambiente, por la que se regulan las medidas generales para la prevención de incendios forestales. (DOGV 14-4-94).
- Plan Territorial de Emergencia de la Comunitat Valenciana, aprobado por el Decreto 243/93, de 7 de diciembre, del Consell. El mismo se elabora para hacer frente a las emergencias en general y se concibe como Plan Director de otros planes territoriales de ámbito inferior.

- Ley 3/1993, de 9 de diciembre, Forestal de la Comunitat Valenciana, la cual en los artículos 55 a 60 (capítulo III del título VI) trata de los incendios forestales.
- Ley 6/1993, de Presupuestos de la Generalitat, por la que se asignan las competencias en materia de extinción de incendios forestales, a la Conselleria de Administración Pública, hoy en día de Conselleria de Gobernación.
- Orden de 30 de marzo de 1994, de la Conselleria de Medio Ambiente, por la que se regulan las medidas generales para la prevención de incendios forestales
- Decreto 233/1994, de 8 de noviembre, del Gobierno Valenciano, por el que se regulan las acampadas y el uso de instalaciones recreativas en los montes de la Comunitat Valenciana.
- Ley 11/94, de 27 de diciembre, de Espacios Naturales Protegidos de la Comunitat Valenciana.
- Orden de 23 de febrero de 1995, de la Conselleria de Medio Ambiente, que regula el Decreto 233/ 1994 de 8 de Diciembre.
- Decreto 98/1995, de 16 de mayo, del Gobierno Valenciano, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 3/1993 de 9 de Diciembre, Forestal de la Comunitat Valenciana. Artículos 136 a 160 sobre los incendios forestales.
- Ley 9/2002, de 12 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, de Protección Civil y Gestión de Emergencias.
- Orden de 2 de marzo de 2005, de la Conselleria de Territorio y Vivienda, por la que se regulan medidas extraordinarias para la prevención de incendios forestales durante el periodo de Semana Santa y Pascua.

3. Antecedentes

3. Antecedentes

3.1. Incendios forestales. Comparación histórica

La tendencia del número de siniestros en el periodo comprendido entre 1961 y 2010 es creciente. En este análisis hay que tener en cuenta la mejora de la recogida de la información a lo largo de los años que ha permitido en la actualidad el registro de todos y cada uno de los siniestros forestales, aunque en ellos no hayan intervenido medios de extinción, mientras que esto no era así en las décadas de los sesenta y setenta. En el periodo 1991-2000 se dobla el número de siniestros respecto del decenio anterior, alcanzándose una media de 19.097 siniestros al año, disminuyendo ésta hasta 17.127 en el periodo 2001-2010, debido a los años 2007-2010, periodo en el que se aprecia por primera vez una tendencia decreciente.

El análisis de las superficies afectadas sin embargo nos revela una evolución diferente, siendo la tendencia creciente hasta mediados de los años 90, y sufriendo posteriormente un notable descenso, debido, no a la disminución en el número de siniestros, si no, a la implementación y constante crecimiento de los dispositivos de extinción de incendios forestales autonómicos tras el traspaso de competencias de los años 80 y el incremento de su eficacia.

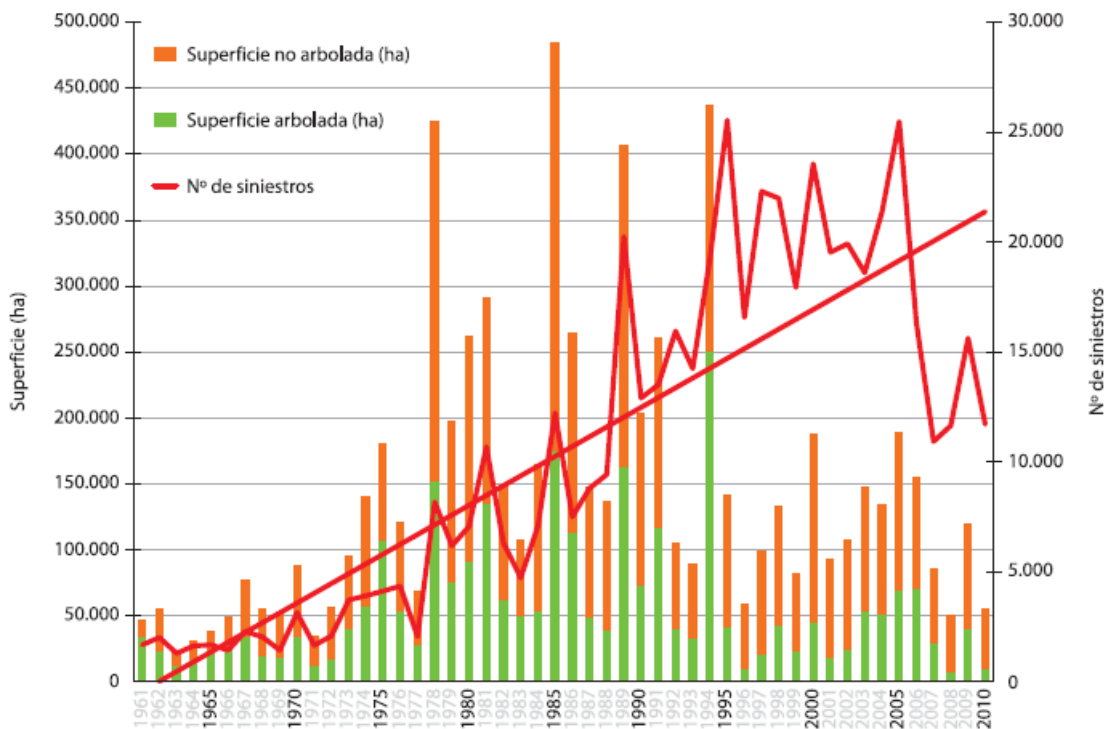


Gráfico 3.1 Evolución del número de siniestros y superficies afectadas, 1961-2010

Año	Nº de siniestros	Superficie afectada (ha)		
		Arbolada	Desarbolada	Totales
1961	1.680	34.056,00	12.195,00	46.251,00
1962	2.022	23.911,00	31.571,00	55.482,00
1963	1.302	13.279,00	9.400,00	22.679,00
1964	1.645	17.671,00	13.727,00	31.398,00
1965	1.686	21.777,00	16.241,00	38.018,00
1966	1.443	24.644,00	24.710,00	49.354,00
1967	2.299	33.930,00	42.645,00	76.575,00
1968	2.038	20.015,00	35.687,00	55.702,00
1969	1.442	18.860,20	34.311,40	53.171,60
1970	3.155	34.136,30	53.302,20	87.438,50
1971	1.665	12.786,90	21.525,50	34.312,40
1972	2.093	17.370,80	38.549,30	55.920,10
1973	3.724	40.496,10	54.576,40	95.072,50
1974	3.920	58.038,70	81.888,80	139.927,50
1975	4.128	107.723,60	72.413,30	180.136,90
1976	4.356	54.420,90	67.093,20	121.514,10
1977	2.064	27.899,40	40.971,50	68.870,90
1978	8.193	152.962,90	271.995,00	424.957,90
1979	6.189	75.493,30	122.161,75	197.655,05
1980	7.075	91.410,90	170.103,90	261.514,80
1981	10.688	135.539,60	155.877,50	291.417,10
1982	6.308	62.558,20	86.518,90	149.077,10
1983	4.736	50.672,00	56.879,00	107.551,00
1984	7.073	53.962,50	110.203,60	164.166,10
1985	12.235	176.265,20	308.210,00	484.475,20
1986	7.514	113.852,00	150.935,40	264.787,40
1987	8.816	49.354,70	97.985,70	147.340,40
1988	9.440	39.262,60	98.010,00	137.272,60
1989	20.250	163.170,90	243.951,20	407.122,10
1990	12.914	73.198,10	130.443,30	203.641,40
1991	13.529	116.895,60	143.407,40	260.303,00
1992	15.956	40.438,00	64.839,60	105.277,60
1993	14.253	33.420,90	55.910,20	89.331,10
1994	19.249	250.421,80	187.180,70	437.602,50
1995	25.557	42.131,23	98.950,94	141.082,17
1996	16.586	10.274,54	48.644,73	58.919,27
1997	22.320	21.326,23	77.176,94	98.503,17
1998	22.003	42.705,24	90.187,10	132.892,34
1999	17.943	23.934,15	57.746,52	81.680,67
2000	23.574	45.900,41	141.666,65	187.567,06
2001	19.547	19.363,35	73.934,19	93.297,54
2002	19.929	25.196,91	82.267,14	107.464,05
2003	18.616	53.673,03	94.499,44	148.172,47
2004	21.396	51.732,17	82.460,47	134.192,64
2005	25.492	69.396,79	119.300,70	188.697,49
2006	16.334	71.064,87	84.279,96	155.344,83
2007	10.936	29.408,86	56.713,17	86.122,03
2008	11.655	8.443,49	41.878,60	50.322,09
2009	15.643	40.402,48	79.691,73	120.094,21
2010	11.722	10.184,91	44.584,97	54.769,88

Tabla 3.1. Número de siniestros y superficies afectadas 1961-2010. (Datos proporcionados por: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.)

Como todo fenómeno dependiente de la meteorología, tanto el número de siniestros como las superficies afectadas presentan años con picos que desestabilizan las tendencias. El mayor número de siniestros se produjo en 1995 con un total de 25.557 y el año de mayor superficie forestal afectada fue 1985 con 484.475,20 hectáreas.

En los Gráficos 3.2 y 3.3 detallan la evolución de las tres variables en los últimos cinco decenios. El número de siniestros muestra por primera vez en este último decenio una tendencia decreciente, debida a los datos desde el año 2006, tras el máximo relativo de 25.492 siniestros en 2005.

En cuanto a superficies arboladas se aprecia una tendencia creciente en la década de los 70, una estabilización en los 80, una tendencia decreciente en los 90 y finalmente de nuevo una tendencia a la estabilización en este último periodo de 2001-2010, con unas cifras inferiores a las de las décadas precedentes.

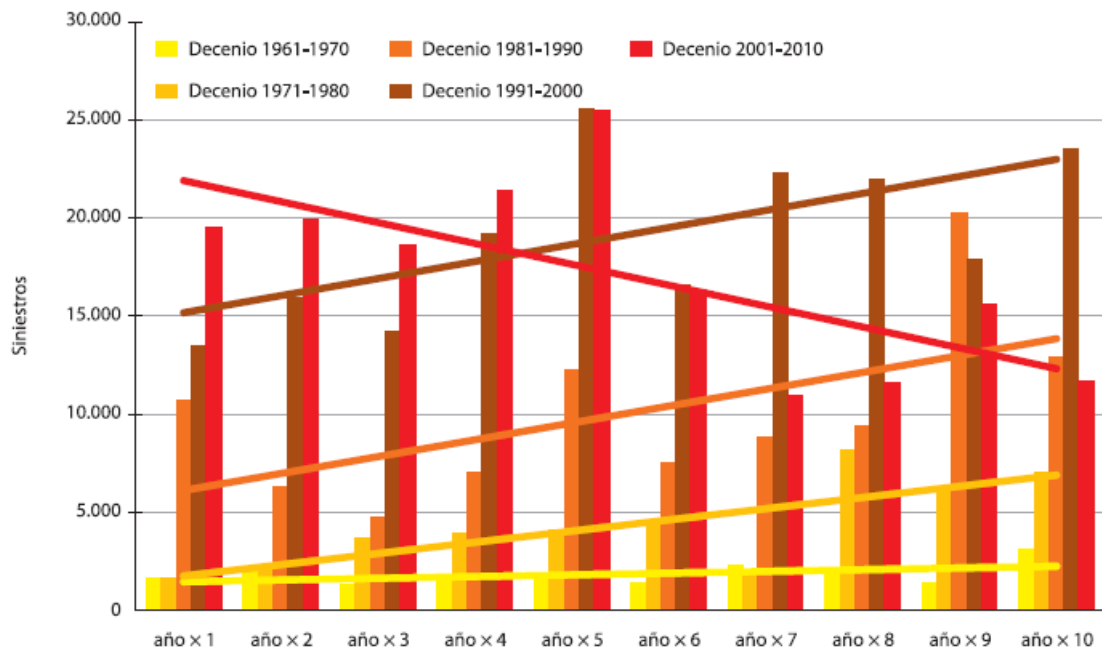


Gráfico 3.2 Evolución del número de siniestros por decenios y su línea de tendencia. (Datos proporcionados por: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.)

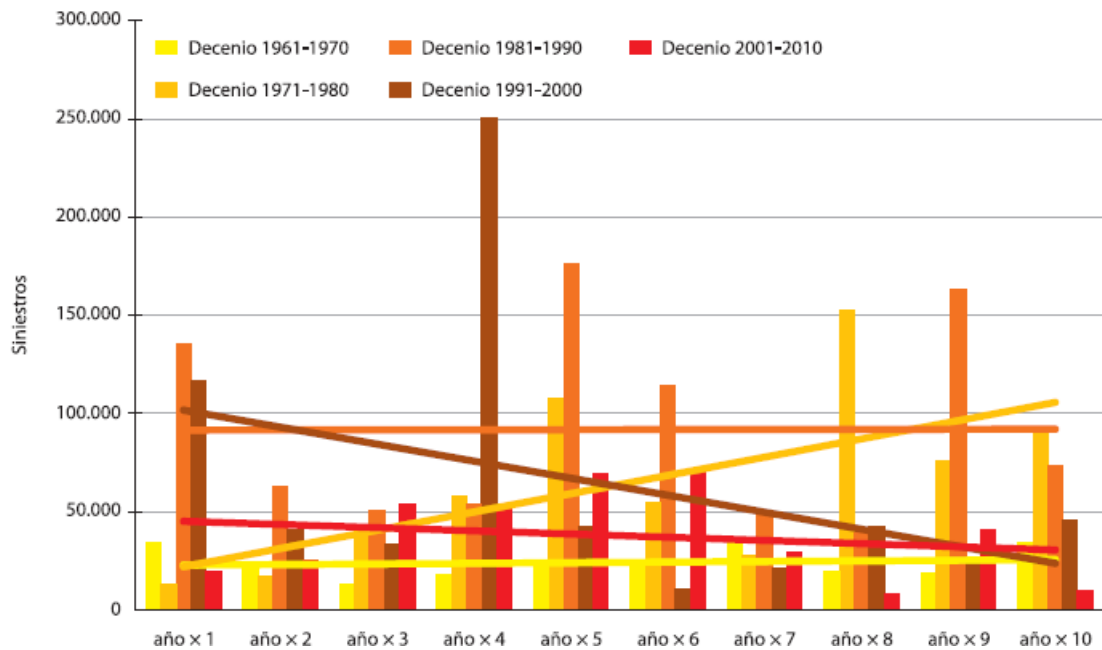


Gráfico 3.3 Evolución de la superficie arbolada afectada por decenios y su línea de tendencia. (Datos proporcionados por: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.)

Y respecto de las superficies forestales totales afectadas se aprecia en el Gráfico 3.4 una tendencia decreciente del último decenio, con una pendiente menor que la del decenio anterior de los años 90, pero con cifras absolutas menores, situándose la media de hectáreas afectadas en el periodo 2001-2010 en 113.848.

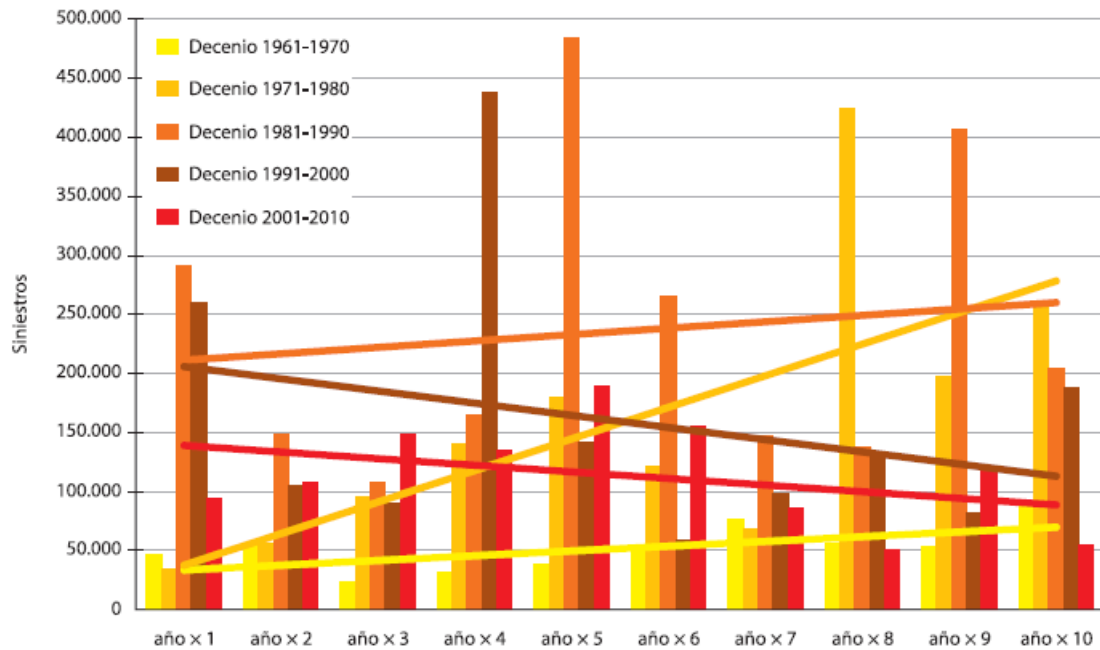


Gráfico 3.4 Evolución de la superficie forestal total afectada por decenios y su línea de tendencia. (Datos proporcionados por: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.)

Si a este estudio realizado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente lo complementamos con un estudio independiente observamos que la tendencia en los años 2011 y 2012 creció drásticamente, para posteriormente volver a estabilizarse en el rumbo decreciente que había habido hasta el momento.

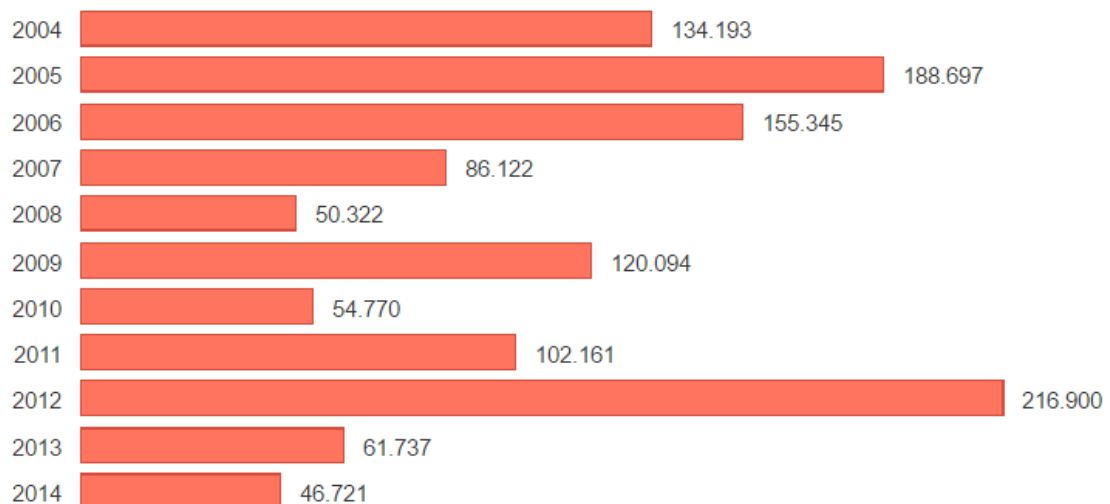


Gráfico 3.5 Superficie forestal estudio independiente. (Fuente: Diario Levante)

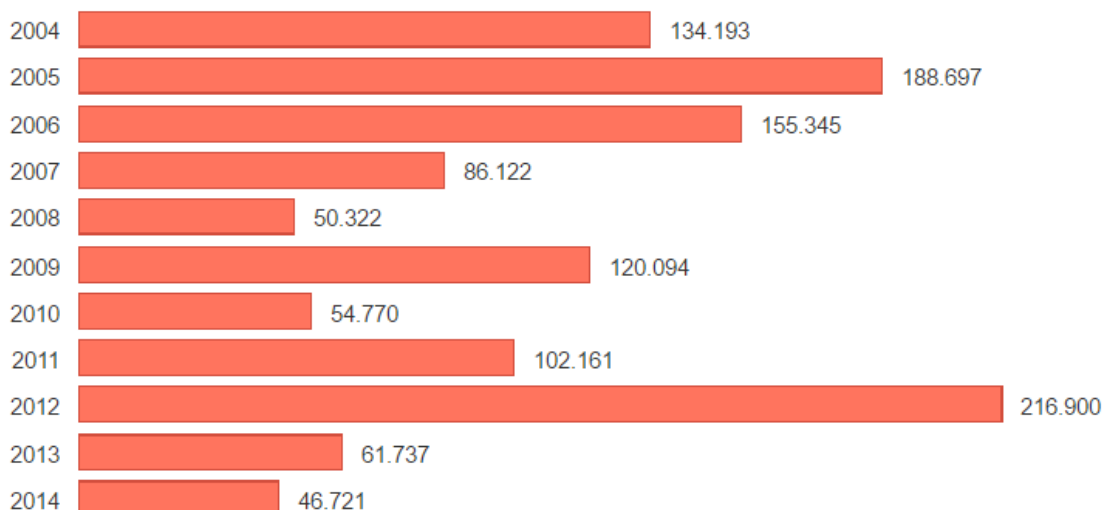


Grafico 3.6 Superficie forestal quemada del estudio independiente (Fuente: Diario Levante)

3.2. Causas incendios forestales

Las causas de los incendios forestales se clasifican en cinco grandes grupos:

- Rayo.
- Negligencias y causas accidentales.
- Intencionadas.
- Desconocidas.
- Reproducciones de incendios anteriores.

Las causas accidentales y negligentes se dividen a su vez en diversos grupos de causas recogidas en el parte de incendio (quemadas agrícolas, quemadas para regeneración de pastos, trabajos forestales, hogueras, fumadores, etc.). Asimismo en las causas intencionadas se detalla la motivación, desglosadas éstas mediante códigos.

En la tabla 3.7 se muestra para el decenio las causas para el total nacional, detallando para cada tipo de causa el número de siniestros y la superficie afectada.

El porcentaje de siniestros con causa conocida para el conjunto del decenio supera el 84,62 % del total.

El 78 % del total de los siniestros tienen origen antrópico, bien sean debidos a negligencias y causas accidentales, bien sean intencionados, afectando éstos al 82,6 % de la superficie total forestal.

Causa	Nº de siniestros			Nº de causantes identificados	Superficies			
	Tipo de causa		Total		Vegetación leñosa		Vegetación herbácea	Total forestal
	Cierta	Supuesta			Arbolada	No Arbolada		
Rayo	6.576	923	7.499	7.499	37.175,67	35.377,12	10.762,15	83.314,94
Quema agrícola	4.972	3.810	8.782	2.658	11.100,24	11.252,31	5.821,67	28.174,22
Quema para reg. pastos	2.066	3.168	5.234	428	2.854,00	20.742,89	7.082,97	30.679,86
Trabajos forestales	1.434	532	1.966	1.158	3.844,68	3.822,31	883,27	8.550,26
Hogueras	1.019	700	1.719	418	14.364,77	6.390,61	2.014,35	22.769,73
Fumadores	979	2.277	3.256	140	6.645,37	7.838,85	2.848,50	17.332,72
Quema de basuras	864	841	1.705	278	2.902,06	5.041,83	1.814,32	9.758,21
Escape de vertedero	732	407	1.139	1.073	1.733,66	3.905,45	1.903,13	7.542,24
Quema de matorral	1.298	1.576	2.874	308	1.507,73	5.198,96	528,52	7.235,21
Ferrocarril	603	368	971	971	3.721,84	3.323,67	2.159,31	9.204,82
Líneas eléctricas	1.616	559	2.175	2.175	9.144,87	9.234,21	4.763,20	23.142,28
Motores y máquinas	2.773	1.022	3.795	2.132	12.833,54	19.749,02	10.973,56	43.556,12
Maniobras militares	72	11	83	68	3.649,79	4.356,69	2.990,49	10.996,97
Otras	2.592	3.534	6.126	1.056	12.307,83	19.352,26	12.729,98	44.390,07
Neglig. y causas accidentales	21.020	18.805	39.825	12.863	86.610,38	120.209,06	56.513,27	263.332,71
Intencionado	17.167	76.322	93.489	1.428	222.724,80	388.198,07	65.544,92	676.467,79
Desconocida	26.267	0	26.267	1	26.060,04	54.112,49	18.001,87	98.174,40
Reproducción	1.584	2.158	3.742	3.703	6.102,12	8.915,34	1.258,40	16.275,86
TOTALES	72.614	98.208	170.822*	25.494	378.673,01	606.812,08	152.080,61	1.137.565,70*

* No incluye los datos de Navarra para el año 2001 (448 siniestros y 911,53 ha de superficie total afectada) por no disponer de ellos desglosados por causa y tipo de vegetación afectada.

Tabla 3.7 Análisis de causas de incendios: total de montes, 2001-2010. (Datos proporcionados por: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.)

Los incendios intencionados son los más numerosos, representan más de la mitad del total y el 60 % de la superficie afectada. Dado que la intencionalidad incluye tanto acción dolosa como culposa del causante, se incluyen en este apartado las quemas agrícolas, de eliminación de matorral y de regeneración de pastos que se dejan arder de forma incontrolada, afectando al monte.

Dentro de las negligencias y accidentes, responsables del 23,31 % de los siniestros y del 23,15 % de la superficie afectada, las quemas agrícolas junto con las quemas para regeneración de pastos son las que mayor porcentaje suponen tanto en número de siniestros (8,21 %) como en superficie afectada (5,17 %), a excepción de la tipología “otras”.

En el Gráfico 6.1 se representan según estos cinco grupos de causas el número de siniestros y las superficies afectadas arbolada y forestal para el conjunto nacional y para el decenio.

Debido a las grandes diferencias de casuística existentes entre las diferentes zonas de la geografía española, los Gráficos 3.7 y 3.8 muestran el número de siniestros y las superficies afectadas por áreas geográficas. Cabe destacar los altos porcentajes, tanto en número de siniestros como en superficies afectadas, de la intencionalidad en el Noroeste. También en Canarias la superficie forestal

afectada corresponde en su mayoría a incendios intencionados, si bien el porcentaje de éstos, en relación al número total de siniestros se sitúa en torno a un tercio del total, igual que para las Comunidades Interiores y el Mediterráneo. En éstas últimas tienen un peso importante en número los siniestros debidos a negligencias y causas accidentales, que suponen en las Comunidades Interiores el 43 % y en el Mediterráneo el 46 % respecto al total. La mayoría de los incendios producidos por rayo se concentran en las Comunidades Interiores y en el área del Mediterráneo.

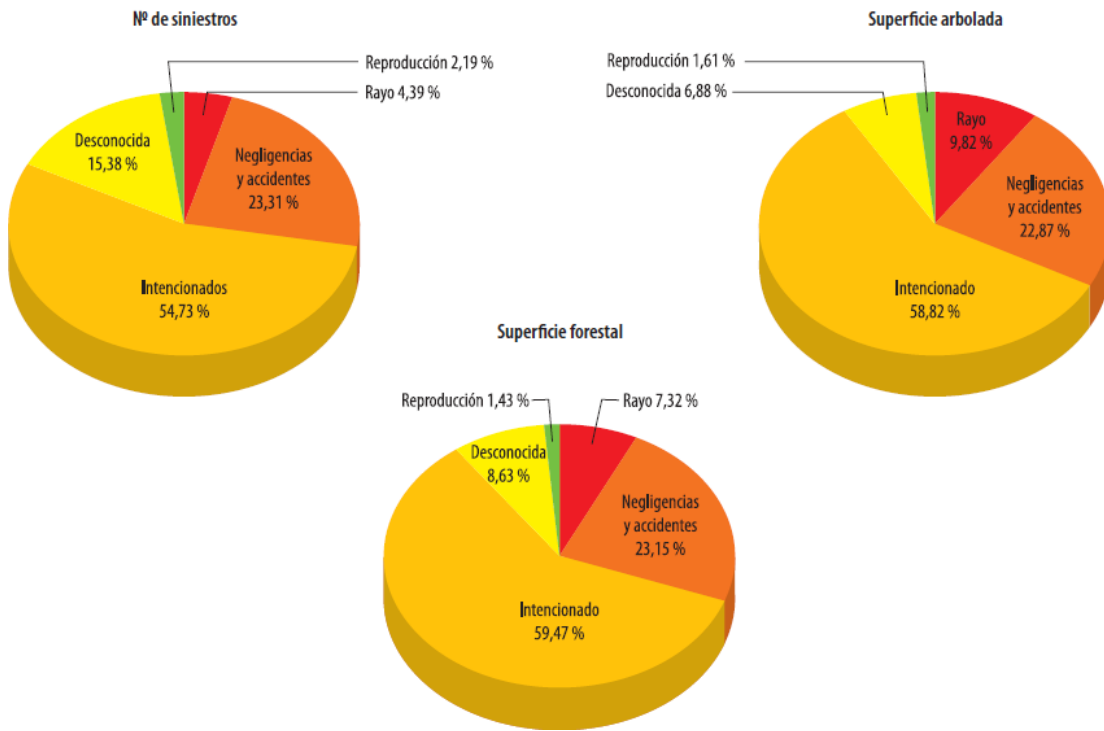


Gráfico 3.7. Número de siniestros y superficies afectadas por grupos de causas, 2001-2010.

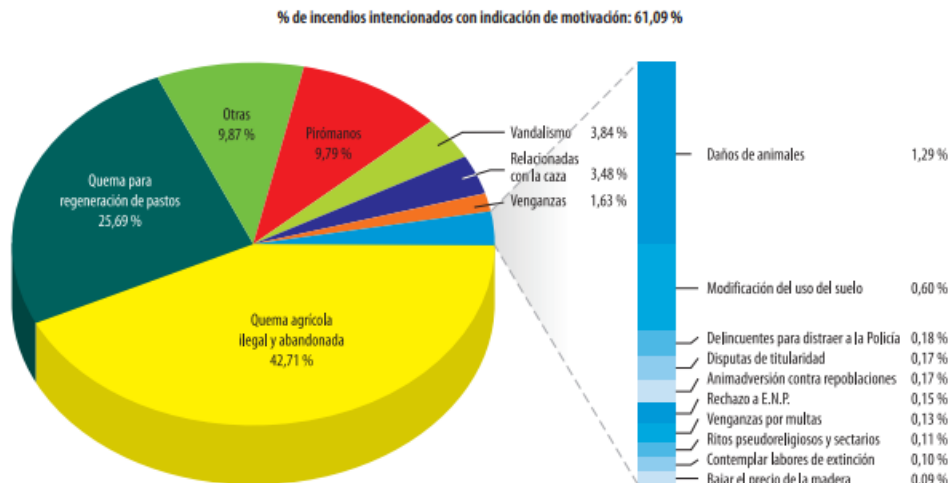


Gráfico 3.8 Motivaciones de incendios intencionados, 2001-2010.

3.3. Factores que controlan los incendios forestales

El clima determina la vegetación dominante en una región (Rivas Martínez 1987) y, por tanto, la cantidad y tipos de combustible disponible para propagar el fuego. Consecuentemente, las relaciones clima-vegetación suelen ser buenas (Moreno et al. 1990, Fernández Palacios 1992, Gavilán y Fernández-González 1997, Ojeda et al. 1998). En general, en España, la vegetación madura compuesta por caducifolios domina en las zonas más lluviosas, mientras que la de perennifolios lo hace en las zonas secas. La intensa utilización de nuestro país hace que la vegetación natural madura no abunde, siendo más frecuente la vegetación natural procedente de la sucesión secundaria o de la reforestación. En muchos casos, la inflamabilidad de esta vegetación secundaria es mayor que la de la vegetación natural madura. Esto es particularmente así en el caso de que la vegetación pioneras esté dominada por especies acumuladoras de combustible fino y necromasa. Por ello, la relación entre inflamabilidad de la vegetación y clima no es simple. Durante la última parte del siglo XX, la vegetación dominante ha ido incrementado su potencial combustible como consecuencia de la menor explotación y pastoreo, el abandono de cultivos marginales y la falta de aprovechamiento de leñas (Vélez 2000a). Además, la vegetación que crece tras la quema de algunas plantaciones de coníferas o de frondosas tipo eucalipto es, con frecuencia, altamente inflamable.

3.3.1. Meteorología

Las variables meteorológicas que mayor papel juegan sobre el desarrollo de un incendio son la temperatura, la velocidad del viento, la humedad relativa y la estabilidad de la atmósfera (Mérida 2000). En los ambientes estables y secos del verano la energía que se recibe del sol aumenta la temperatura lo que hace que disminuya la humedad relativa del aire. Ambas variables (temperatura y humedad relativa del aire) controlan el estado de hidratación de los combustibles muertos. El viento es otro elemento crítico: la velocidad de propagación del frente de llamas es directamente proporcional a la velocidad del viento. Las situaciones de mayor peligro son aquellas que vienen acompañadas de vientos fuertes y secos. Son particularmente críticos los vientos de tipo föhn, esto es, aquellos que se dan a sotavento de las montañas como consecuencia de la compresión adiabática del aire al descender por sus laderas (Millán et al. 1998), siendo los causantes de algunos de los grandes incendios de España (Gómez- Tejedor et al. 2000).

El incendio calienta el aire y hace que se eleve, produciendo una depresión a la que fluye aire fresco, aportando el oxígeno que mantiene la combustión. Cuando hay viento, este efecto se ve aumentado a sotavento por el flujo producido por éste. La estabilidad de los niveles bajos de la atmósfera es determinante para que el viento local originado por el incendio sea más o menos intenso. Las situaciones de inestabilidad atmosférica favorecen el movimiento vertical del aire caliente, facilitando el movimiento lateral del aire hacia el frente de llamas. Por el contrario,

bajo condiciones de estabilidad los incendios son relativamente menos peligrosos. Así, con dos parámetros de la estabilidad atmosférica Díez et al. (2000) calcularon con alto nivel de precisión la ocurrencia diaria de incendios en Galicia. Las situaciones sinópticas que determinan los estados de la atmósfera son, por tanto, determinantes de la ocurrencia de incendios forestales (Díez et al. 1994). Éstas determinan el flujo atmosférico y, a través de él, el viento, la precipitación o las descargas de rayos, entre otros (Gómez-Tejedor et al. 2000, González-Hidalgo et al. 2001, Goodess y Jones 2002, García-Herrera et al. 2003, Muñoz-Díaz y Rodrigo 2003, Tomás et al. 2004). Consecuentemente, buena parte de los incendios ocurren bajo condiciones sinópticas determinadas (Bardají et al. 1998). Esto es similar en el resto del mundo (Da Camara et al. 1998, Johnson y Wowchuk 1993).

3.3.2. Combustibles

Humedad del combustible ligero vivo: El contenido en humedad de los combustibles finos vivos varía a lo largo del año, siendo máximo en primavera y mínimo a finales de verano. El contenido en humedad está relacionado con la fenología y disponibilidad de agua en el suelo, por lo que se relaciona bien con índices de sequía (Viegas et al. 2001, Castro et al. 2003). La relación es tal que los efectos más importantes ocurren en las fases primeras de falta de agua en el suelo. Esta relación varía según las especies. Así, el contenido de humedad de las especies pioneras suelen variar más, y está más estrechamente vinculado a la ocurrencia de lluvia que el de otras especies más tardías en la sucesión, y con acceso a agua a mayor profundidad (Moreno y Cruz 2000, Peñuelas et al. 2001, Viegas et al. 2001, Filella y Peñuelas 2003). Por tanto, el estado de los combustibles vivos depende de cuando llueve y de cuánto llueve. Igualmente, el contenido en humedad puede variar con la edad de la planta (Baeza et al. 2002).

Composición química: Además del agua, la composición química de los vegetales determina su contenido energético e inflamabilidad. Las sustancias extractivas en éter (aceites esenciales, resinas, etc.) favorecen la inflamabilidad (Trabaud 1976). Las especies forestales sufren variaciones estacionales acusadas en su contenido químico (Elvira y Hernando 1989, Núñez-Regueira et al. 1999), haciendo que su inflamabilidad cambie también a lo largo del año (Núñez-Regueira et al. 2000).

Humedad del combustible ligero muerto: La humedad de los combustibles vivos se mantiene debido al transporte de agua desde el suelo, de ahí que las hojas vivas y ramas tengan contenidos de humedad relativamente altos incluso en épocas secas. Sin embargo, el contenido de los combustibles muertos fluctúa ampliamente en respuesta a las variaciones en la humedad relativa del aire, junto con la lluvia, o la radiación solar, entre los tres factores más importantes. La propagación del fuego es muy sensible al combustible ligero muerto ($\square < 6$ mm), pues es el que más rápidamente se inflama al estar expuesto a un foco calorífico.

Además, este combustible también es el que se ajusta más rápidamente a las condiciones meteorológicas. La humedad de los combustibles muertos en pie varía a lo largo del año, siendo más baja en verano. En atmósferas estables, la humedad relativa disminuye al aumentar la temperatura, de ahí que el contenido en humedad de estos combustibles sea máximo a primeras horas del día y mínimo al comenzar la tarde. Igualmente, el contenido en humedad de la hojarasca depende de las condiciones meteorológicas, de su exposición al sol así como del contenido en humedad del suelo. Cuanto más desecante sea la atmósfera y menor la humedad del suelo, más seca estará la hojarasca, lo que aumentará su inflamabilidad y combustibilidad, así como la de los combustibles muertos en pie (Valette 1988, Viegas 1998).

3.3.3. Topografía

La propagación del fuego aumenta con el ángulo que ofrece la superficie al frente de llamas. Por ello, la propagación a favor de pendiente es rápida y peligrosa. Los incendios no ocurren al azar, sino que son más frecuentes en ciertas posiciones topográficas (Vázquez y Moreno 2001, Lloret et al. 2002). Aunque la topografía no cambia, sí cambia la vegetación, sobre todo tras el fuego. Esto hace que la peligrosidad de un sitio dado varíe con el tiempo en la medida que cambie la vegetación y según las condiciones topográficas del lugar donde ésta se asiente.

3.4. Equipos de lucha contra incendios

3.4.1. Equipos de Prevención Integral de Incendios Forestales (EPRIF)

Desde su creación, en 1998, los Equipos de Prevención Integral de Incendios Forestales (EPRIF) han crecido en número y en zonas de actuación. En la actualidad un total de 18 EPRIF trabajan, realizando actuaciones de prevención en diez Comunidades Autónomas, prestando apoyo técnico a sus administraciones y en coordinación con sus servicios forestales y de desarrollo rural, según los casos: Galicia (4), Asturias (3), Cantabria (1), Navarra (2), La Rioja (1), Castilla y León (3), Extremadura (1), Aragón (1), Comunidad Valenciana (1) y Canarias (1).

Se trata de equipos formados por un total de 56 profesionales de la extinción de incendios forestales y del manejo del fuego que, fuera de la campaña estival de extinción, entre el mes de noviembre y el mes de abril, trabajan en prevención de incendios. Su función es fomentar entre la población rural buenas prácticas que contribuyan a disminuir el riesgo de incendio forestal.

Realizan acciones directas de prevención de incendios forestales con población adulta, actuando sobre los problemas y las causas que suelen originar incendios, en comarcas con alto riesgo. En particular, su objetivo es reducir la incidencia de incendios debidos fundamentalmente a la quema de pastos, matorrales o restos agrícolas realizada de forma ilegal y sin control. Éstos, según la base de datos EGIF, representan en España más del 75 % de los incendios intencionados, si bien atienden otro tipo de causas de incendios como los conflictos de intereses de uso del territorio o las negligencias.



Imagen 1 Trabajadores de la EPRIF haciendo su labor

3.4.2. Unidad Militar de Emergencias (UME)

La Unidad Militar de Emergencias (UME) es un cuerpo integrante de las Fuerzas Armadas Españolas creado por acuerdo del Consejo de Ministros el 7 de octubre de 2005, presidido por José Luis Rodríguez Zapatero. Posteriormente, mediante el Real Decreto 416/2006, de 11 de abril, se establece su organización y despliegue y se implanta como una fuerza militar conjunta de carácter permanente dentro de las Fuerzas Armadas, con la finalidad de intervenir de forma rápida en cualquier lugar del territorio nacional español en casos de catástrofe, grave riesgo u otras necesidades públicas.

Al año siguiente, la Orden DEF/1766/2007, de 13 de junio, desarrolla el encuadramiento, organización y funcionamiento de la UME. También establece que la UME depende orgánicamente del ministro de Defensa, operativamente del Jefe de Estado Mayor de la Defensa y funcionalmente de los órganos superiores y directivos que su normativa específica determina.

Posteriormente, el Real Decreto 1097/2011, de 22 de julio, aprueba el Protocolo de Intervención de la Unidad Militar de Emergencias y establece que la intervención de la UME podrá ser ordenada cuando alguna de las siguientes situaciones de

emergencia se produzca con carácter grave, independientemente de que se trate de una emergencia de interés nacional o no:

- Las que tengan su origen en riesgos naturales, entre ellas inundaciones, avenidas, terremotos, deslizamientos de terreno, grandes nevadas y otros fenómenos meteorológicos adversos de gran magnitud.
- Los incendios forestales.
- Las derivadas de riesgos tecnológicos, y entre ellos el riesgo químico, el nuclear, el radiológico y el biológico.
- Las que sean consecuencia de atentados terroristas o actos ilícitos y violentos, incluyendo aquellos contra infraestructuras críticas, instalaciones peligrosas o con agentes nucleares, biológicos, radiológicos o químicos.
- La contaminación del medio ambiente.
- Cualquier otra que decida el presidente del Gobierno en nombre del Rey.

Los militares que forman la UME disponen de una preparación específica que radica principalmente en una formación sanitaria de emergencia; también son instruidos para la actuación frente a incendios forestales, inundaciones, grandes nevadas, derrumbes, riesgos tecnológicos, etc.



Imagen 2: Bomberos de la UME sofocando un incendio

3.4.3. Brigadas de labores preventivas

El servicio de Brigadas de Labores Preventivas está formado por personal BRIF que trabaja fuera de las campañas de extinción. Su trabajo consiste en la reducción y control de combustibles forestales, haciendo más resistentes los montes al inicio y propagación del fuego y facilitando la extinción en caso de producirse un incendio. El control del combustible se consigue por la ruptura de la continuidad espacial de vegetación, mediante desbroces, podas, aclareos, etc., en especial en zonas de difícil mecanización.

El servicio se desarrolla mediante acuerdos entre las comunidades autónomas implicadas y el MAGRAMA, quien cubre los costes de personal y medios auxiliares necesarios. Las BLP se ponen a disposición de administraciones públicas y propietarios forestales.

El personal de las brigadas domina todo tipo de herramientas forestales y técnicas de manejo de la vegetación. Está coordinado por un técnico con formación forestal universitaria y se organizan en cuadrillas dirigidas por un capataz, encargado de supervisar la ejecución de los trabajos.

El objetivo perseguido con este servicio es doble. Por un lado se favorece ejecución de trabajos selvícolas preventivos frente al riesgo de incendios, en colaboración con las administraciones autonómicas competentes. Al mismo tiempo se facilita la continuidad de los especialistas durante todo el año, lo que les permite adquirir destrezas y conocimientos que incrementan su propia seguridad y eficiencia en las acciones de combate contra incendios forestales.

Durante el servicio también se realizan actividades específicas de formación (seguridad, labores de extinción, maniobras de autoprotección, etc.) que junto con la preparación física continuada contribuyen a la profesionalización de los trabajadores.

3.5. Efectos de los incendios forestales

3.5.1. Impactos sobre la vegetación

La vegetación de los climas secos, incluyendo las regiones mediterráneas, han desarrollado numerosos mecanismos de adaptación al fuego, dichos ecosistemas suelen ser capaces de regenerarse tras sufrir un incendio, sobretodo en cuanto a las especies rebrotadoras que se regeneran con mayor rapidez que las germinadoras que muchas veces necesitan de su madurez sexual para su regeneración.

Está comprobado que los ecosistemas vegetales más próximos a la madurez ecológica arden con más dificultad que otras formaciones vegetales y después del incendio la regeneración de la cubierta original, con igual composición y estructura, es más rápida.

El éxito en la recuperación de las diferentes especies vegetales afectadas por el incendio depende, por un lado, de la adaptación de éstas al fuego - este hecho favorece el desarrollo de estas especies llamadas pirófitas- y de las condiciones ambientales posteriores al incendio: fertilidad, iluminación, oscilaciones térmicas.

En los momentos iniciales después del incendio empiezan a recuperarse las especies dotadas de mecanismos de resistencia al fuego, así como las plantas

herbáceas -muy frugales- que se ven favorecidas por el momentáneo aumento de la fertilidad y por la ausencia de competidores. Posteriormente se inicia la regeneración de las especies antes existentes que van desplazando a las especies oportunistas, dominantes en el momento inicial. Sin embargo, la recurrencia de los incendios en un mismo lugar favorece que las especies mejor adaptadas al fuego se conviertan en dominantes y que la vegetación instalada sea cada vez más pirófitas.

3.5.2. Impacto sobre la fauna

Lógicamente, la fauna que sufre más directamente los efectos negativos de un incendio en los momentos iniciales es aquella que presenta menor movilidad, de manera que se ve afectada por el fuego, por la onda de calor o por procesos de asfixia. Por ejemplo, la fauna de invertebrados que ocupa el mantillo superficial del suelo disminuye drásticamente tras el incendio.

La destrucción de los ecosistemas y las cadenas tróficas dificulta la regeneración de la fauna preexistente antes del incendio, fundamentalmente por la ausencia de estrato vegetal que aporte alimento y por las condiciones extremas que presenta el suelo.

Otras especies, como aves y otros vertebrados de mayor movilidad, pueden huir hacia zonas limítrofes con las áreas incendiadas e irán recolonizando la zona a medida que se va regenerando la cubierta vegetal. Pero las poblaciones faunísticas se ven afectadas por la pérdida de hábitat, de recursos tróficos, de lugares de nidificación o refugio y, en general, la drástica pérdida de calidad de los ecosistemas.

Por otro lado, la repetición de incendios en una determinada zona boscosa, provoca el abandono definitivo de las especies más exclusivas, por ejemplo del bosque interior, que son sustituidas por otras más generalistas, mejor adaptadas a los espacios despejados (sin cubierta arbórea).

3.5.3. Erosión del Suelo

Los ecosistemas quemados (total o parcialmente) no regeneran una cobertura vegetal hasta después de varios meses o incluso años. El suelo desnudo expuesto a la erosión eólica y pluvial, sufre la degradación de su capa superficial. A escala del paisaje, la cobertura de los suelos se modifica, lo que provoca cambios en la interceptación, la evapotranspiración y la infiltración de las lluvias. La estructura del paisaje tiende a homogeneizarse; el flujo de agua, de sedimentos y de nutrientes se ve alterado, con frecuentes aumentos de la escorrentía, de la redistribución del suelo en las laderas y de la producción de sedimentos. Después del incendio, durante uno o dos años, las cuencas tienen un riesgo de inundaciones y de aterramientos muy superior al de las cuencas no quemadas, y estos riesgos se

extienden fuera de las zonas afectadas, en forma de posibles daños a infraestructuras y población (por ejemplo por deslizamiento de tierra).

No sólo existe erosión física, también aparece erosión química debido a la pérdida de nutrientes y a la disminución con el tiempo de la fertilidad pues el suelo es un bien difícilmente recuperable, de modo que la degradación de sus características iniciales-físicas, químicas y biológicas-, y sobre todo la pérdida de sus partículas más finas y de los nutrientes por la erosión hacen que tenga un proceso de regeneración extremadamente lento.

Se podría añadir que la a pérdida de suelo por erosión es el daño ecológico más grave ocasionado por los incendios. El suelo, además de ser el soporte y la fuente de nutrientes de la vegetación y la fauna, es un bien escaso, sobre todo en los terrenos forestales, donde los suelos por lo general tienen muy reducida su fertilidad.

3.6. Teoría del triángulo de fuego y del tetraedro

Un fuego es una reacción química de combustión, una oxidación rápida de una sustancia generando calor, luz (llamas), humo y gases. Todo fuego necesita tres elementos indispensables para iniciarse.

- Combustible: Es la materia que se quema (se oxida). Los fuegos se pueden clasificar según el combustible que está ardiendo (sólidos, como la madera o el papel, líquidos como la gasolina o el queroseno y metales como el magnesio o el litio)
- Comburente: Es lo que reacciona (oxida) con el combustible generando la combustión. Normalmente será el oxígeno presente en el aire, pero también puede ser un sólido como los que se usan en pirotecnia para quemar la pólvora de un cohete (nitrato amónico, por ejemplo) o un líquido como el agua oxigenada. Cada combustible necesita de una cantidad determinada de oxígeno para que se produzca la combustión teniendo así un rango de inflamabilidad que es el conjunto de mezclas aire-combustible que pueden arder.
- Energía de activación: Es el calor necesario para iniciar la reacción. Según el combustible, esta será más o menos grande. Un sólido como la madera necesita de cientos de grados y un gas como el butano solamente necesita la energía de una chispa.



Triangulo de fuego

Una vez que se ha iniciado el fuego, este puede continuar o puede apagarse, sobre todo en fuegos de sólidos como la madera. Que el fuego continúe depende de que se produzca lo que se conoce como reacción en cadena que sería el cuarto eslabón del fuego. Tenemos así el "tetraedro del fuego".

Para entender en qué consiste debemos saber que lo que arde en un fuego siempre son gases. Cuando la cantidad de gases producidos es suficiente el fuego se autoalimenta ya que genera más calor que produce más gases y así sucesivamente, y no se apaga hasta que se elimine alguno de los cuatro elementos. Es un concepto químico complejo que depende principalmente de las características del combustible: composición, estado físico, humedad, tamaño... Está relacionado con la facilidad para producir esos gases combustibles. La madera arde mejor si la tenemos seca y en pequeños trozos.



Teoría del Tetraedro

4. Datos de interés

4. Datos de Interés

4.1. Ubicación

La Valldigna está situada en la comarca de la Safor, al sureste de Valencia capital. Situada en un valle montañoso, se encuentran las cuatro poblaciones que forman dicha mancomunidad: Tavernes de la Valldigna, Benifairó de la Valldigna, Simat de la Valldigna y Barx.

Con una población aproximada de unos 25000 habitantes dicha región cuenta con un pasado cultural extenso debido a su localización y su hermosura.

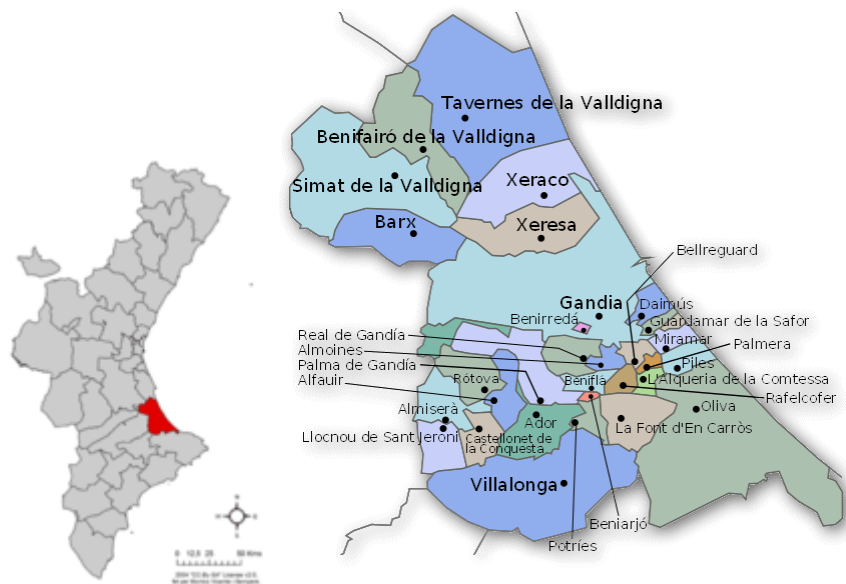


Imagen 3 . Comarca la Safor (izquierda)

Imagen 4. Poblaciones de la comarca (derecha)

4.2. Descripción física

4.2.1 Ortografía

Este valle del mediterráneo cuenta con un pico máximo de 841 metros sobre el nivel del mar, cota que pertenece al sur de nuestra zona de trabajo, en concreto al Macizo del Mondúber. Valle en forma de herradura cerrado por sistemas montañosos, últimas estribaciones de los sistemas Ibérico y Bético, y abierto al este hacia la llanura del litoral de Mediterráneo.

4.2.2. Climatología

El clima del valle se caracteriza por ser un clima mediterráneo, pero su situación geográfica con respecto a los montes y la cercanía del mar hace que existan una serie de características especiales debido a que el sistema montañoso suele atrapar las corrientes de aire de baja presión no dejando que las mismas se escapen del valle.

La temperatura media anual es de 16,5°C siendo máxima en verano con unos 26,8°C y mínima en invierno de unos 10°C (hablando de temperaturas medias, siempre, no de picos puntuales). Debido a la condición que tiene el valle el mismo siempre tiene una temperatura bastante constante a lo largo de las tres poblaciones menos elevadas ya que si nos centramos en Barx, esta sufrirá de picos de temperatura más elevados en verano y más bajos en invierno.

La precipitación media anual es de unos 800mm, dicha precipitación se suele concentrar entrando la primavera (sobre el mes de marzo) y a finales de verano-principios de otoño (septiembre-octubre). Muchas veces son lluvias de carácter moderado-fuerte, cosa que hace que la población mas baja reciba gran cantidad de agua por lo que en su momento se tuvieron que instalar infraestructuras para la canalización de las mismas y el rio principal se mantiene limpio de maleza.

4.2.3 Geología

La geología de esta zona, casi en su totalidad, tienen origen sedimentario. Predominan las rocas carbonatadas, de composición y génesis diverso. Calcáreas, dolomías y margas. En segundo lugar abundan las rocas detríticas, no compactadas (argilas, limos, arenas y gravas) o compactadas (margas , conglomerados). También se pueden encontrar turbas.

4.2.4. Fauna

Las diversidades de fauna del paraje ofrecen un muestrario típico de especies animales propias de los montes de la Comunidad Valenciana.

Como aves podemos encontrar que las especies que más abundan en la zona serán: El Aguilucho Agunero (*Circus aeruginosus*), Cigüeña Blanca (*Ciconia ciconia*), Garza Imperial (*Ardea purpurea*), Cigüeñuela (*Himantopus himantopus*), Ánade Real o Azulon (*Anas platyrhynchos*), Polla de Agua (*Gallinula chloropus*).

Como reptiles se pueden encontrar: Galápago (*Emys orbicularis*), Víbora de agua (*Natrix maura*), Lagartija común (*Podarcis hispanica*), Serpiente verde (*Malpolon monspessulanus*).

Y si nos centramos en los mamíferos más comunes podríamos encontrar: Comadreja (*Mustela nivalis*), Zorro (*Vulpes vulpes*), Rata de agua (*Arvicola*

sapidus), Rata común (*Rattus norvegicus*), Murciélago de cueva (*Miniopterus schreibersii*).



Imágenes 5,6,7: Aguilucho Lagunero (arriba a la izquierda), Zorro (derecha), Garza imperial (abajo izquierda).

4.2.5. Flora

En la comarca hay buena variedad de ecosistemas. Los más habituales son la maquia y el bosque mediterráneo degradado.

A continuación, se citan algunas de las especies arbóreas y arbustivas más conocidas con el nombre vulgar y el científico respectivamente: Pino blanco, *pinus halepensis*; Carrasca, *Quercus ilex*; Coscoja, *Quercus coccifera*; Arce o arce blanco, *Acero opalus*; Enbro, *Juniperus oxycedrus*; Lentisco, *Pistacia lentiscus*; Palmito, *Chamaerops humilis*; Madroño, *Arbutus unedo*; Aladierno, *Rhamnus alaternus*; Aulaga, *Ulexparviflorus*; Esparto, *Stipa tenacissima*; Mirto, *Myrtus communis*.



Imagen 8:

Pino Blanco

4.3. Áreas de interés

Monasterio Santa María de la Valldigna (Simat): Según la tradición, el rey Jaime II de Aragón, después de hacer la guerra contra los musulmanes por tierras de Alicante y Murcia, al pasar por el valle, entonces llamado Alfandech e impresionado por su fertilidad y belleza, dijo, dirigiéndose a su capellán el fraile Bononat de Vila-Seca, y abad del monasterio cisterciense de Santes Creus: «Vall digna per a un monestir de la vostra religió». Y el abad contestó: «Vall digna!». El rey concedió las tierras al abad de Santes Creus para una nueva fundación cisterciense en el valle que tomaría el nombre de Valldigna. (1298 año de construcción).

La Torre de la Vall o Torre Atalaya de la Playa (Tavernes playa): es una fortaleza situada en el término municipal de Tavernes de Valldigna (Valencia) que formó parte de la red defensiva diseñada en el siglo XVI por Vespasiano Gonzaga para proteger la costa Valenciana de los ataques de los piratas berberiscos.

“La nevera de Barx” (Barx): construida a mediados del s. XVIII para almacenar la nieve recogida en invierno y utilizarla en verano.

Herminta de Santa Ana (Simat): Esta ermita fue construida sobre la antigua mezquita del poblado árabe de La Xara, y es el único edificio que queda en pie de ese viejo caseío, que ha desaparecido por completo. A finales del siglo XVI fue bendecida para el culto cristiano y puesta bajo la advocación de Santa Ana. Aún pueden descubrirse en ella numerosos vestigios de la primitiva mezquita, a pesar de las sucesivas modificaciones. Hoy se halla perfectamente restaurada -aunque sin

culto-, siendo un monumento artístico e histórico de alto valor para los valencianos, y de obligada visita y conocimiento.

Castillo de la Reina Mora o Marinyén (Benifairó): Se trata de una fortaleza de origen árabe construida a finales del Siglo XI, con posteriores reformas cristianas realizadas por los monjes cirtencienses.

Zonas recreativas: Estas zonas no es más que un generalísimo de aquellas zonas de esparcimiento donde pueden ir las familias, con una peculiaridad, suele haber un sitio destinado para hacer fuego y cocinar, por tanto, se han incluido como variables de riesgo.



Imagen 9: Castillo de Marinyén
María



Imagen 10: Monasterio Santa
María

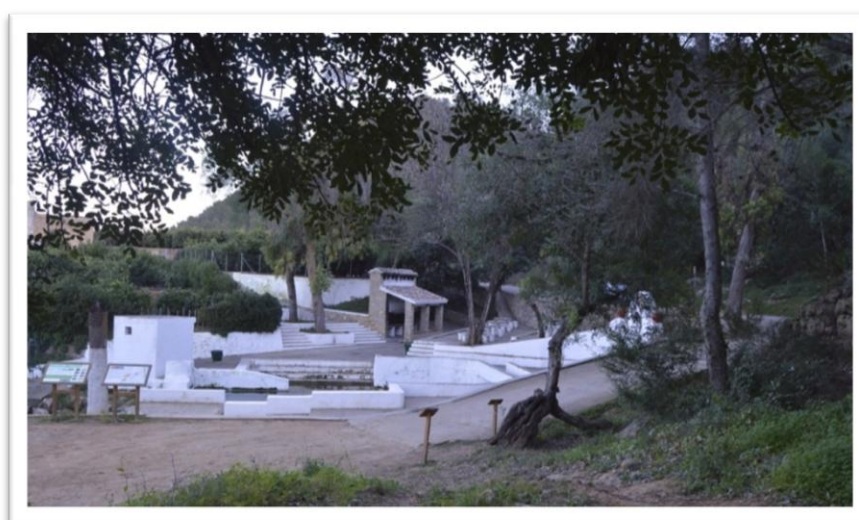


Imagen 11: Clot de la Font (Ejemplo Área Recreativa)

4.4. Hojas

A continuación, expondremos el marco de las hojas utilizado junto a su peculiar geometría, dichos marcos vienen a una escala 1:25000 en el sistema de referencia UTM ETRS 89 Huso 30.

Hoja izquierda:

Esquina superior izquierda:

X: 714.438 m

Y: 4.328.947 m

Esquina inferior derecha:

X: 729.124 m

Y: 4.320.107 m

Las tres hojas de la derecha:

Esquina superior izquierda de la primera hoja:

X: 728.585 m

Y: 4338606 m

Esquina inferior derecha de la última hoja:

X: 743.886 m

Y: 4.311.293 m

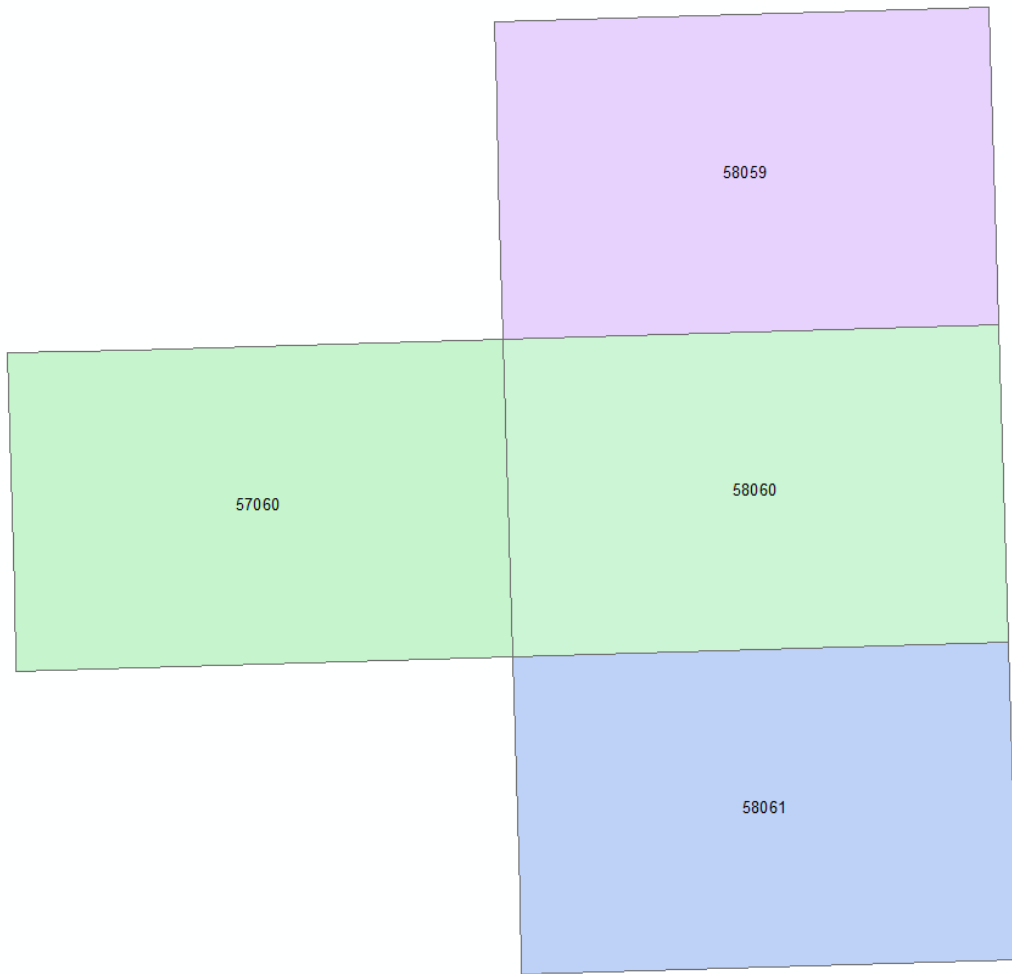


Imagen 12: Disposición de las hojas

5. Objetivos del Trabajo

5. Objetivos del Trabajo

El presente Trabajo Final de Grado tiene como objetivo la elaboración de un mapa de Riesgo de Ignición y otro de Riesgo de Propagación con la finalidad de determinar, de una manera objetiva, el riesgo de incendio forestal que existe en la mancomunidad de La Valldigna. Para ello se toma como referencia el incendio que tuvo lugar en dicha mancomunidad, en concreto en la población de Barx, en marzo de 2013, afectando a un área de unas 400 hectáreas.

Dicha mancomunidad está formada por las poblaciones de Tavernes de la Valldigna, Benifairó de la Valldigna, Simat de la Valldigna y Barx; poblaciones donde, y citadas por orden, actualmente resido, termino municipal de mi casa de campo, lugar de nacimiento de mi madre, y por último Barx donde tenemos cultivos. Por tanto me veo personalmente ligada a dicha comunidad que tiene una extensión aproximada de unos 85Km^2 .

En los mapas se va a cuantificar y localizar los peligros de incendios forestales mediante herramientas de información y manipulación de datos geográficos, o técnicamente dicho, Sistemas de Información Geográfica (SIG), en concreto trabajaremos en el ambiente de ArcMap. Una vez definida la herramienta de manipulación de la información hace falta definir los modelos en los que se basará dicho análisis, en este caso se basarán en los modelos de Salas y Chuvieco para analizar del modo más exhaustivo posible, las zonas con un mayor riesgo de incendio y plantear soluciones para prevenir futuros incendios.

6. Datos de Partida

6. Datos de partida

Los datos de partida de este proyecto serán los datos proporcionados por el IGN (Instituto Geográfico Español) en cuanto a la información geográfica, en concreto se ha descargado la BTN 25 (Base Topografía Nacional) y respecto a la información de imágenes satelitales se han descargado los datos a partir de la agencia de estudio geológico de Estados Unidos.

Para ello se han empleado los datos provenientes del satélite Landsat 5, para la imagen anterior al incendio, y del Landsat 8 para la imagen posterior al incendio.

6.1. Imágenes Landsat

Dado que el incendio que forma parte del presente estudio tuvo lugar el 11 de Marzo del 2011 y en esas fechas el Landsat 7 ya tenía problemas a la hora de capturar la información (por el sensor que dejó de funcionar bien) se optó en este trabajo por utilizar una imagen del Landsat 5 con fecha 11 de Octubre del 2011 (la más reciente posible de dicho sensor por nuestra zona de trabajo). Y la imagen posterior al incendio es la que corresponde al 14 de Abril del 2013 del Landsat 8.

6.1.1. Landsat 5

Landsat 5 fue un satélite de órbita baja, puesto en marcha el 1 de marzo de 1984 para escoger las imágenes de la superficie de la Tierra. A continuación del programa Landsat, Landsat 5 fue gestionado conjuntamente por el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGC) y la Administración de Aeronáutica y del Espacio (NASA). Los datos de Landsat 5 se recogen y distribuyen desde el Centro de la USGS de Recursos de Observación de la Tierra y Ciencia (EROS).

Después de 29 años en el espacio, Landsat 5 fue dado de baja oficialmente el 5 de junio de 2013. Casi al final de su misión, el uso de Landsat 5 fue obstaculizado por fallos en los equipos, y fue reemplazado en gran medida por el Landsat 7 y Landsat 8. Los científicos prevén que el satélite volverá a entrar en la atmósfera de la Tierra y se desintegrará sobre el año 2034.

Características específicas:

- El sensor Tm es un avanzado sensor de barrido multiespectral, concebido para proporcionar una mayor resolución espacial, mejor discriminación espectral entre los objetos de la superficie terrestre, mayor fidelidad geométrica y mayor precisión radiométrica en relación con el sensor MSS.
- Opera simultáneamente en siete bandas espectrales, siendo tres en el visible, una en el infrarrojo cercano, dos en el infrarrojo medio y una en el infrarrojo térmico.
- Tiene una resolución espacial de 30 metros en las bandas del visible e infrarrojo medio y 120 metros en la banda del infrarrojo térmico.

- La escena terrestre registrada por este sensor es también de 185 Km.

Sistema de sensor	Resolución espectral (µm)	Resolución espacial (m)	Anchura de escaneado (km)	Frecuencia temporal	Altitud orbital
TM	canal 1: 0,45 - 0,52	30×30	185	16 días	710 km, cuasipolar, heliosincrónica
	canal 2: 0,52 - 0,60	30×30			
	canal 3: 0,63 - 0,69	30×30			
	canal 4: 0,76 - 0,90	30×30			
	canal 5: 1,55 - 1,75	30×30			
	canal 6: 10,40 - 12,50	120×120			
	canal 7: 2,08 - 2,35	30×30			

Características Landsat 5

6.1.2. Landsat 8

Landsat 8 es un satélite de observación terrestre estadounidense lanzado el 11 de febrero de 2013. Es el octavo y más reciente satélite del proyecto Landsat operado por la NASA y el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) desde 1972.

El satélite Landsat 8 transporta dos instrumentos OLI y TIRS, que corresponden a las siglas en inglés para Operational Land Imager (OLI) y Thermal Infrared Sensor (TIRS). El sensor OLI provee acceso a nueve bandas espectrales que cubren el espectro desde los 0.433 µm a los 1.390 µm, mientras que TIRS registra de 10.30µm a 12.50µm.

Los productos de nivel 1 (Level 1) del satélite Landsat 8 son accesibles aproximadamente 24 horas después de su adquisición sin ningún costo. Esta información es corregida en tierra y suministrada en escenas de aproximadamente 190 km de ancho y 180 km de alto.

Una escena de nivel 1 está compuesta por 13 archivos: 11 archivos en GeoTIFF correspondientes a cada una de las 11 bandas registradas, un archivo con metadatos (MTL) y uno más con una evaluación de la calidad de la escena (QA).

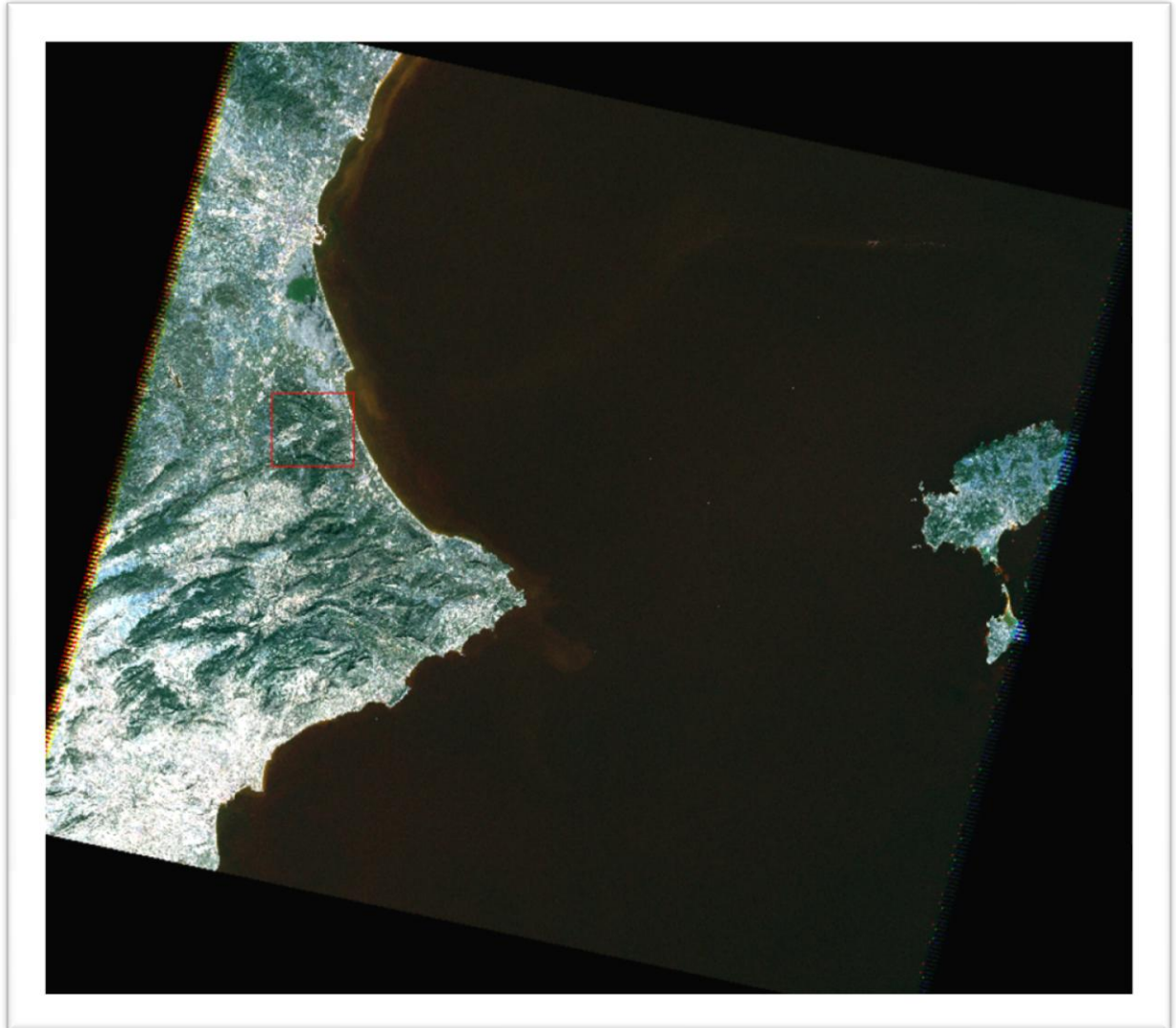
Banda	Nombre	Longitud de onda (µm)	Resolución (m)
1	Costera - Aerosoles	0.435 - 0.451	30
2	Azul	0.452 - 0.512	30
3	Verde	0.533 - 0.590	30
4	Rojo	0.636 - 0.673	30
5	Infrarrojo cercano (NIR)	0.851 - 0.879	30
6	Infrarrojo de onda corta 1 (SWIR 1)	1.566 - 1.651	30
10	(TIR 1)	10.60 - 11.19	100
11	(TIR 2)	11.50 - 12.51	100
7	Infrarrojo de onda corta 2 (SWIR 2)	2.107 - 2.294	30
8	Pancromática	0.503 - 0.676	15
9	<i>Cirrus</i>	1.363 - 1.384	30

Características Landsat 8

A continuación, se muestran las imágenes utilizadas en el análisis, en donde nuestra zona de trabajo se ve dentro del cuadro rojo.

Imagen Landsat 5 TM

11 de Octubre 2011



Landsat Scene Identifier: LT51980332011284MPS00

Datum: WGS 89

UTM Zone: 31

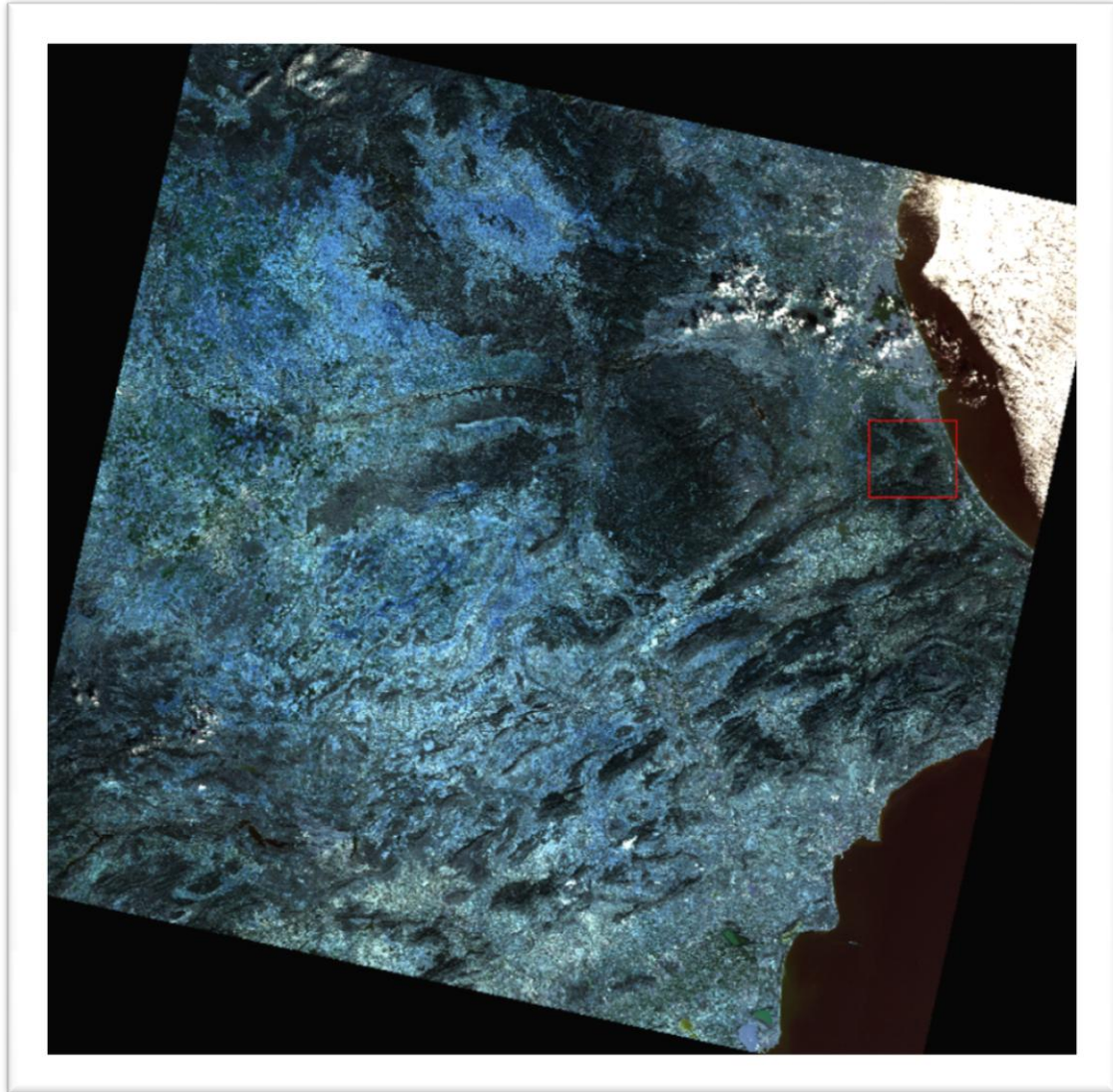
WRS Path: 198

WRS Row: 33

Scene Central Time: 10:25:28.9890940Z

Imagen Landsat 8 TM

14 de Abril de 2013



Landsat Scene Identifier: LC81990332013104LGN01

Datum: WGS 84

UTM Zone: 30

WRS Path: 199

WRS Row: 33

Scene Center Time: 10:45:26.0036333Z

6.2. Cartografía utilizada

La cartografía está tomada del Instituto Geográfico Nacional (IGN) que mediante su plataforma de descarga, es de fácil acceso:

<http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/buscadorCatalogo.do?codFamilia=02101>

La Base Topográfica Nacional de España a escala 1:25.000 (BTN25) se define como el conjunto de datos geográficos vectoriales de referencia de más detalle que cubren homogéneamente todo el ámbito del Estado, sirven de soporte para un Sistema de Información Geográfica (SIG) y se pueden utilizar para todo tipo de aplicaciones y propósitos.

La BTN25 es la ampliación y mejora de la antigua Base Cartográfica Numérica a escala 1:25.000 (BCN25), que constituyó la primera Base de Datos Geográfica (BDG) de referencia de todo el territorio español a dicha escala y que se obtuvo a partir del Mapa Topográfico Nacional de España 1:25.000 (MTN25) como una versión del mismo adaptada para su explotación mediante procesos informáticos. El Sistema de Referencia es el ETRS89 y la proyección UTM en el huso 30.

A continuación, se expondrán y comentarán los diferentes tipos de datos de partida y sus características para la elaboración del presente trabajo. Cabe mencionar que todos ellos proceden de cuatro hojas descargadas siendo las mismas:

- 58059
- 57060
- 58060
- 58061

Por tanto, el primer paso a seguir será unir la información que vayamos a utilizar de las cuatro capas, con la opción de Merge que nos ofrece el propio ArcMap para posteriormente hacer un recortado (Clip) sobre la zona en la cual se va a trabajar.

6.2.1. Núcleos Urbanos

Estos datos provendrán de la capa ENT_POB procedente de las cuatro hojas anteriormente mencionadas, donde nos aparecen los distintos núcleos urbanos existentes en nuestra zona de trabajo. Se modificara la información básica para quedarnos solo con la información que nos interesa, en este caso será el Nombre de la Población y su extensión.

OBJECTID *	SHAPE *	ETIQUETA	SHAPE Length	SHAPE Area
1	Polygon ZM	Benifairó de la Valldigna	4019,45327	358776,19695
2	Polygon ZM	Barx	2640,286018	183300,077922
3	Polygon ZM	Puig Mola	2866,559765	398210,042701
4	Polygon ZM	Simat de la Valldigna	5490,577021	426552,39625
5	Polygon ZM	la Drova	7163,09308	821124,59245
6	Polygon ZM	Tavernes de la Valldigna	7525,248224	1345797,90255
7	Polygon ZM	Platja de Tavernes	782,807791	35820,813875
8	Polygon ZM	Platja de Tavernes	6964,70488	549769,151734
9	Polygon ZM	el Pla de Corral	1338,014853	18908,06385
10	Polygon ZM	Les foies	3970,998575	440922,295388

6.2.2. Vías de Comunicación

Se obtendrán cinco capas diferentes para las vías de comunicación, siendo las mismas:

- Autopistas/Autovías
- Carreteras Convencionales
- Caminos
- Pistas
- Sendas

Dichas capas, al igual que las anteriores, serán fusionadas para tener en una misma entidad los cuatro límites municipales. Estos datos definen el centro de las vías de comunicación y tendrán diferente importancia ya que, un camión, por ejemplo, podrá recorrer las Autopistas/Autovías y las carreteras Convencionales, pero no el resto de vías de comunicación, al igual que no podrá tener el mismo riesgo asignado una autopista que un camino que discurre por las afueras de las poblaciones.

Los enlaces se han adjuntado a la capa de Carreteras Convencionales ya que es donde pertenecen.

Los datos que nos interesaran de las mismas serán el nombre y la longitud, se ha dejado la situación de la misma por si nos pudiese interesar en un futuro.

OBJECTID *	SHAPE *	ETIQUETA	SITUA 0623	SHAPE Length
41	Polyline ZM	Camí Vell de la Barraca a Simat	02	27,922172
1654	Polyline ZM	Camí Vell de Favara	02	1041,975019
1049	Polyline ZM	Camí Vell d'Alzira	04	25,62331
742	Polyline ZM	Camí del Vedat	02	1572,364512
323	Polyline ZM	Camí del Vedat	02	482,417115
433	Polyline ZM	Camí del Terme	02	600,383399
434	Polyline ZM	Camí del Terme	02	486,799544
1004	Polyline ZM	Camí del Rajolar	04	19,720815
1348	Polyline ZM	Camí del Racó de Sala	02	799,145043
1722	Polyline ZM	Camí del Pla de Reus	02	85,42187
432	Polyline ZM	Camí del Picaio	02	1084,31655
321	Polyline ZM	Camí del Mondúber	02	1498,635991
1762	Polyline ZM	Camí del Molló de Miramar	02	1749,634819
42	Polyline ZM	Camí del Miq de l'Horta	02	334,603023
1550	Polyline ZM	Camí del Massalari	02	451,659378
1349	Polyline ZM	Camí del Canyar	02	1146,4337
324	Polyline ZM	Camí del Bolomor	02	554,646789
322	Polyline ZM	Camí del Barranc d'Agost	02	1012,778509
1528	Polyline ZM	Camí de Vora Marina	02	1545,681819
326	Polyline ZM	Camí de Pinet	02	2995,635672
422	Polyline ZM	Camí de Malet	04	15,807675

Ejemplo Tabla Caminos

Cabe mencionar que algunos de dichos elementos (por ejemplo "PISTAS") no será continuó, debido a que a lo largo de su discordancia se cruza con otras vías mas importantes que lo sustituyen durante un tramo de los mismos. Se ha revisado y/o corregido los posibles errores que se han detectado al respecto y se han dejado los que se han considerado que estaban bien digitalizados.

6.2.3 Líneas eléctricas

Dichas líneas eléctricas estarán en la capa LIN_ELEC, en nuestro caso en dicha capa solo aparece la línea eléctrica de alta tensión, se le solicito en su momento al ayuntamiento la información de la misma sobre la zona de trabajo a lo que se respondió que para ello se necesitaba una autorización ya que por medidas de seguridad no me podían facilitar dicha información. También se puso en contacto con la empresa eléctrica de la zona que nos informó que la única información que nos podían facilitar de forma gratuita era la que estaba publicada en internet, que si se quería ampliar dicha información habría que pagar la misma, por lo que se procedió a realizar el análisis solo con la información disponible. Otro modo de conseguir dicha información podría haber sido digitalizando la misma de forma manual, cosa que nos hubiese requerido de un tiempo muy extenso del cual no se disponía.

	OBJECTID *	SHAPE *	ETIQUETA	SHAPE Length
	1	Polyline		2056,166276
	2	Polyline		516,404623
	3	Polyline		7191,606939
	4	Polyline		6046,29714
	5	Polyline		1524,714528
	6	Polyline		2003,640557
	7	Polyline		1606,102512
	8	Polyline		4,422674
	9	Polyline		4,333075
	10	Polyline		4507,031042

Ejemplo Tabla LIN_ELEC

6.2.4 Hidrología

Se obtendrá mediante la capa shapefile RIO de la información descargada procedente de la BTN. En dicha capa se filtran los datos para tener el curso principal del rio y dado que el mismo está exento de agua durante un 85-90% del año, dicho rio no tendrá influencia a la hora del análisis principal, sin embargo, debido a su envergadura se podrá tener en cuenta a la hora de actuar de cortafuegos natural.

De dicha tabla solo nos interesara la información del nombre del rio y de la posición del mismo.

OBJECTID *	SHAPE *	ETIQUETA	REGIM 0301	SHAPE Length
496	Polyline	Riu Vaca o de Xeraco	02	1313,094084
498	Polyline	Riu Vaca o de Xeraco	02	342,672615
410	Polyline	Riu Vaca o de Xeraco	02	3768,291179
482	Polyline	Riu Vaca o de Xeraco	02	2300,102206
346	Polyline	Riu Vaca o de Xeraco	02	4544,320365
492	Polyline	Riu Vaca o de Xeraco	02	572,963533
320	Polyline	Riu Vaca o de Xeraco	02	3079,773264
519	Polyline	Riu Vaca o de Xeraco	02	1356,726315
317	Polyline	Riu Vaca o de Xeraco	02	3283,371523
456	Polyline	Riu Vaca o de Xeraco	02	2023,259358
463	Polyline	Riu Vaca o de Xeraco	02	3273,041216
468	Polyline	Riu Vaca o de Xeraco	02	2181,273289
305	Polyline	Riu Vaca o de Xeraco	02	630,697251
330	Polyline	Riu Vaca o de Xeraco	02	1970,918369

Tabla Ríos

En dicha estructura de hidrología podemos mencionar otros elementos que se han añadido al análisis como “BOC_HID”, “PISCINAS” y “ALM_AGU”, ya que todos estos nos serán útiles a la hora de la mitigación del peligro debido a que los bomberos pueden tener acceso a dichos puntos de agua con la intención de mitigar los efectos del fuego e intentar extinguir-lo.

6.2.5 Vegetación

Los datos de la vegetación provienen del SIOSE (Sistema de información de Ocupación del Suelo en España), siendo la misma la base de datos de ocupación en el suelo español a escala 1:25000. Dichos datos se encuentran en formato shapefile y los datos alfanuméricos en forma de base de datos.

Se trata de entidades poligonales en donde aparecen las distintas especies vegetales existentes en la zona y lo dicho nos servirá para la clasificación de la combustibilidad del mismo.

OBJECTID *	Shape *	NIVEL1	Shape Leng	Shape Length	Shape Area
1	Polygon	Matorral	1942,732291	1942,732291	74639,429472
2	Polygon	Matorral	6071,408456	6071,408456	772514,506672
3	Polygon	Pastizal	8398,357929	8398,357929	786841,131877
4	Polygon	Pastizal	6827,798641	6827,798641	411106,941994
5	Polygon	Matorral	3598,752798	3598,752798	224460,94197
6	Polygon	Coberturas artificiales	1250,848463	1250,848463	70982,408771
7	Polygon	Cultivos	1453,939319	1453,939319	39017,690613
8	Polygon	Pastizal	1520,229732	1520,229732	55469,564656
9	Polygon	Terrenos naturales sin vegetación	3926,875143	3926,875143	158803,314832
10	Polygon	Pastizal	5360,957215	5360,957215	456650,44831
11	Polygon	Pastizal	1142,780719	1142,780719	20508,141986
12	Polygon	Arbolado forestal	2603,57822	2603,57822	101101,487706
13	Polygon	Cultivos	1478,904479	1478,904479	25091,489883
14	Polygon	Cultivos	1872,980867	1872,980867	47796,570818
15	Polygon	Pastizal	1358,014405	1358,014405	31797,409502

Tabla Vegetación

6.2.6. Parques de Bomberos

Los datos de partida provienen de la página www.plataformabomberos.com de donde podemos encontrar todos los parques de bomberos de España en el visualizador de Google Maps. Mediante un fichero KML obtendremos los puntos de los parques de bomberos de donde solo requeriremos la posición de los mismos y el nombre de los parques (o la localidad de los mismos).

6.2.7. Modelo Digital de Elevaciones

Un modelo digital de elevaciones no es más que una representación de datos geográficos que representan una superficie tridimensional compleja. El término se aplica a todo el conjunto de valores de los datos Raster en los cuales cada celda se corresponde con una elevación del terreno. Estos valores se encuentran almacenados con una estructura regular y son dependientes de sus valores cercanos.

El modelo digital de elevaciones tiene una malla de 25x25 metros, con la misma distribución que las hojas descargadas con anterioridad. El formato de archivo es ASCII matriz ESRI (asc), el sistema geodésico de referencia es el ETRS89 y la proyección UTM en el huso correspondiente para cada hoja. Dicho modelo está descargado del Instituto Cartográfico Nacional (IGN) donde la misma entidad obtiene los datos Lidar para posteriormente hacer diversos productos, entre ellos nuestro MDE.

Gracias a este modelo podremos determinar los diferentes mapas temáticos con los que vamos a trabajar, como puede ser el mapa de pendientes, el de altitudes y el de orientaciones.



Modelo Digital de elevaciones para la zona de trabajo

6.3. Datos Climatológicos

Los datos se han podido conseguir a través de la página de la Asociación Valenciana de Meteorología (AVAMET). Los datos de los mismos son de particulares o pequeñas estaciones meteorológicas distribuidas a lo largo del territorio valenciano. Se ha accedido a la misma localizando las estaciones próximas y las estaciones en el área de trabajo junto con la fecha del incendio, para ello se han descargado los datos de dicha época (Marzo 2013) de las distintas estaciones (formato csv) y se han promediado para dicha época del incendio para posteriormente añadirse al análisis.



Localización estaciones meteorológicas

Las estaciones están localizadas en los municipios de Tavenres de la Valldigna, Benifarió de la Valldigna, Simat de la Valldigna, Barx y La barraca.

Resum meteorològic - Març de 2013

Detall diari

Data	Temp			Hum			Pres			Pred	Vent		Prec
	Min	Mit	Max	Min	Mit	Max	Min	Mit	Max		Mit	Max	Tot
	C	C	C	%	%	%	hPa	hPa	hPa		km/h	km/h	mm
01-03-2013	3,5	6,0	8,6	76,0	87,0	98,0	1.006	1.012	1.017			27,0	3,8
02-03-2013	1,9	7,3	12,7	56,0	76,5	97,0	1.016	1.018	1.019			21,0	0,0
03-03-2013	3,6	7,4	11,2	80,0	88,5	97,0	1.013	1.016	1.018			16,0	0,0
04-03-2013	8,2	9,7	11,1	91,0	95,0	99,0	999	1.006	1.013			39,0	4,4
05-03-2013	7,6	10,4	13,2	87,0	92,5	98,0	994	996	998			35,0	30,2
06-03-2013	9,8	14,3	18,9	55,0	75,5	96,0	994	999	1.003			48,0	0,0
07-03-2013	13,3	15,2	17,1	63,0	77,5	92,0	1.002	1.004	1.006			40,0	2,0
08-03-2013	10,9	15,8	20,8	43,0	65,5	88,0	1.004	1.006	1.008			45,0	0,0
09-03-2013	12,4	15,2	18,1	49,0	62,5	76,0	1.005	1.007	1.008			39,0	0,0
10-03-2013	10,4	13,5	16,6	45,0	57,5	70,0	1.004	1.006	1.007			42,0	0,0
11-03-2013	8,4	12,6	16,8	43,0	58,5	74,0	1.004	1.006	1.008			50,0	0,2
12-03-2013	9,5	11,4	13,3	50,0	61,5	73,0	998	1.002	1.005			47,0	0,0
13-03-2013	4,3	7,9	11,5	29,0	51,5	74,0	997	1.002	1.007			50,0	0,0

Ejemplo Tabla de Información Meteorológica

7. Metodología de Trabajo

7. Metodología de Trabajo

7.1. Modelo Propuesto

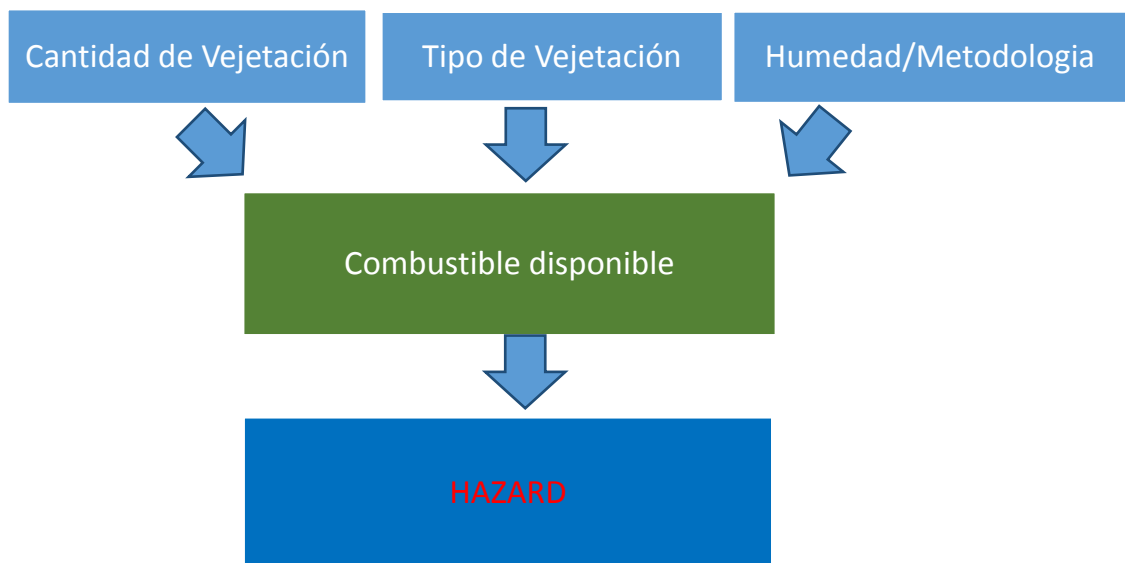
Por propia definición un incendio forestal es el fuego que se extiende sin control en terreno forestal o silvestre, afectando a combustibles vegetales, flora y fauna. Un incendio forestal se distingue de otros tipos de incendio por su amplia extensión, la velocidad con la que se puede extender desde su lugar de origen, su potencial para cambiar de dirección inesperadamente, y su capacidad para superar obstáculos como carreteras, ríos y cortafuegos.

Por tanto, para tratar de mitigar los efectos causados por este fenómeno un sistema de prevención de incendios forestales debe contar con instrumentos capaces de predecir las zonas que pueden ser propensas a las mismas junto a su evolución lógica según diversos factores ambientales. Por tanto, la prevención con un margen de antelación lo suficientemente amplio como para abordar dicho problema es esencial así que como, ¿cuándo y dónde se puede desarrollar un incendio forestal? Estas preguntas pueden ser respondidas mediante la determinación de las épocas y zonas de peligro junto con las zonas de riesgo y la organización del sistema de defensa (Vélez, 2000).

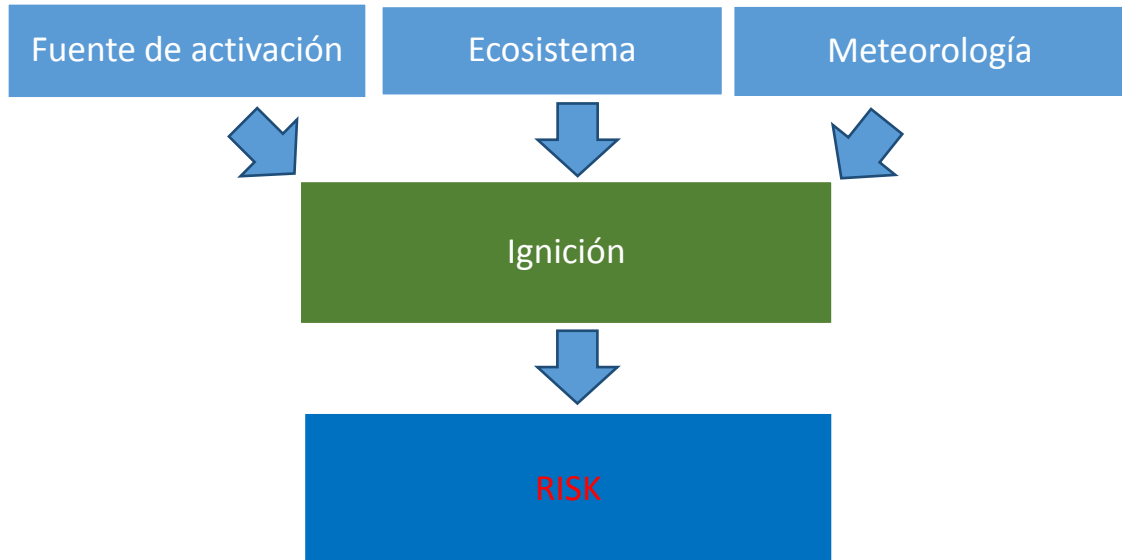
Pese a la no existencia de un acuerdo generalizado para el riesgo, el mundo anglosajón utiliza tres variables para cuantificar dicho problema:

Hazard, Risk y Danger

- Hazard: Se define como una medida de riesgo derivado del combustible disponible considerando la cantidad, el tipo, el contenido de humedad, etc...

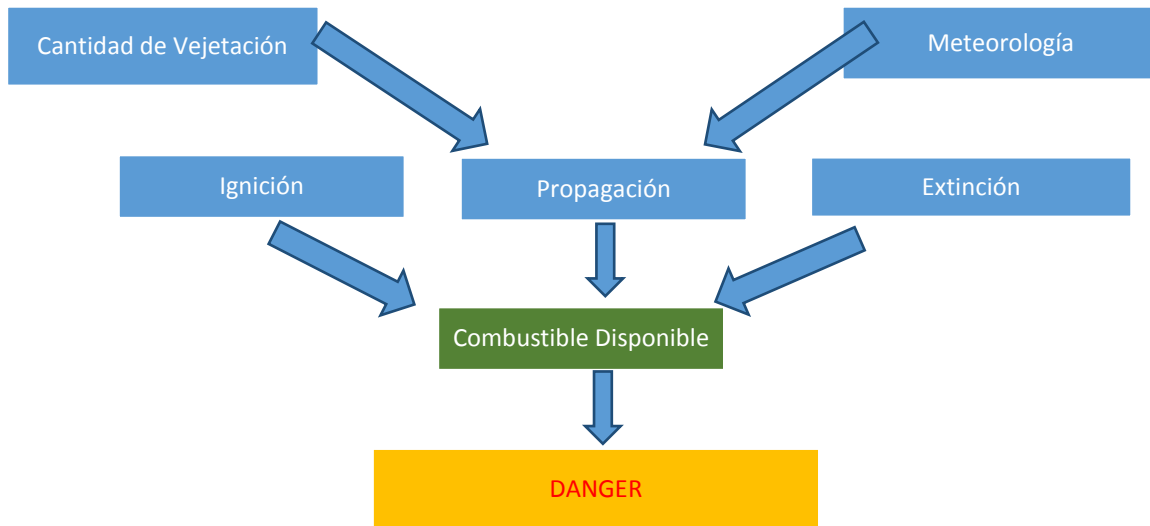


- Risk: Este término hace referencia a la probabilidad de que se produzca un incendio en un lugar y un momento dado, considerando la naturaleza e incidencia de los agentes causantes.



- Danger: Este tercer término informa sobre la facilidad de ignición, la propagación y la dificultad de la extinción derivada de los factores, tanto estructurales como dinámicos, que intervienen en el incendio.

Esta última definición parece englobar a las anteriores añadiendo valores externos no tenidos en cuenta hasta el momento, como puede ser la topografía.



Por tanto, a la hora de determinar dicho riesgo nos podemos encontrar con tres tipos de variables temporales, las más continuas como pueden ser las pendientes, orientaciones, etc...; variables estructurales que serían aquellas que apenas cambian con el tiempo pero que van evolucionando de forma lenta, como sería la vegetación, población, etc... Y el tipo de variables que van evolucionando o cambiando, como pueden ser las temperaturas, los vientos, la humedad, etc... Debido a esto se opina que este último método visto puede ser el que mejor se adapte a nuestro trabajo.

Un mapa de incendio forestal adecuado podría ser el que se encuentra en el libro "Nuevas tecnologías para la estimación del riesgo de incendios forestales" de Emilio Chuvieco Salinero y María del Pilar Martín Isabel, por tanto y en base a dicho libro podemos realizar nuestro mapa de riesgo. Este modelo es el utilizado por los organismos públicos, esta fue una de las razones por las que se eligió, pero existen otros modelos como el canadiense o el americano.

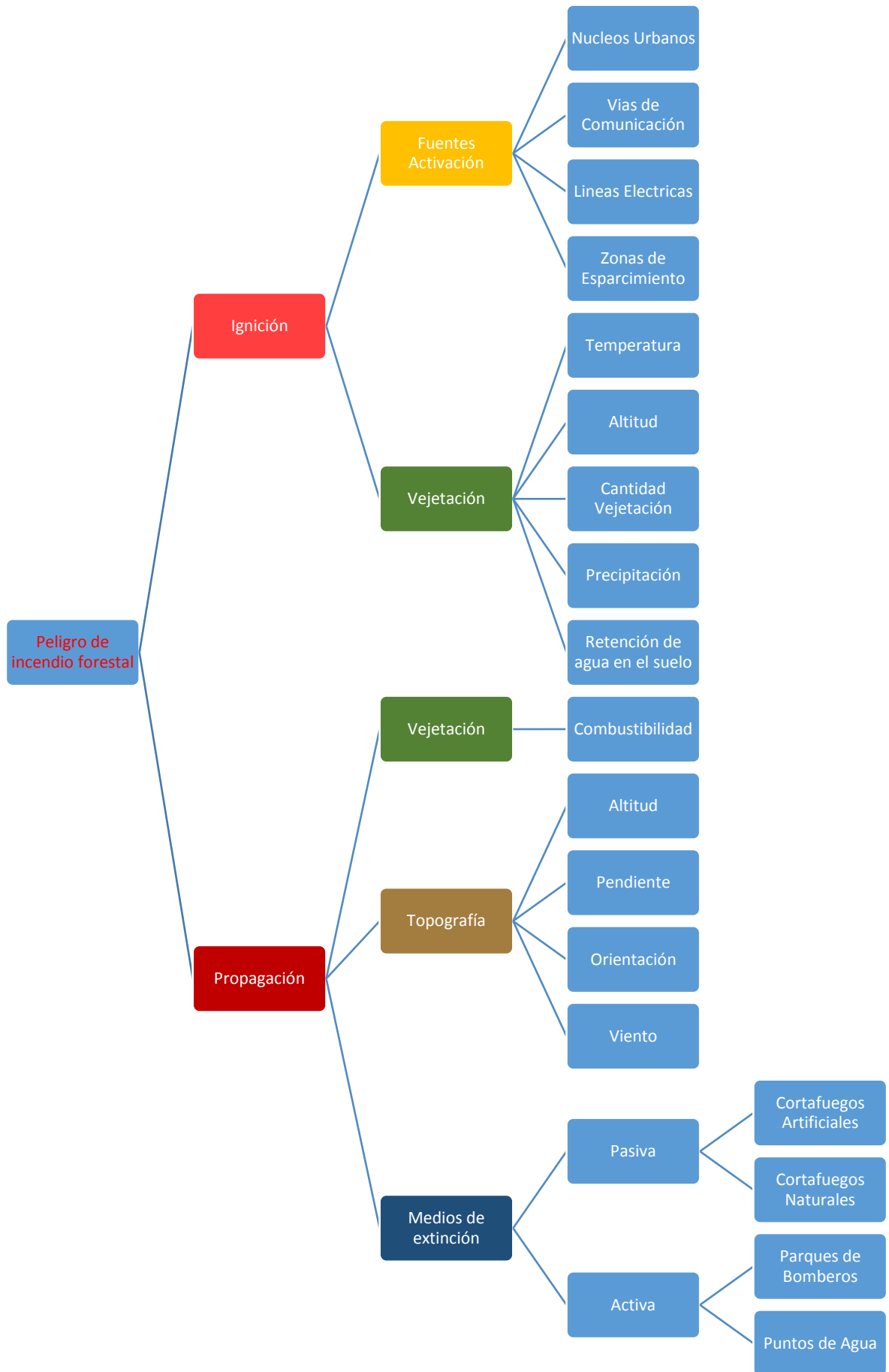
El esquema de trabajo debe contemplar la integración de las variables que se relacionan con el desencadenamiento del fuego como aquellas que inciden y explican su propagación, dichos factores se podrían considerar los principales que intervienen en la valoración de un riesgo de incendio. Este concepto pone en evidencia que el riesgo de incendio forestal puede ser estructurado teniendo en cuenta las tres componentes que lo forman como son: el inicio del fuego, la propagación y los daños sobre el medio que le rodea.

El primer elemento, la Ignición, se centra en las condiciones de aparición del fuego, que se puede dar en cualquier punto del espacio que disponga de material vegetal que pueda servir de combustible. Para ello es necesario un

agente causante, ya sea artificial o natural la procedencia de dicho agente; por tanto dicha variable (ignición) hace referencia a la probabilidad del incendio a partir de los combustibles disponibles, ya sean vivos o muertos, húmedos o secos, y del factor causante.

En cambio, el análisis de riesgo de propagación se centra en el estudio de los agentes que pueden determinar el comportamiento del fuego, es decir, su posible evolución a lo largo de su recorrido y sus características, ya que no tenga la misma evolución un fuego en un lugar llano que en una pendiente elevada (suponiendo que solo es este factor el que hay de diferencia entre ambos). De dicho análisis se puede deducir la velocidad de propagación del incendio y su posible dirección o recorrido, que aunque es difícil de predecir ya que la meteorología también es un factor clave, dichos incendios responden a unos patrones "lógicos" de evolución, para ello nos basaremos en variables como pueden ser la cantidad de combustible, la estructura del mismo, las condiciones meteorológicas (fuerza del viento, dirección del mismo, precipitaciones, humedad ambiente, etc...) y la topografía que juega un papel fundamental.

Se procede a mostrar un esquema del patrón seguido para la creación de nuestro trabajo:



Definidas por tanto las variables de riesgo a utilizar, se necesitará de un criterio para analizarlas de una manera coherente y adecuada. El primer aspecto a tratar al respecto será la cuantificación de la forma más objetiva posible las variables respecto a una escala de riesgo numérica, esto supone un cambio de la naturaleza del dato no siempre fácil de asimilar y cuantificar, pero necesario a la hora de realizar un análisis para cuantificar su importancia en la explicación del riesgo de incendio.

De entre las diferentes variables de riesgo a analizar, la que mas cabe destacar será la variable de carácter humano ya que muchas veces se encuentran, tristemente cabe añadir, detrás de un incendio forestal y más influyente aun en el área del mediterráneo.

De las diferentes aproximaciones metodológicas se elige el método cuantitativo basado en Evaluaciones Multicriterio, ello requiere de la ponderación selectiva de las variables de riesgo. Dichas ponderaciones explican los modelos cuantitativos que resumen el nivel de riesgo correspondiente al valor numérico del índice.

Un ejemplo de dicho índice sería el propuesto por Salas y Chuvieco (1994):

$$PI = 4 * H + 3 * V + 2 * I - E$$

Donde H representa el factor humano, V la vegetación, I el factor de iluminación y E la altitud. Para nuestro análisis en concreto la formula será reinterpretada, dándole menos peso al factor de la iluminación ya que estudios recientes discrepan un poco de dicho valor además que se ha considerado que dicho valor también viene bastante representado por la topografía en general, por tanto nuestra ecuación final quedara igual a la expuesta anteriormente a excepción del peso que se le da a la iluminación, que en este caso este peso es eliminado. Las variables empleadas serán las que se comentan a continuación:

- H : Contendrá los núcleos urbanos, vías de comunicación, líneas eléctricas y áreas de esparcimiento (como pueden ser las zonas rurales dedicadas para hacer comidas en el campo o en la montaña).
- V: Sera la vegetación, resultante de la temperatura, precipitación, retención de agua en el suelo y el índice de vegetación normalizado (NDVI).

Respecto a la propagación, el método propuesto por los mismos autores será:

$$PP = 5 * V + 4 * S + 3 * A - E - FB$$

Siendo sus valores:

- V: tipo de combustible
- S: Pendiente
- A: orientación
- E: altitud
- FB: cortafuegos

7.2. Procedimiento

La información utilizada para la realización del presente trabajo de final de carrera es de diferente procedencia e índole, por tanto no se puede esperar una homogeneidad de la misma ni que toda la información sea relevante, como se comentó antes, así que antes de su utilización habrá que depurar y clasificar los datos.

Para todo ello se empleará el programa ArcMap (versión 10.3) que nos servirá tanto para manejar la información geográfica como para crear la base de datos para el trabajo. Dicho entorno nos permite depurar los datos y clasificarlos de un modo lógico y comprensible para cualquier usuario, otro entorno de apoyo será el entorno Office Excel 2016.

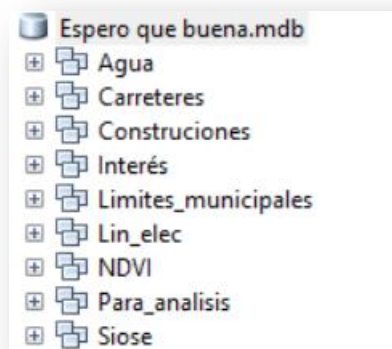
El primer paso para empezar a trabajar será la delimitación de la zona de trabajo, que como se ha comentado antes será de unos 85km cuadrados y que tiene una extensión de 3 hojas en la BTN. No todas las dichas hojas son utilizadas en su totalidad, así que una vez definida la zona de trabajo habrá que recortar la información no necesaria junto a juntar la información de la misma índole con el fin de no tener que repetir 3 veces todos los procesos.

Este estudio abarcará el incendio que se desató el 23 de marzo del 2013 en la localidad de Barx, la totalidad del incendio no está dentro de nuestra zona de actuación no obstante si lo está el 80% del mismo.



Zona de Trabajo

Una vez definida dicha zona de trabajo, se procede a la creación de la Geodatabase donde se incluirá toda la información para su posterior manipulación. Mediante la creación de las Feature Class se clasifican los datos según su procedencia y su futuro uso.



Geodatabase

En dicha Geodatabase habrá que definir el sistema de referencia y la proyección con la que vamos a trabajar, en este caso se trabajará con el sistema de referencia ETRS 89 proyección UTM huso 30.

7.2.1. Utilización de los datos

A continuación, se hará un breve resumen de cómo se han utilizado y clasificado los datos para su futuro análisis, sin embargo, de todos los datos utilizados solo se explicará una vez cada método debido a que los datos de índole similar serán tratados de forma similar y por no hacer una reiteración en la explicación se procede a un resumen.

7.2.1.1. Cartografía

Para la cartografía se utilizará el ejemplo de ENT_POB, donde una vez se han fusionado ("Herramientas de Análisis de Datos/General/Fusionar") los datos de las distintas capas, se procede a la depuración del mismo y a dejar solo los elementos que van a formar parte de nuestro análisis (como se ha comentado con anterioridad (Punto 6.2.1)). Hecho esto se procede a la exportación de los mismos desde ArcCatalog a ArcMap con la finalidad de calcular las áreas de influencia ("Herramienta de Análisis/Proximidad/Zonas de influencia en anillos Múltiples"), en el presente caso de los Núcleos Urbanos.



A continuación, para poder analizar dichos datos, se han de transformar de capa Vectorial a capa Ráster, para ello se utiliza la herramienta de conversión "De Polígono a Ráster" ("Herramientas de Conversión/Ráster/De Polígono a Ráster"). En este paso tendremos que tener en cuenta unos cuantos factores para la realización de un buen trabajo, como el tamaño de celda que deseamos, en este caso se ha introducido un tamaño de celda de 30 m, para tener todas las imágenes a un mismo se ha decidido adoptar esta por el tamaño de pixel del satélite (y recordando que dicho tamaño tiene que ser siempre el mismo para todos los elementos restantes), también hay que ir a la opción de "Entorno" para establecer que el ráster final sea el mismo que nuestra zona de trabajo.

Una vez hecho los pasos anteriores, se tendrá que reclasificar los datos existentes para poder asignarles el nivel de peligrosidad (del 1 al 5 en la mayoría de los datos, aunque hay otros datos que tiene diferente clasificación debido a la índole de los datos o a la falta de diversidad de los mismos). Para ello utilizaremos la opción reclasificar ("Herramientas de Análisis Espacial/Reclasificar/Reclasificar"). En este paso hay que tener en cuenta que se ha de asignar el valor 0 a al grupo "NoData" debido a que si no asignamos este valor el área de extensión no será la deseada y el posterior análisis nos dará error.

Por último, y al ser la capa resultante mayor que la extensión de la zona de trabajo, será necesario extraerla utilizando la extracción por máscara ("Herramientas de Análisis espacial/ Extracción/Extraer por Máscara"), utilizando la zona de trabajo (en formato poligonal) como contorno.

Estas instrucciones se harán para las variables: Autopistas y Autovías, Carreteras Convencionales, Pistas, Sendas, Caminos, Líneas Eléctricas, Líneas de Ferrocarril, Piscinas, Almacenamiento de Agua, Parques de Bomberos y zonas recreativas.

7.2.1.2. Variables MDE

El modelo digital de elevaciones (procedente del CNIG) ya nos viene en formato ráster, de este se podrán calcular las variables de la Iluminación, la Pendiente y la Orientación. Hay que tener en cuenta que dicho modelo no nos viene en el mismo sistema de referencia que el trabajo, deberemos aplicarle una transformación y llevarlo a nuestro sistema de referencia.

La primera variable calculada será la de la pendiente o tasa de cambio del valor z, para ello el propio programa nos ofrece una función que encontraremos en Herramientas de Análisis Espacial/Superficie/Pendiente.

A continuación, se procede a calcular la variable de la iluminación que nos creará un relieve sombreado a partir del raster de superficie teniendo en cuenta el ángulo de iluminación y las sombras, para ello se accederá a la herramienta de Sombreado que se puede encontrar en Herramientas de Análisis espacial/Superficie/Sombreado, el rango de valores generados será de 0 a 255 siendo este último las zonas con mayor iluminación.

Por último, se calculará la variable de la orientación la cual indica la dirección de la pendiente descendente de la tasa de máximo cambio en un valor desde cada celda hacia sus vecinas. Para ello nos iremos a Herramientas de Análisis Espacial/Superficie/Sombreado, donde los resultados se expresan en grados positivos desde 0 hasta 359,9, en sentido de las agujas del reloj desde el norte, no obstante, a las celdas de entrada que son planas (sin pendiente) se les asigna una orientación de -1.

Una vez hecho dichos modelos, se pasara a la reclasificación de los mismos para valorar el nivel de peligrosidad, a mayor pendiente mayor riesgo, a mayor altura mayor riesgo, a mayor exposición a la iluminación mayor riesgo. Para ello se irá a la herramienta de reclasificación ("Herramientas de Análisis Espacial/reclasificar/Reclasificar").

7.2.1.3. Parques de Bomberos

Dado que no existe una base cartográfica de los parques de bomberos se ha recurrido a su localización en Google Maps de los mismos y su posterior digitalización.

7.2.1.4. Combustibilidad

Para la combustibilidad partiremos de los datos del SIOSE, en donde encontraremos un shapefile donde están comprendidos los polígonos de los diferentes tipos de cubiertas catalogadas a lo largo de la Comunidad Valenciana.

En primer lugar, recortaremos dichos polígonos para solo obtener los datos de nuestra zona de trabajo, para poder entender la información que contienen tendremos que acudir a las tablas del SIOSE para saber que suelos podemos encontrar.

Una vez unidos los polígonos con la información necesaria se procede a la reclasificación del mismo para obtener los niveles de peligrosidad.

7.2.1.5. NDVI

El índice de vegetación normalizada lo obtendremos a partir de la imagen Landsat 5 previa al incendio. La información de dicho satélite nos viene dada en 7 bandas, de las cuales utilizaremos para el cálculo del NDVI la banda del infrarrojo próximo (Banda 4) y la banda del rojo (Banda 3).

Para obtener el NDVI usaremos la herramienta de "Análisis de Imagen", de donde podremos crear una composición de imágenes con las bandas anteriormente citadas y generar el NDVI en la misma herramienta, especificando que los valores deben estar comprendidos entre -1 y 1.

Una vez obtenido esto se procederá a su reclasificación para asignarle niveles de riesgo, del 1 al 5.

7.2.1.6. Litología

Mediante la litología se procede al cálculo de la humedad que puede contener la misma con el fin de evaluar que suelos tienen más riesgo que otros, ya que cuando mayor agua puedan almacenar, menor riesgo habrá de ignición.

Para evaluar dicho método se ha tenido que leer la documentación adjunta para poder clasificar, según el tipo de suelo, la humedad que puede contener, por tanto, se ha creado un campo nuevo en la misma tabla para posteriormente poder reclasificar-la.

7.2.1.7. Información Meteorológica

La información meteorológica que se analizara serán las temperaturas, la precipitación, viento y Humedad.

Dichos datos vienen en formato csv y la manera de tratar los mismos ha sido la realización de la media sobre el mes de marzo del 2013 (mes del incendio) con la finalidad de obtener unos datos más fiables.

La utilización de los datos para toda la zona de trabajo ha sido posible gracias a la extrapolación IDW de los mismos, para ello se han tenido que cargar los ficheros de las estaciones meteorológicas como datos puntuales, para ello se ha utilizado la herramienta "Añadir Datos XY" dentro de "Archivo/Añadir Datos/Datos XY" y posteriormente la interpolación inversa de la distancia ponderada. Dicho método lo podemos encontrar en "Herramientas de Geoestadistical Analyst/Interpolación/IDW".

En la parte de entorno, deberemos introducir que la extensión sea igual a la zona de trabajo, para que no quede ninguna zona del trabajo sin datos. Otro factor clave es introducir el número de estaciones que tenemos en nuestra base de datos, de lo contrario el programa nos dará error.

Posteriormente a esto deberemos exportar el archivo a formato raster y aplicar una reclasificación para su posterior evaluación.

8. Resultados y Análisis (Ignición)

8. Resultados y Análisis (Ignición)

El problema principal asociado a la previsión de incendios forestales es, normalmente, el asociado al factor humano, ya que resulta complicado la cuantificación del mismo mediante criterios razonados.

Por consecuencia, el análisis que se detalla a continuación ha tratado de valorar dicho riesgo del modo más objetivo y coherente posible, teniendo en cuenta al mismo tiempo los diversos factores que también intervienen, como el estado de los combustibles, la disponibilidad de los mismos, etc.

De este modo el peligro de ignición será la combinación de diversos factores a lo largo de nuestra zona de estudio.

8.1. Núcleos Urbanos

Las zonas más próximas al lugar de residencia humano son los primeros factores de riesgo que existen, nuestra zona de trabajo contiene diversos núcleos urbanos con una característica en común, todos ellos están rodeados de vegetación a la que fácilmente se le puede prender fuego (causa intencionada) o bien, debido a los cultivos próximos de la zona, se puede desarrollar un incendio por causas de negligencia.

Para nuestro análisis, las distancias (en metros) que se han establecido son como se describe a continuación:

Distancias Adoptadas	Riesgo	Valor
300	Extremo	5
600	Alto	4
900	Medio	3
1200	Bajo	2
1500	Muy Bajo	1

Estas distancias han sido tomadas debido a que una persona media, su radio de actuación más próximo será de unos 300m, ya sea para salir a tomar el aire o para pasear al perro, mientras que si nos fijamos en el radio de acción de los desplazamientos habituales, sin recurrir a un vehículo, suele ser de 1,5km por tanto entre estas dos distancias se han interpolado los 5 rangos de riesgo.

Mapa 01 Nucl.Urb

8.2. Líneas Eléctricas

Como se comentó con anterioridad, en nuestro caso en dicha capa solo aparece la línea eléctrica de alta tensión, se le solicito en su momento al ayuntamiento la información de la misma sobre la zona de trabajo a lo que se respondió que para ello se necesitaba una autorización ya que no me podían facilitar dicha información. También se puso en contacto con la empresa eléctrica de la zona que nos respondió que la única información que nos podían facilitar de forma gratuita era la que estaba publicada en internet, que si se quería ampliar dicha información habría que pagar la misma, por lo que se procedió a realizar el análisis solo con la información disponible.

Distancias Adoptadas	Riesgo	Valor
0-30	Extremo	5
30-60	Alto	4
60-90	Medio	3
90-120	Bajo	2
120-150	Muy Bajo	1

Esta distancia ha sido calculada mediante la distancia mínima de píxel que serán 30 m, por tanto a dicha distancia se le interpolan 4 valores más de riesgo obteniendo una distancia máxima de 150m.

Mapa 02 Lin.elec

8.3. Vías de comunicación

Las vías de comunicación se han valorado según su riesgo de ignición por accidente o bien porque un individuo se ha bajado del vehículo para hacer un fuego intencionadamente, por tanto, cada tipo de vía tendrá un riesgo diferente. Un ejemplo, un conductor no puede bajarse de una autovía para provocar un incendio, o incluso un accidente en la misma no debería ser causa de un incendio, sin embargo, una carretera convencional puede ser la causante de un incendio por accidente o bien, y más extrañamente, porque un conductor ha decidido provocar dicho incendio.

Sin embargo, aunque los caminos y sendas sea más dificultoso que haya un accidente tan aparatoso como para que el coche se incendie, es mucho más fácil que el conductor quiera ir a un lugar remoto para iniciar un fuego de forma intencionada, por tanto se han adoptado los siguientes criterios.

Para autopistas:

Debido a que en nuestra zona de trabajo solo discurre un tramo de la misma y esta elevado del suelo, por tanto es de difícil acceso para los vehículos el bajar del mismo, se ha decidido reducir los campos de riesgo a 3 niveles (en este caso), no obstante dichos niveles se han establecido como si tuviésemos los 5 con la finalidad de que no haya mucha discrepancia en el análisis final.

Distancia (m)	Riesgo	Valor
0-30	Alto	4
30-60	Medio	3
60-90	Bajo	2

Debido a que en la autovía/autopista es complicado que se inicie un incendio por la distancia de separación que puede haber en las mismas, se ha considerado la distancia mínima de píxel para sus rangos.

Carreteras convencionales:

Debido a que cuentan con una sola calzada y de sentido doble, estas serán más peligrosas debido a posibles negligencias (cigarrillos, colillas, etc...) y accidentes. Sin embargo al ser de una circulación bastante fluida y concurrida su nivel de riesgo respecto a la vegetación colindante se establece como sigue:

Distancias (m)	Riesgo	Valor
0-60	Extremo	5
60-120	Alto	4
120-180	Medio	3
180-240	Bajo	2
240-300	Muy Bajo	1

A diferencia de las autopistas y autovías, las carreteras convencionales no disponen del arcén que encontramos en el otro tipo de vías, esto sumado a su mayor intensidad de tráfico hace que nuestra distancia mínima para el análisis sea de mayor envergadura, siendo así de 60 m, mediante interpolación para 5 niveles de riesgo.

Pistas, caminos y sendas:

Se ha decidido crear la misma zona de influencia para estos tres campos, debido a su facilidad de acceso y su lejanía (normalmente) de las zonas transitadas, por tanto es una facilidad extra para un supuesto incendio intencionado. Las diferencias entre las tres entidades se podrían compensar debido a que por los caminos pueden circular los vehículos, a diferencia de las pistas y sendas, pero, sin embargo, un posible pirómano tampoco no querrá ir muy lejos sin su vehículo a provocar un incendio debido a las condiciones posteriores de huida (supuesto). Por tanto, se han adoptado las siguientes distancias:

Distancias (m)	Riesgo	Valor
0-90	Extremo	5
90-180	Alto	4
180-270	Medio	3
270-360	Bajo	2

Por su poca circulación y lejanía, se ha decidido que estas vías tengan una mayor distancia de riesgo, por ello se ha considerado oportuno establecer su distancia entre valores de riesgo en 90m.

Ferrocarril:

Aunque es difícil que un incendio se desate debido a esta variable, no es imposible, así que también se ha tenido en cuenta a la hora de realizar nuestro análisis. Las distancias adoptadas son las que siguen:

Distancias (m)	Riesgo	Valor
0-30	Extremo	5
30-60	Alto	4
60-90	Medio	3
90-120	Bajo	2
120-150	Muy Bajo	1

En este caso se ha decidido utilizar la distancia mínima de píxel para calcular las distancias de riesgo y interpolar para los 5 valores.

Mapa 03 Autov

Mapa 04 Carr conv

Mapa 05 Caminos

Mapa 06 Senda

Mapa 07 Lin. Ferr

8.4. Cantidad de Vegetación NDVI

Por definición, el NDVI es el índice de vegetación normalizada, esto quiere decir que dicho índice expresara la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación mediante una medición remota a través de sensores instalados en los satélites, esto es posible gracias a la intensidad de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético.

Uno de sus principales usos en el ámbito forestal es el de controlar la evolución y la densificación de la vegetación, en nuestro caso nos servirá para determinar la cantidad de materia prima que puede arder. Dicho índice se calcula del modo que sigue:

$$NDVI = \frac{IR\ cercano - Rojo}{IR\ cercano + Rojo}$$

El método está basado en el contraste entre la banda del rojo y la del infrarrojo cercano y sus valores oscilarán entre -1 y 1, siendo los valores positivos los pertenecientes a la vegetación densa y sana, en cambio los valores negativos se expresarán para zonas con una alta absorción, como pueden ser suelos desnudos o con muy poca vegetación, nubes, agua y nieve.

Para la clasificación del mismo se ha estudiado el área que nos concierne, haciendo especial hincapié en los índices mostrados por la vegetación y los índices mostrados por las construcciones, con el fin de hacer una discriminación lo más lógica posible, estableciendo que entre -1 y 0 se encuentra la mayoría de suelo desnudo y construcciones, entre 0-0,13 se encuentra terrenos con muy poca vegetación, entre 0,13 y 0,40 encontramos vegetación y entre 0,40 y 0,76 encontramos vegetación densa; teniendo en cuenta que la imagen analizada es la anterior al incendio, hasta llegar a la determinación que sigue:

Valores NDVI	Riesgo	Valor
-1 – 0	Muy Bajo	1
0 - 0,13	Bajo	2
0,13-0,40	Medio	3
0,40-0,76	Alto	4
0,76-1	Extremo	5

Mapa 08 NDVI

8.5. Precipitaciones

Las precipitaciones tienen una gran influencia a la hora de un incendio forestal, ya que el contenido de humedad es clave a la hora de la ignición y propagación del mismo.

Para calcular dichas variables se han tenido en consideración las precipitaciones del mes de Marzo del 2013, haciendo una media de las mismas. Dichos datos han sido extraídos de AVAMET. Y para su clasificación nos hemos basado en lo siguiente:

Clase	Intensidad media en una hora (mm/h)
Débiles	≤ 2
Moderadas	$> 2 \text{ y } \leq 15$
Fuertes	$> 15 \text{ y } \leq 30$
Muy fuertes	$> 30 \text{ y } \leq 60$
Torrenciales	> 60

Por tanto, la clasificación que haremos será:

Precipitaciones	Riesgo	Valor
1,2-1,6	Extremo	5
1,6-1,67	Alto	4

Mapa 09 Precipitaciones

8.6. Altitud

A medida que esta variable aumenta, disminuye el oxígeno disponible y la temperatura ambiente por tanto disminuye el riesgo de incendio en las zonas más altas.

Factores a tener en cuenta con la altitud:

- Las partes superiores de las cordilleras tienen mayor precipitación que las inferiores.
- Como norma general, la cantidad de combustible disminuye al aumentar la altitud.

Así mismo también se puede dividir en tres zonas dependientes de la altitud:

- Tercio inferior, que incluye el valle. En él las temperaturas son más altas y generalmente hay más combustible. Alta intensidad del fuego.
- Tercio intermedio. Menos combustible, pero posibilidad de formación en él de un cinturón intermedio.
- Tercio superior. Propagación más lenta por menos disponibilidad de combustible, pero es la zona a veces más conflictiva porque es donde ocurren cambios bruscos de viento.

Dado que nuestra zona de trabajo no tiene unas cotas muy elevadas, se ha decidido establecer los siguientes criterios de riesgo.

Altitud (m)	Riesgo	Valor
0-700	1	Baja
700-825	2	Muy Baja

Mapa 10 Altitudes

8.7. Temperatura

Los efectos de la temperatura, sobre todo cuando es a la vez elevada y persistente, se traducen en una desecación progresiva de la vegetación que puede alcanzar extremos de sequía y en la aparición de corrientes de aire que se elevan desde los suelos caldeados. Tales efectos son naturalmente más acusados en los meses de verano y, dentro de ellos, a mediodía y primeras horas de la tarde. Dentro de la misma cabe mencionar que al aumentar 10° la temperatura, la humedad ambiente se reduce la mitad por tanto el riesgo de incendio aumenta.

Sin embargo, para nuestra área de estudio durante la época evaluada, las temperaturas son bajas debido a que es final del invierno principios de primavera, por tanto no tendrán una gran repercusión. Hay que recordar que se ha hecho la media del mes de marzo para el análisis.

Temperatura (Cº)	Riesgo	Valor
10-14	Muy Bajo	1
14-16	Bajo	2

Mapa 11 Temperatura

8.8. Retención de Agua en el suelo

Los materiales de los cuales pueden estar formados los suelos tienen un poder de absorción, retención y suministro de agua para las capas vegetales superiores que es de vital importancia para el ecosistema. En este apartado se cuantificará en función del tipo de suelo presente el riesgo que tienen las capas superiores de tener un riesgo de ignición.

Para ello, lo primero es conseguir dicha información del subsuelo, por lo que se recurre al Instituto Geológico y Minero de España (IGME), en la página se observa que los datos que están en formato de acceso libre son mapas en formato pdf los cuales no podemos trabajar con ellos de un modo directo, por tanto se intenta proceder a la búsqueda de dichos datos en formato digital, para ello la página nos pide 30€ por hoja, siendo dos hojas la envergadura de nuestra zona de trabajo, por lo que se decide enviarles un correo describiendo la situación del presente proyecto final de carrera y como dicha información nos podría ser útil, a lo que los mismos responden (muy amablemente) que me prestan dicha información.

Volviendo a las propiedades de los suelos, y una vez los datos son adquiridos, podríamos describir las propiedades de dichos suelos como:

- Cuanto mayor sea el tamaño de las partículas más rápida es la filtración y menor agua podrá ser retenida.
- Los suelos con buena estructura tienen una mayor velocidad de infiltración que los compactados.
- El mayor contenido en materia orgánica aumenta el agua retenida por el suelo.
- A mayor espesor del agua mayor capacidad de retención.

En nuestra zona de trabajo encontramos arcillas, margas, calizas, dolomías, margas, limos y arenas. Por lo que decide agrupar-los según su capacidad de retención del agua en base la porosidad del mismo, creándose cuatro grupos:

Suelos limosos: En ellos predominan los limos o partículas entre 0,02 y 0,002 mm. En ellos la permeabilidad varía mucho según sea su estructura, pero suelen ser bastante permeables.

Suelos arcillosos: En ellos predominan las arcillas o partículas menores de 0.002 mm. Son muy impermeables (fácilmente encharcables) y mal aireados, pues en ellos predominan los microporos.

Suelos francos: En ellos no predomina claramente ninguno de los tres tipos de partículas. Son ligeros, aireados y permeables (pero no tanto como los arenosos) y de media-alta capacidad de retención de agua.

Suelos cementados: son aquellos tipos de suelos que con el paso de los años (hablando en tiempo geológico, claro) se han ido compactando de tal modo que su estructura básica de partículas ya no es el original y nos encontramos ante una separación de las mismas muy inferior, por tanto su capacidad de retención del agua se ve claramente afectada (perdiendo dicha capacidad) (Juan Pedro Zaballos, Textura del suelo y Propiedades hídricas.)

Por tanto la clasificación según sus propiedades hídricas sería:

Suelos arcillosos: Arcillas

Suelos Limosos: Limos, arenas.

Suelos francos: Calizas, Dolomías, Margas.

Suelos cementados: Arcillas Cementadas, Arenas cementadas

Clasificación	Riesgo	Valor
Suelo Cementado	Extremo	5
Suelo Franco	Alto	4
Suelo Limoso	Medio	3
Suelo Arcilloso	Bajo	2

Mapa 12 retención de agua

8.9. Zonas recreativas

Se ha creado una variable llamada "Zonas Recreativas" que engloba los sitios donde es posible encender un fuego con la finalidad de cocinar en ellos, en espacios dotados para los mismos, esto podría parecer algo seguro en primera instancia, pero dichos sitios suelen estar en motes o a pie de montes y en zonas muy densificadas por árboles, por tanto, durante dicho esparcimiento familiar, es posible el descuido del fuego o que una brasa sea mayor de lo habitual y pueda incendiar los alrededores, por tanto se ha incluido esta variable.

La mínima distancia que se ha introducido son 50m debido a que dichas zonas suelen tener un área de esparcimiento a su alrededor.

Precipitaciones	Riesgo	Valor
50	Extremo	5
100	Alto	4
150	Medio	3
200	Bajo	2
250	Muy Bajo	1

Mapa 13 Torradors

8.10. Riesgo Ignición

Una vez todas las variables anteriores ya han sido analizadas, clasificadas y preparadas para su posterior análisis, ya se puede obtener el mapa de riesgo de ignición de un incendio forestal.

Rescatamos la fórmula de ignición antes citada para añadirle las variables, sin embargo, dotaremos a alguna de las variables de más o menos peso en función de su relevancia a la hora de la ignición.

Por ejemplo, a la autopista se le ha asignado un peso de 0,2 debido a su dificultad de ignición, al igual que al ferrocarril que se le ha asignado un peso de 0,1; sin embargo, para las carreteras convencionales el peligro aumenta por lo que se le asigna un 0,3 de peso y para pistas, caminos y sendas un 0,4. La iluminación, por ejemplo, carecerá de peso debido a su análisis en otros factores y a su controversia en general.

$$PI = 4 * H + 3 * V + 2 * I - E$$

Por tanto, la fórmula desglosada y con las variables substituidas quedara del siguiente modo:

$$4 * [("Línea de Alta tensión" + "Núcleos Urbanos" + "Zonas Recreativas" + (0.2 * "Autopista" + 0.3 * "Carretera Convencional" + 0.1 * "Ferrocarril" + 0.4 * ("Sendas" + "Caminos" + "Pistas"))) / 4] + 3 * [("NDVI" + ("Retención de Agua en el Suelo") + "Temperatura " + "Precipitaciones") / 4] + "Iluminación" - "Altitud"$$

Una vez tenemos desglosado la fórmula del análisis, se procede a calcular el mismo mediante la herramienta "Raster Calculator" con el fin de obtener el riesgo de incendio.

Mapa 14 Riesgo de Incendio

9. Resultados y Análisis (Propagación)

9. Resultados y Análisis de la Propagación

Para este estudio se han supuesto las condiciones meteorológicas del mes de marzo del 2013, variable que no es constante, por tanto, dicha variables junto con el modelo pueden ser muy cambiantes y el mismo modelo propuesto para la época citada, no ser válido al mes siguiente por los cambios climatológicos de la zona.

Si bien es cierto que algunas de las variables no suelen cambiar a tan corto plazo, como pueden ser las pendientes. Por tanto, la modelización que se ha realizado con la media de las variables meteorológicas del mes del incendio con el fin de estudiar la evolución del incendio del modo más lógico posible.

A continuación, se detallan las variables y se explica su tratamiento para llegar al modelo final.

9.1. Combustibilidad

Dependiendo del tipo de vegetación que nos encontremos en las zonas, el fuego combustionara y evolucionara de un modo u otro, por tanto, hay que tener en cuenta la diversidad de la misma y su comportamiento.

Para tipificar la combustibilidad del fuego se a utilizar el modelo de Rothermel (1972) planteado en la obra del doctor Francisco José Alcaraz Ariza. Este modelo es el utilizado por la comunidad Valenciana en el plan básico de actuaciones en la prevención de incendios forestales.

TIPO	CARACTERÍSTICAS
PASTOS	
1	Pasto fino, seco y bajo, que recubre completamente el suelo. Pueden aparecer algunas plantas leñosas dispersas ocupando menos de un tercio de la superficie
2	Pasto fino, seco y bajo, que recubre completamente el suelo. Las plantas leñosas dispersas cubren de uno a dos tercios de la superficie, pero la propagación se dará por el pasto.
3	Pasto grueso, denso, seco y alto. Sabanas y espartales, así como herbazales de humedales. Algunos incluyen los campos de cereales.
MATORRAL	
4	Matorral o plantación joven, muy densa; de más de 2 metros de altura; con ramas muertas en su interior. Propagación del fuego por las copas de las plantas 23-25 t/Ha
5	Matorral denso verde, de menos de 1 metro de altura. Propagación del fuego por la hojarasca y el pasto. 5 - 8 t/Ha
6	Parecido al anterior, pero con especies más inflamables o con restos de corta y con plantas de mayor talla. El fuego se puede propagar con vientos moderados a fuertes. 10 - 15 t/Ha
7	Matorral de especies muy inflamables; de 0,5 a 2 metros de altura; situado como sotobosque de masas coníferas. 10 - 15 t/Ha
HOJARASCA BAJO ARBOLADO	
8	Bosque denso, sin matorral. Propagación del fuego por hojarasca muy compacta. 12 - 12 t/Ha
9	Parecido al modelo 8, pero con hojarasca menos compacta o pastizal. Pinares de hoja grande, como Pinus Pinaster. 7 - 9 t/Ha
10	Matorral de especies muy inflamable; de 0,5 a 2 metros de altura; situado como sotobosque de masas coníferas. 10 - 15 t/Ha
RESTOS, CORTAS Y OPERACIONES SILVICOLAS	
11	Bosque claro o fuertemente aclarado, Restos de poda o aclarado con plantas herbáceas rebrotando. 25 - 35t/Ha
12	Predominio de los restos sobre el arbolado. Restos de poda o aclareo cubriendo el suelo. 50 - 80 t/Ha
13	Grandes acumulaciones de restos gruesos y pesados repartidos por todo el suelo. 100 - 150 t/Ha

Modelo de Rothermel

Una vez se han establecido los modelos de combustibles se podrán otorgar los distintos valores de riesgo para el trabajo. Mediante la tabla anterior y junto a los datos del SIOSE se han estimado unos valores para riesgo de incendio en función de la densidad y humedad que suelen tener los diferentes tipos de vegetación.

Cubiertas Vegetales	Riesgo	Valor
Arbolado Forestal	Extremo	5
Cultivos	Medio	3
Coberturas Húmedas	Muy Bajo	1
Matorral	Extremo	5
Pastizal	Extremo	5

Mapa 15 combustibilidad

9.2. Pendiente

La pendiente es el ángulo de inclinación que presenta un área respecto al plano horizontal y se mide en grados. En nuestro caso lo interesante es conocer el porcentaje de pendiente de la zona.

Esta variable es el factor topográfico más característico en el comportamiento de los incendios, afectando a la propagación de los mismos. Cuanto más fuerte es la pendiente, más rápido sube el fuego. Las laderas con exposición sur (solana) son más secas porque reciben mayor cantidad de radiaciones solares. Los vientos son dirigidos por picos y valles, y tienden a encajonarse en las gargantas. Todo ello contribuye a llevar el incendio en unas direcciones con preferencias a otras.

Cuando una ladera está ardiendo, el aire caliente que se desprende al elevarse, va desecando el matorral y los árboles próximos que se encuentran en niveles más altos, adelantando así su ignición; como el sentido de las llamas es igualmente ascendente, ese momento se alcanza tanto más pronto cuanto más acusada sea la inclinación del terreno.

Las vaguadas, si son profundas y de perfil muy pendiente, actúan como verdaderas chimeneas, formando un tiro que activa el siniestro.

Pendiente (%)	Riesgo	Valor
0-10	Muy Bajo	1
10-30	Bajo	2
30-40	Medio	3
40-60	Alto	4
60-80	Extremo	5

Mapa 16 pendientes

9.3. Orientación

Durante las diferentes estaciones del año, el sol incide sobre la superficie terrestre de modos distintos, siendo los meses de verano los más peligrosos ya que dicha incidencia se da en mayores proporciones sobre elevaciones que tengan una orientación Norte, consiguiendo de esta forma una mayor carga de energía y teniendo un efecto directo sobre la temperatura y la humedad ambiente.

Al mismo tiempo los vientos cálidos y secos provenientes de África (vientos de dirección sur) provocan un aumento de la temperatura y una disminución de la humedad. Es por todo eso que esta variable se ha de tener en cuenta puesto que interfiere en la vegetación de las laderas, tanto las laderas Norte como las del Sur. A lo largo del mediterráneo la diferencia entre ambas laderas, hablando en carácter de riesgo, no es demasiado diferenciado, por ello se utilizan los valores que siguen:

Intervalo (º)	Orientación	Peligro	Valor
0-22,5	Norte	Medio	3
22,5-67,5	Nordeste	Medio	3
67,5-112,5	Este	Alto	4
112,5-157,5	Sudeste	Extremo	5
157,5-202,5	Sur	Extremo	5
202,5-247,5	Sudeste	Extremo	5
247,5-292,5	Oeste	Alto	4
292,5-337,5	Noroeste	Medio	3
337,5-360	Norte	Medio	3
-1	Plano	Alto	4

Mapa 17 orientaciones

9.4. Viento

El viento puede ser un factor determinante a la hora de la propagación de un incendio, hay que establecer dos variables, una será la dirección y la otra la velocidad.

Como variable, este aporta oxígeno a la combustión, mueve el incendio hacia zonas que aún no están ardiendo y sus chispas pueden crear nuevos focos a los alrededores.

Para la determinación del valor de riesgo se ha utilizado una clasificación previa según las velocidades del viento.

Velocidad del viento (Km/h)	Indicación	Concepto/Valoración
0-2	El humo asciende verticalmente	Tranquilo
2-5	El humo se desvía suavemente hacia un lado	Suave
6-12	El viento se percibe en la piel	Suave
13-20	Se mueven banderas ligeramente	Moderado
21-29	Se mueve polvo y papeles	Moderado
30-39	Pequeños árboles empiezan a mecerse al viento	Vivo
40-50	Los paraguas ya no se pueden utilizar	Fuerte
51-61	Todos los árboles se mueven fuertemente	Fuerte
62-74	Las astas de los árboles se quiebran	Muy fuerte
75-87	Pueden presentarse daños importantes en edificios	Muy fuerte
88-101	Pueden presentarse los peores daños en edificios	Masivo

Tabla Clasificación de Vientos

Según la velocidad:

Según la dirección:

Velocidad(Km/h)	Peligro	Valor
13-29	Medio	3
29-39	Alto	4
40-61	Extremo	5

Dirección (º)	Peligro	Valor
65-90	Muy Bajo	1
90-120	Bajo	2
120-180	Medio	3
180-230	Alto	4

La dirección determinara las características del mismo, por ejemplo, al soplar un viento del este nos indicara que el viento es proveniente del mar mediterráneo por tanto cabe esperar que este tipo de viento sea más húmedo y fresco, por tanto riesgo bajo, si viene del sur vendrá un poco más cargado y menos húmedo pero sin mucha diferencia, mientras que si viene del oeste, este viento ha recorrido ya toda la península y seguramente sea más seco y su temperatura haya aumentado, mientras que si proviene del norte, este viento habrá pasado por gran parte de Europa y sea el mas a tener en cuenta de todos.

Mapa 22 dirección del viento

Mapa 23 velocidad del viento

9.5. Humedad

La humedad del ambiente influye en la velocidad de propagación de un incendio, pues a mayor humedad menor velocidad de propagación por tanto la clasificación queda como sigue:

Humedad	Peligro	Valor
52,8-55,2	Medio	3
55,2-65,5	Bajo	2
65,5-75,2	Muy bajo	1

Mapa 24 Humedad

9.6. Parques de Bomberos

Como medio de extinción activa, los parques de bomberos son esenciales a la hora de controlar y apagar un incendio, su mitigación del peligro dependerá de lo que tarden los bomberos a llegar a la zona de actuación, en este caso solo se ha tenido en cuenta la distancia a la zona de actuación, aunque en un análisis más detallado se podrían integrar el tipo de vías de comunicación a utilizar por los mismos ya que no será igual la rapidez de llegada a una ciudad (por carretera convencional) que a una parte de monte donde posiblemente tengan que recurrir a caminos secundarios e ir más despacio.

Distancia (Km)	Mitigación	Valor
1	Máxima	5
5	Alta	4
10	Media	3
15	Baja	2
20	Muy Baja	1

Mapa 18 Bomberos

9.7. Puntos de Agua

Muchas veces en los incendios forestales los bomberos no tienen acceso desde tierra, por tanto necesitan del apoyo de medios aéreos como pueden ser Helicópteros (en primera instancia) o hidroaviones si el incendio tiene unas dimensiones considerables. Por ello en este apartado se tiene en cuenta donde se pueden reabastecer los Helicópteros ya que un hidroavión necesita de un lugar mucho más amplio.

En un incendio no siempre el Helicóptero es el único que tiene que reabastecerse debido a que los camiones de las brigadas de extinciones tiene una capacidad limitada por ello también es de vital importancia su reabastecimiento, el caso hideal sería que hubiese un Hidrante cerca de la zona de actuación ya que estos están especialmente diseñados para tener una presión de agua y una cadencia de la misma capaz de llenar el camión de una forma lo mas rápida posible, aún así no siempre se encuentran cerca, por tanto las bombas de llenado que tienen los mismos camiones son esenciales y lugares como piscinas o almacenamientos de agua descubiertos (normalmente destinados al regadío) juegan un papel importante a la hora de esta lucha.

En nuestra zona de actuación se han tenido en cuenta estos tres puntos de recogida de agua:

- Piscinas
- Embalses de agua o almacenamientos descubiertos.
- Hidrantes

Y el rango de actuación para la mitigación será el que se describe a continuación, teniendo en cuenta que las piscinas y los almacenamientos de agua se han unido en una misma capa debido a que tienen la misma importancia mientras que los hidrantes tendrán una extensión bastante mayor debido a que serán mas "prioritarios" a la hora de reponer agua para los camiones.

Piscinas y almacenamiento de agua:

Distancia (m)	Mitigación	Valor
50	Máxima	5
100	Alta	4
200	Media	3
400	Baja	2

Hidrantes:

Distancia (m)	Mitigación	Valor
500	Máxima	5
1000	Alta	4
1500	Media	3
2000	Baja	2

Mapa 19 piscinas

Mapa 20 Hidrantes

9.8. Cortafuegos, hidrología y vías de comunicación

Un cortafuego es por definición una franja de terreno libre de cobertura vegetal y con una anchura lo suficiente como para retrasar o impedir el paso de un incendio al otro extremo. En nuestra área de trabajo dichos cortafuegos están muy dispersos y en muy mal estado.

Por otro lado, en este apartado se ha decidido añadir la hidrología del río principal del valle, aunque durante la mayor parte del año está seco, actúa de cortafuegos natural debido a su anchura y su humedad.

También se añade al análisis las vías de comunicación como las carreteras convencionales y la autopista, ya que debido a su anchura pueden actuar de cortafuegos naturales

Por tanto, la clasificación que podríamos hacer de los mismos sería que el cortafuegos actúa de un modo máximo mientras que la hidrología del río lo hace de un modo alto, y así ha sido reflejado en el análisis.

Entidad	Mitigación	Valor
Cortafuegos	Máxima	5
Hidrología	Alta	4
Autopista	Alta	4
Carretera convencional	Media	3

Mapa 21 cortafuego

9.9. Riesgo de Propagación

Una vez se han analizado las variables expuestas anteriormente y ya preparadas para el análisis de los cálculos, se obtendrá el mapa de peligro de propagación de incendio forestal. Y como ya se ha visto con anterioridad se utilizará la fórmula:

$$PP = 5 * V + 4 * S + 3 * A - E - FB$$

De donde las variables a introducir serán:

$$PP = 5 * [\text{"Combustibilidad"}] + 4 * [(\text{"Pendiente"} + (0,2 * \text{"Dirección del Viento"} + 0,8 * \text{Velocidad del viento})) / 2] + 3 * [\text{"Orientación"}] - [\text{"Altitud"}] - [(\text{"Vías de comunicación"} + \text{"Hidrología"} + \text{"Cortafuegos"} + (0,6 * \text{Hidrantes} + 0,2 * \text{"Almacenamiento de agua"} + 0,2 * \text{"Piscinas"}) + \text{"Parques de bomberos"})] - [\text{Humedad}]$$

Igual que en el caso de ignición, se ha dado peso a las diferentes variables, como por ejemplo, la velocidad del viento será más relevante que la dirección del viento. Respecto a los puntos de agua, las piscinas y el almacenamiento del agua tendrá menos importancia que los hidrantes.

Mapa 25 riesgo de Propagación

10. Peligro de Incendio Forestal

10. Peligro de Incendio forestal

Como resultado final se obtendrá las zonas con mayores riesgos de incendio forestal a partir de los mapas de riesgo de ignición y riesgo de propagación, aquellas zonas donde se junten dos altos riesgos (uno por cada parte del análisis) será una zona a tener en cuenta.

Para calcular el resultado final tendremos que recurrir una vez mas a la herramienta Raster Calculator, en donde se sumaran ambos riesgos:

Peligro Incendio Forestal= Peligro de Ignición + Peligro Propagación

Mapa 28 Final

11. Áreas afectadas por el Incendio

11. Área Afectadas por el Incendio

Por ultimo vamos a sobreponer el área afectada por el incendio con el modelo calculado para observar la exactitud y fiabilidad del mismo. Para ello se ha delimitado el área del incendio en formato lineal mediante la observación de las imágenes de los satélites y su cálculo del NDVI.

Si observamos los mapas de riesgo, estos nos desvelaran que el riesgo de ignición en esa zona era medio mientras que el riesgo de propagación era máximo, debido a la pendiente de la zona y a que en esos días se registraron las rachas de viento mas fuertes de todo el mes, causante en gran medida de la expansión rápida del mismo incendio.

La zona afectada ocupa una superficie de 2230 pixeles de los cuales 15 pertenecerán a un riesgo muy bajo, 629 a un riesgo medio, 889 a un riesgo elevado y 697 a un riesgo extremo.

Cabe mencionar que dicho incendio fue intencionado, siendo detenidos por la Guardia Civil los causantes del mismo pocos días después. Por tanto el riesgo al que se le puede asociar sería el de proximidad a núcleos urbanos.

Por tanto, cabe decir que nuestro modelo de riesgo tiene una fiabilidad bastante elevada aunque se podrían añadir otras variables como se ha comentado antes, como puede ser la de la digitalización de las torres de media y baja tensión.

La zona afectada por el incendio ocupa una superficie de 2230 pixeles de los cuales 15 pertenecerán a un riesgo muy bajo, 229 a un riesgo medio, 1139 a un riesgo elevado y 847 a un riesgo extremo.

Mapa 29 Incendio en el mapa

Mapa 30 NDVI antes del incendio

Mapa 31 NDVI después incendio

12. Conclusiones Finales

12. Conclusiones finales

En este apartado se hará un breve resumen de la manipulación y obtención de los datos, de la metodología y del flujo de trabajo.

En primer lugar se ha de comentar que la obtención de los datos no ha sido de gran trabajo, por lo menos en lo que se refiere a la cartografía y a las imágenes de satélite, sin embargo estas últimas fueron un poco más laboriosas que la cartografía, debido en gran parte porque el Landsat 7 sufrió un fallo en uno de sus sistemas y parte de la imagen salía bandeada justo para las fechas en que se requerían por tanto se tuvo que buscar una solución que al final fue la elección de una imagen anterior al incendio, en concreto 17 meses anteriores al incendio, imagen proporcionada por el Landsat 5. Mientras que la imagen posterior al incendio fue de más fácil localización gracias al Landsat 8.

Para la localización de los datos meteorológicos de la zona cabe decir que lo más difícil de ello fue localizar las distintas estaciones que había a lo largo de nuestra zona de trabajo, incluyendo algunas fuera de la misma con el fin de obtener una mejor estadística a la hora de la interpolación. Una vez localizadas, descargar los datos fue sencillo al igual que la manipulación de los mismos.

En cuanto al trabajo realizado con la cartografía, cabe mencionar que al tener que juntar las 3 hojas se tuvo que corregir errores de superposición y de conectividad con el fin de que los datos fueran continuos y no hubiese saltos en los mismos como pudiese ser en las carreteras (por ejemplo). También se tuvieron que corregir diversos errores debido a falta de conectividad entre partes de las pistas o de las sendas que claramente estaban unidas por un mismo tipo de vial (se dejaron aquellas que estaban aisladas pero unidas por otra entidad diferente como por ejemplo, una pista que terminaba y seguía más adelante, pero la interconexión de estas dos pasaba por un camino).

Centrándonos más en lo que es el análisis en sí, podemos decir que nuestro trabajo ha sido una modificación del modelo propuesto de Salas y Chuvieco, sin embargo este tipo de trabajo puede tener diferentes modificaciones y evoluciones con el fin de obtener una mejoría, como por ejemplo el de áreas con riesgo de ignición que se han denominado "Zonas recreativas".

Dejando a un lado el análisis y fijándonos en los resultados, es de rápida comprensión que los núcleos urbanos y de las vías de comunicación son las zonas que más riesgo aportan a nuestro mapa de riesgo de ignición, también se observa que en la parte izquierda del mapa, la zona que pertenece a la playa de Tavernes, hay una alta concentración de un riesgo extremo, esto es debido a que allí se pueden encontrar muchas zonas con vegetación de fácil combustión, muchos caminos más el factor humano, esto hace de esa zona una zona con especial riesgo de ignición.

Por otra banda, en el mapa de riesgo de propagación se observan que los niveles más elevados de propagación se encuentran en los montes, donde los vientos son superiores y se está más alejado de las posibles fuentes de agua para repostaje de los bomberos.

Como resultado final y al observar el mapa de riesgo en su totalidad se observa que los lugares cercanos a las poblaciones son los que más riesgo tienen, en concreto la población de Barx situado en pleno monte y con pendientes muy elevadas y como contrapartida podríamos encontrar la población de Benifairó situado en un terreno llano y sin mucha densidad de vegetación.

Para ir finalizando este apartado me gustaría añadir que en aquellas zonas donde el riesgo de incendio forestal es mayor, sería conveniente instalar más dispositivos de alerta y prevención como pueden ser cortafuegos o simplemente tener una buena limpieza del monte, cosa muy importante y en estos tiempos tan dejada.

13. Bibliografía

13. Bibliografía

Documentos consultados:

- Plan básico frente al riesgo de incendio. Protección Civil (2013-2014).
- Plan especial frente a riesgo de incendio de la Comunidad Valenciana.
- Prevención de Mega incendios provincia de Valencia. Raúl Quilez (2012)
- Nuevas tecnologías para la estimación del riesgo de incendios forestales. Chuvieco, E y Martín M.P. (2004).
- Impactos sobre los riesgos Naturales de origen climático. Riesgo de incendios forestales. José M. Moreno (1990)
- Los Incendios Forestales en España. Área de Defensa contra incendios
- Principles of Cash Flow Valuation: An Integrated Market-based Approach. Joseph Tham, Ignacio Vélez Pareja (2000)
- The restoration of burned lands: the case of eastern Spain. Moreno J.M. (1998)
- Climatic responses of plant species on Tenerife, The Canary-Island. Fernández-Palacios. (1992)
- Climatic discrimination of Mediterranean broadleaved sclerophyllous and deciduous forests in central Spain. Gavilán R y Fernández-Gonzalez (1997)
- The phytogeography of European and Mediterranean heath species (Ericoideae, Ericaceae): a quantitative analysis. Ojeda F. (1998)
- Factores meteorológicos. Mérida (2000).
- Synoptic analysis of meteorological processes relevant to forest fire dynamics on the Spanish Mediterranean coast. Millán (1998)
- A mesoscale model application to fire weather winds. International Journal of Wildland Fire. Gómez-Tejedor (2000).
- Prediction of the daily number of forest fires. Díez (2000)
- An objective forecasting-model for the daily outbreak of forest—fires based on meteorological considerations. Díez (1994)
- Links between circulation and changes in the characteristics of Iberian rainfall. Goodess (2002).
- Precipitation trends in the Canary Island. García Herrera (2003)
- Effects of the North Atlantic oscillation on the probability for climatic categories of local monthly rainfall in southern Spain. Muñoz Diaz (2003)
- Circulation wather types and cloud-to-ground flash density over the Iberian Peninsula. Tomás C. (2004)
- Probability of larger fires: structural and meteorological components. Bardají (1998)
- A statistical model for prediction of burned areas by wildfires based on circulation types affecting Portugal. Da Camara (1998)
- Wildfires in the Southern Canadian Rocky-Mountains and their relationship to midtropospheric anomalies. Johnson E.A. y Wowchuk (1993).

- Estimating live fine fuels moisture content using meteorologically-based indices. Veigas D.X. (2001)
- Modeling moisture content in shrubs to predict fire risk in Catalonia (Spain). Castro F.X. (2003)
- La respuesta de las plantas al fuego. Moreno J.M. y Cruz A. (2000)
- Severe drought effects on Mediterranean Woody flora in Spain. Peñuelas J (2001)
- Partitioning of water and nitrogen in co-occurring Mediterranean woody shrub species of different evolutionary history. Filella (2003)
- Factors influencing fire behaviour in shrublands of different sand ages and the implications for using prescribed burning to reduce wildfire risk. Baeza (2002)
- Inflamabilité et combustibilité des principales espèces des garrigues de la région méditerranéenne. Trabaud (1976)
- Inflamabilidad y energía de las especies de sotobosque. Elvira L.M. y Hernando C. (1989)
- Design of risk index maps as a tool to prevent forest fires in the hill-side zone of Galicia. Núñez-Regueira(2000)
- Satellite evidence of decreasing resilience in Mediterranean plant communities after recurrent wildfires. (2002)
- Textura del suelo y Propiedades hídricas. Juan Pedro Zaballos. 2006

Páginas web consultadas:

<http://www.lavanguardia.com/vangdata/20150715/54433403394/evolucion-de-los-incendios-forestales-en-espana-2004-2015.html>

http://www.mapama.gob.es/es/desarrollo-rural/estadisticas/incendiosforestales2001-2010finalmod1_tcm7-349255.pdf

http://www.mapama.gob.es/es/desarrollo-rural/estadisticas/Incendios_default.aspx#para0

http://www.bomberosdenavarra.com/documentos/ficheros_documentos/forestal_2.pdf

<http://www.um.es/docencia/geobotanica/ficheros/Presentaciones/PTema21.pdf>

<http://www.proteccioncivil.es/catalogo/carpeta02/carpeta24/vademecum12/vdm010.htm>

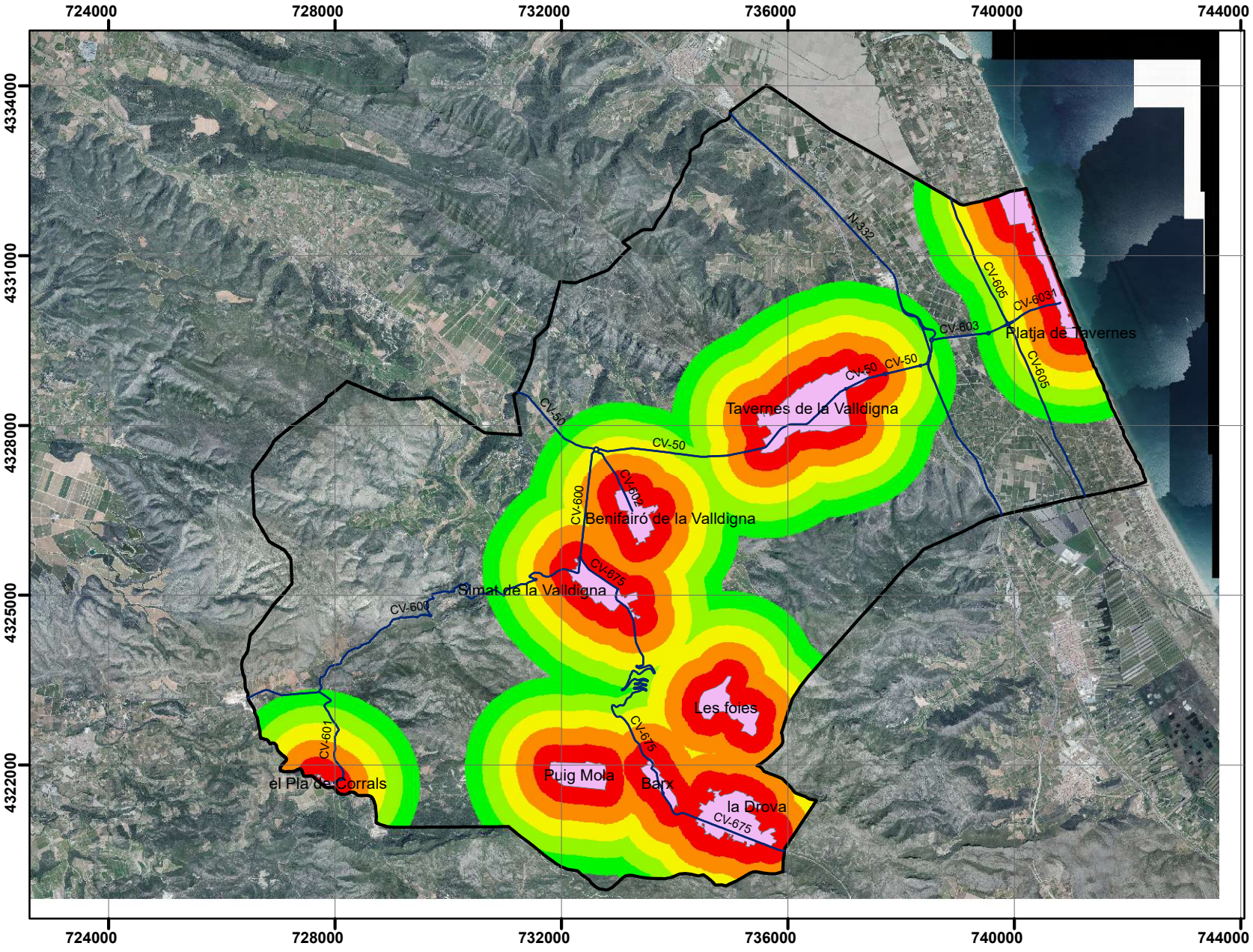
<http://www.ume.mde.es/>

http://www.mapama.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/incendios-forestales/prevencion/brigadas_labores_preventivas.aspx

<http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/other/incendios-forestales-que-per.pdf>

<http://www.aprendemergencias.es/incendios/teor%C3%ADa-del-fuego/>


<https://ca.m.wikipedia.org/wiki/Safor#Fauna>



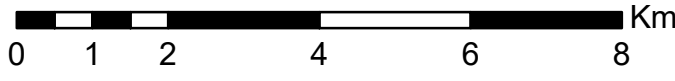
Leyenda

-  Carreteras Convencionales
-  Vallidigna
-  Núcleos Urbanos

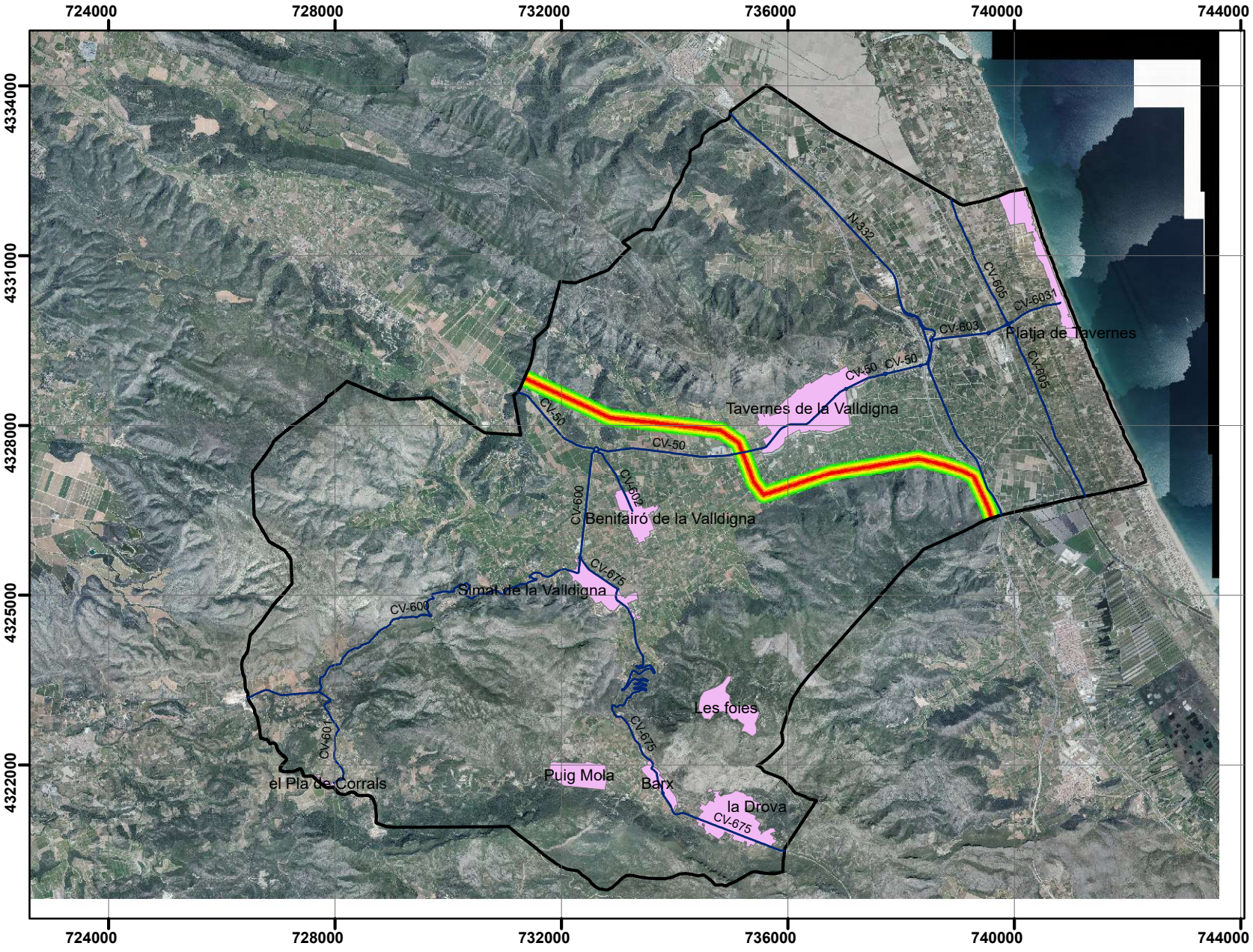
Riesgo

-  Extremo
-  Alto
-  Medio
-  Bajo
-  Muy Bajo

Información Cartográfica	
Sistema de referencia:	ETRS89
Proyección:	UTM
Huso:	30 N




	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		
	TÍTULO: Riesgo asociado a Núcleos Urbanos		
TUTOR:	Alfonso Fernández Sarriá	LUGAR:	La Vallidigna, Valencia
AUTOR:	Antonio Prats Palomares	ESCALA:	1:100.000
		FECHA:	18 de Noviembre 2016
		Nº PLANO:	01



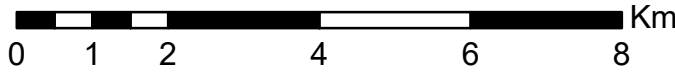
Leyenda

-  Carreteras Convencionales
-  Vallidigna
-  Núcleos Urbanos

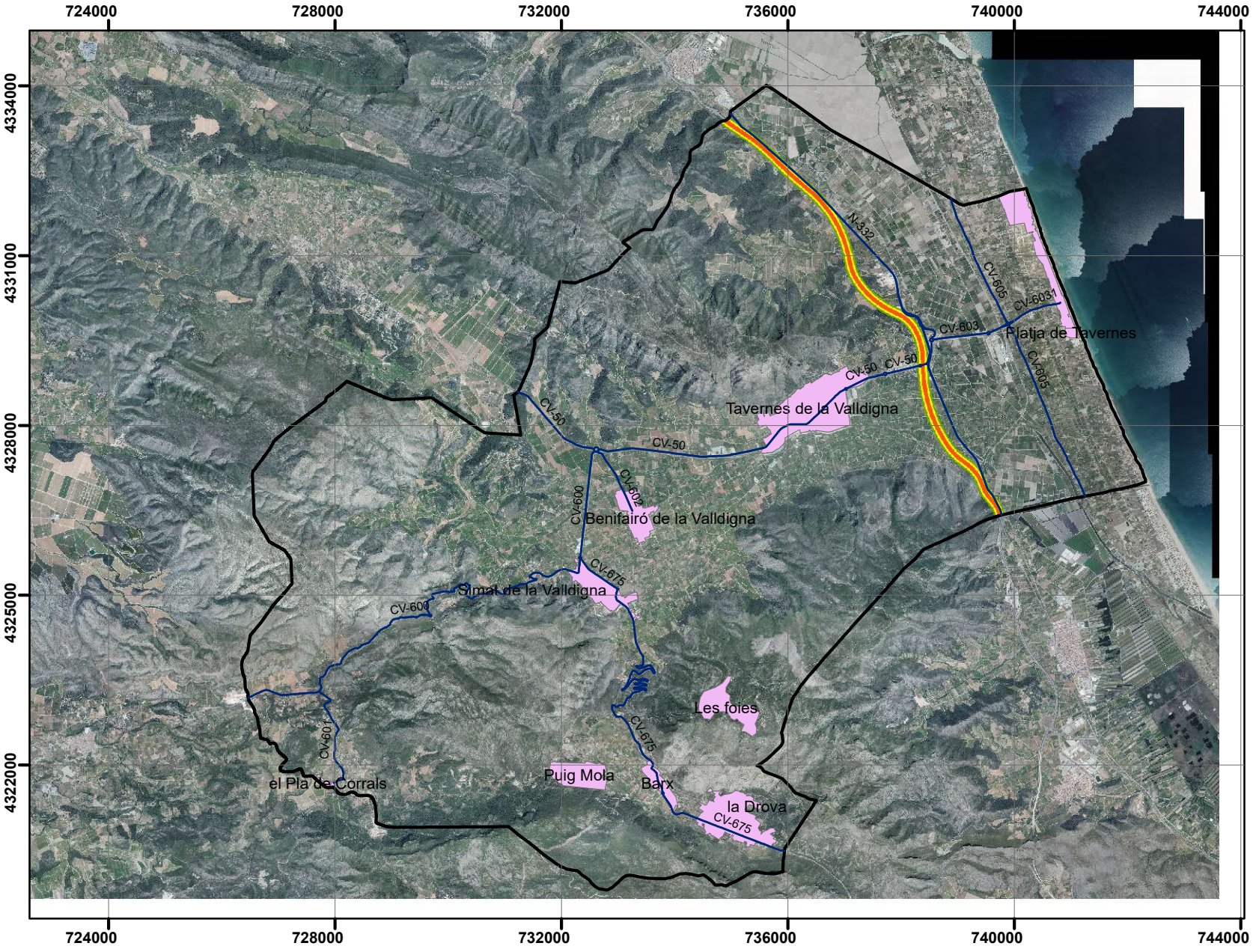
Riesgo

-  Extremo
-  Alto
-  Medio
-  Bajos
-  Muy Bajos



Información Cartográfica	
Sistema de referencia:	ETRS89
Proyección:	UTM
Huso:	30 N




	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		
	TÍTULO: Riesgo asociado a Lineas de Alta Tensión		
TUTOR:	Alfonso Fernández Sarriá	LUGAR:	La Vallidigna, Valencia
AUTOR:	Antonio Prats Palomares	Nº PLANO:	02
		ESCALA:	1:100.000
		FECHA:	18 de Noviembre 2016



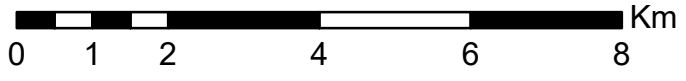
Leyenda

-  Carreteras Convencionales
-  Vallidigna
-  Núcleos Urbanos

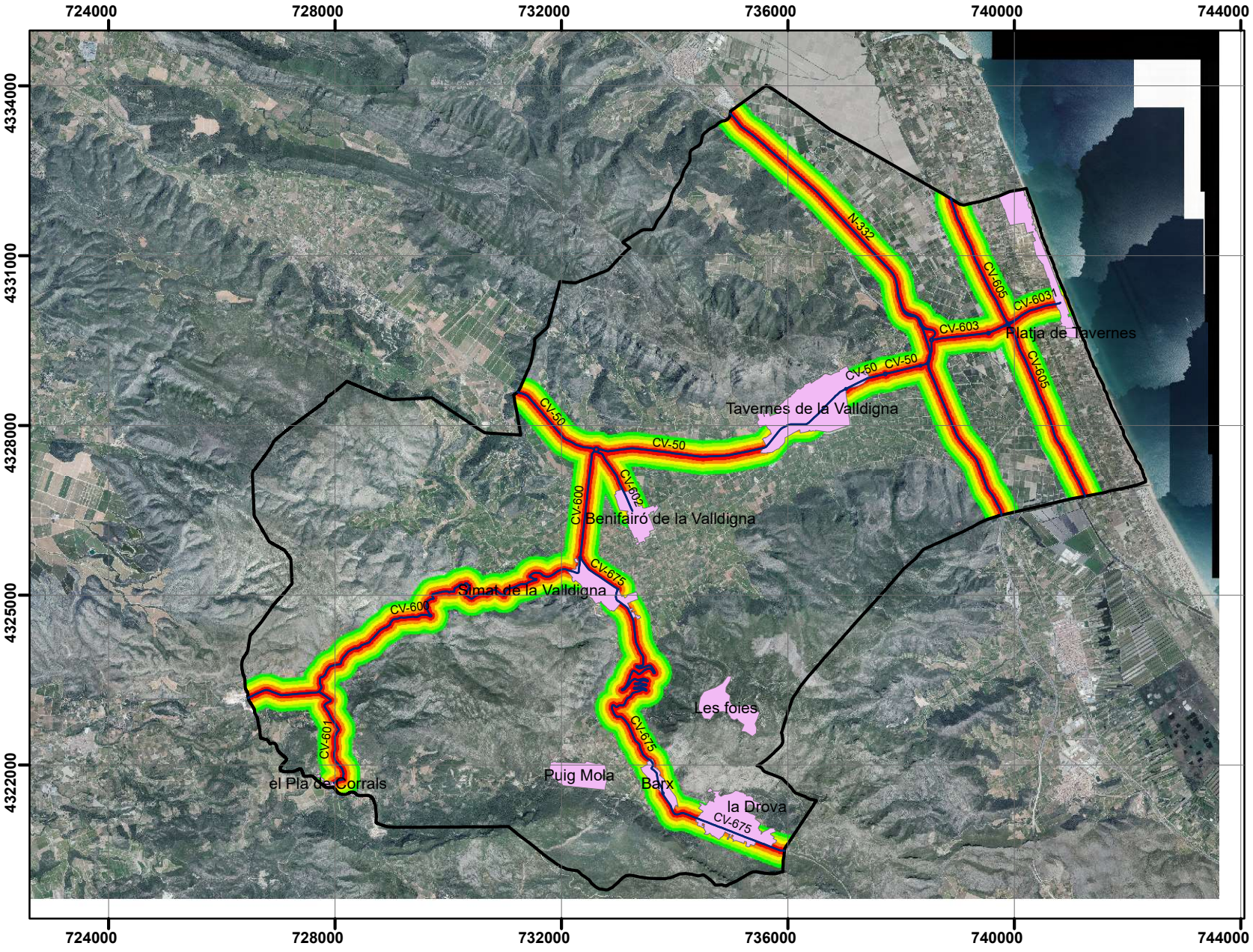
Riesgo

-  Alto
-  Medio
-  Bajo

Información Cartográfica	
Sistema de referencia:	ETRS89
Proyección:	UTM
Huso:	30 N



	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		
	TÍTULO: Riesgo asociado a las Autopistas/Autovías		
TUTOR:	Alfonso Fernández Sarriá	LUGAR:	La Vallidigna, Valencia
AUTOR:	Antonio Prats Palomares	ESCALA:	1:100.000
		FECHA:	18 de Noviembre 2016
		Nº PLANO:	03



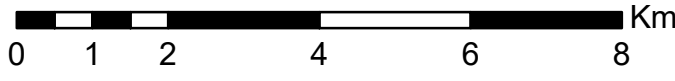
Leyenda

- Carreteras Convencionales
- Vallidigna
- Núcleos Urbanos

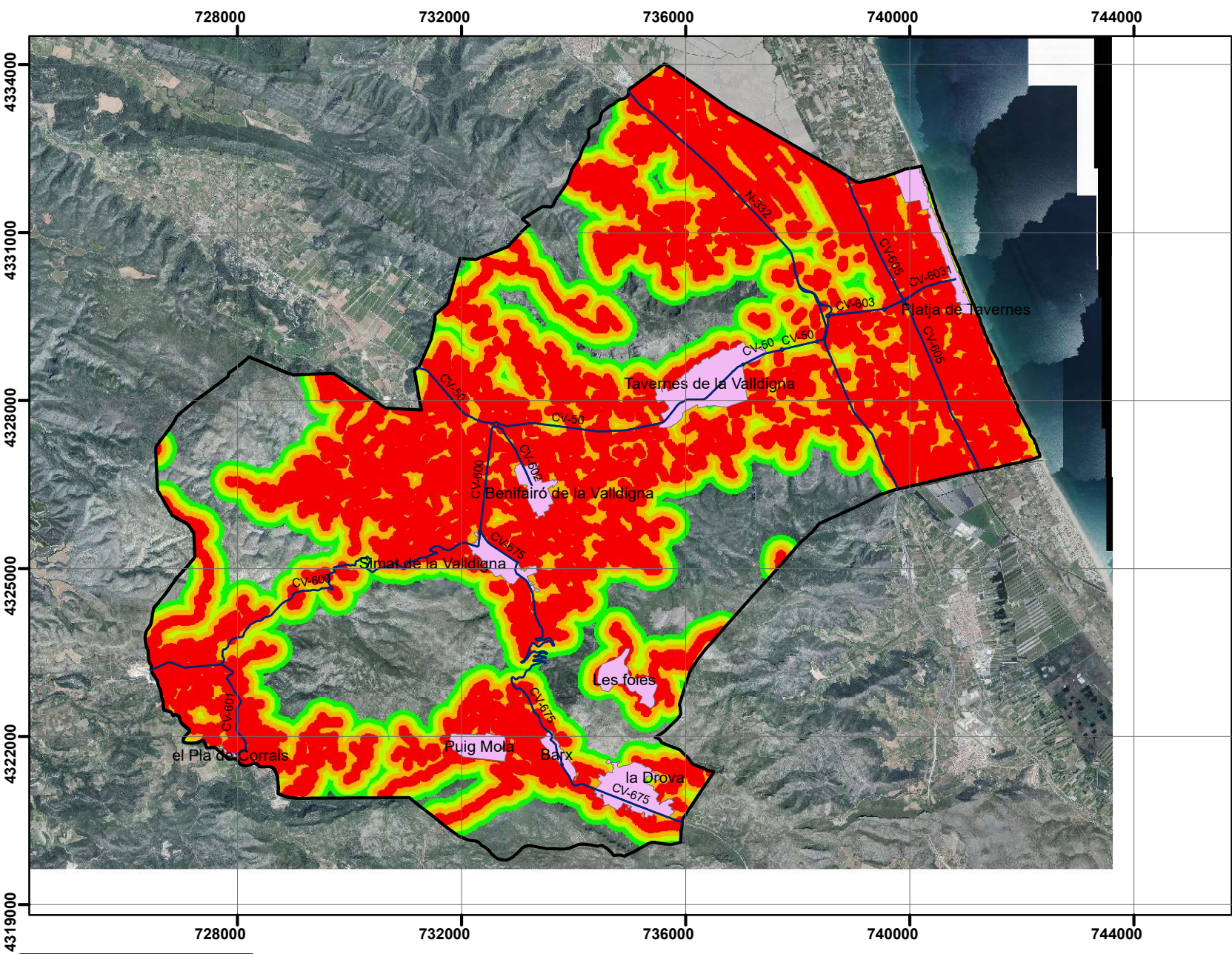
Riesgo

- Extremo
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy Bajo




Información Cartográfica	
Sistema de referencia:	ETRS89
Proyección:	UTM
Huso:	30 N







	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		
	TÍTULO: Riesgo asociado a Carreteras Convencionales		
TUTOR:	Alfonso Fernández Sarriá	LUGAR:	La Vallidigna, Valencia
AUTOR:	Antonio Prats Palomares	Nº PLANO:	04
		ESCALA:	1:100.000
		FECHA:	18 de Noviembre 2016



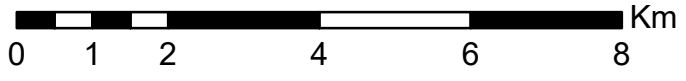
Leyenda

-  Carreteras Convencionales
-  Vallidigna
-  Núcleos Urbanos

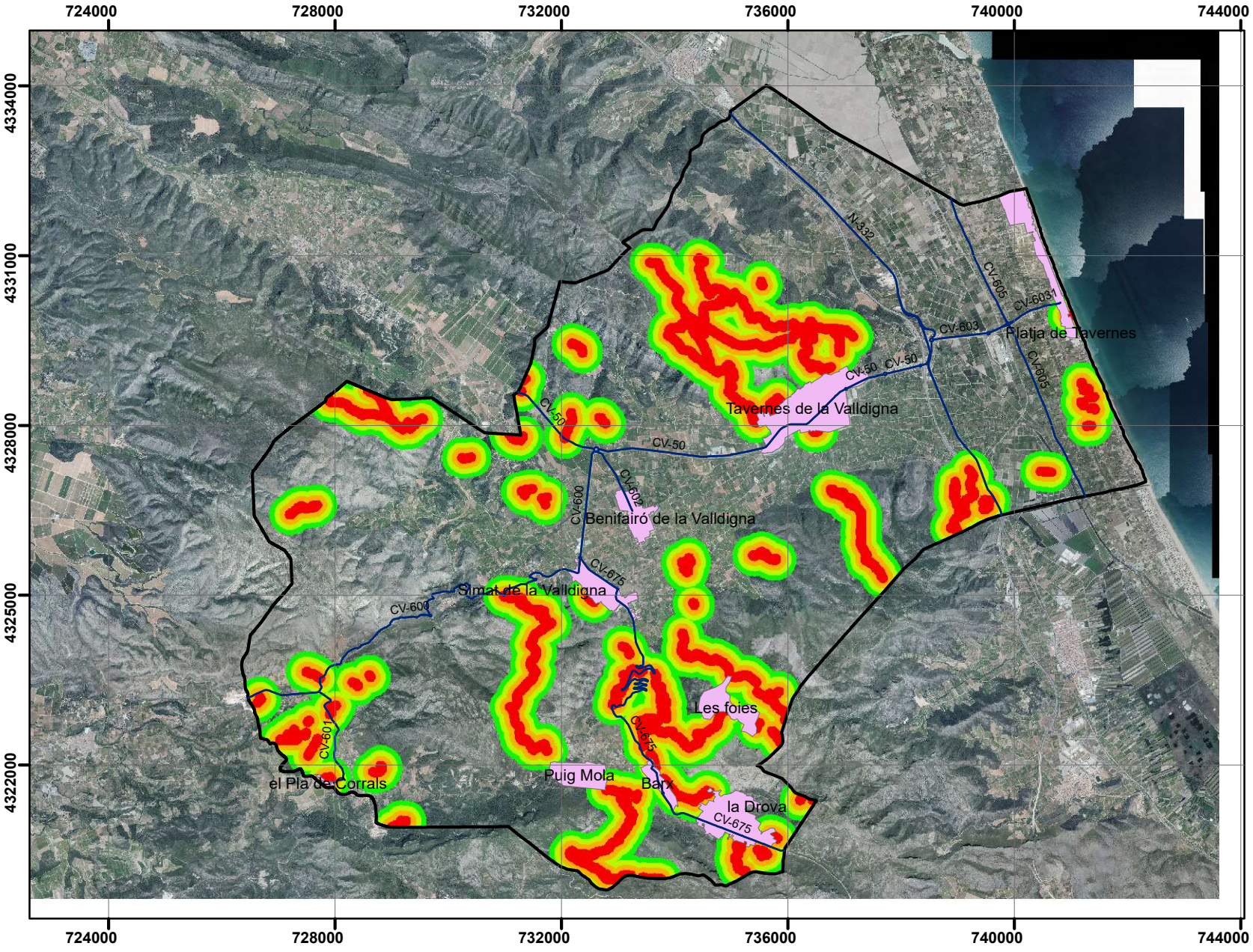
Riesgo

-  Muy Alto
-  Alto
-  Bajo
-  Muy Bajo

Información Cartográfica	
Sistema de referencia:	ETRS89
Proyección:	UTM
Huso:	30 N



	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		
	TITULO: Riesgo asociado a los Caminos		
TUTOR:	ALFONSO FERNÁNDEZ SARRIÁ	LUGAR:	La Vallidigna, Valencia
AUTOR:	ANTONIO PRATS PALOMARES	ESCALA:	1:100.000
		FECHA:	18 de Noviembre 2016
		Nº PLANO:	05



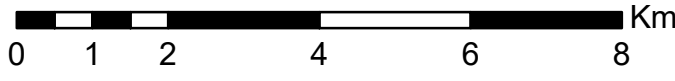
Leyenda

- Carreteras Convencionales
- Vallidigna
- Núcleos Urbanos

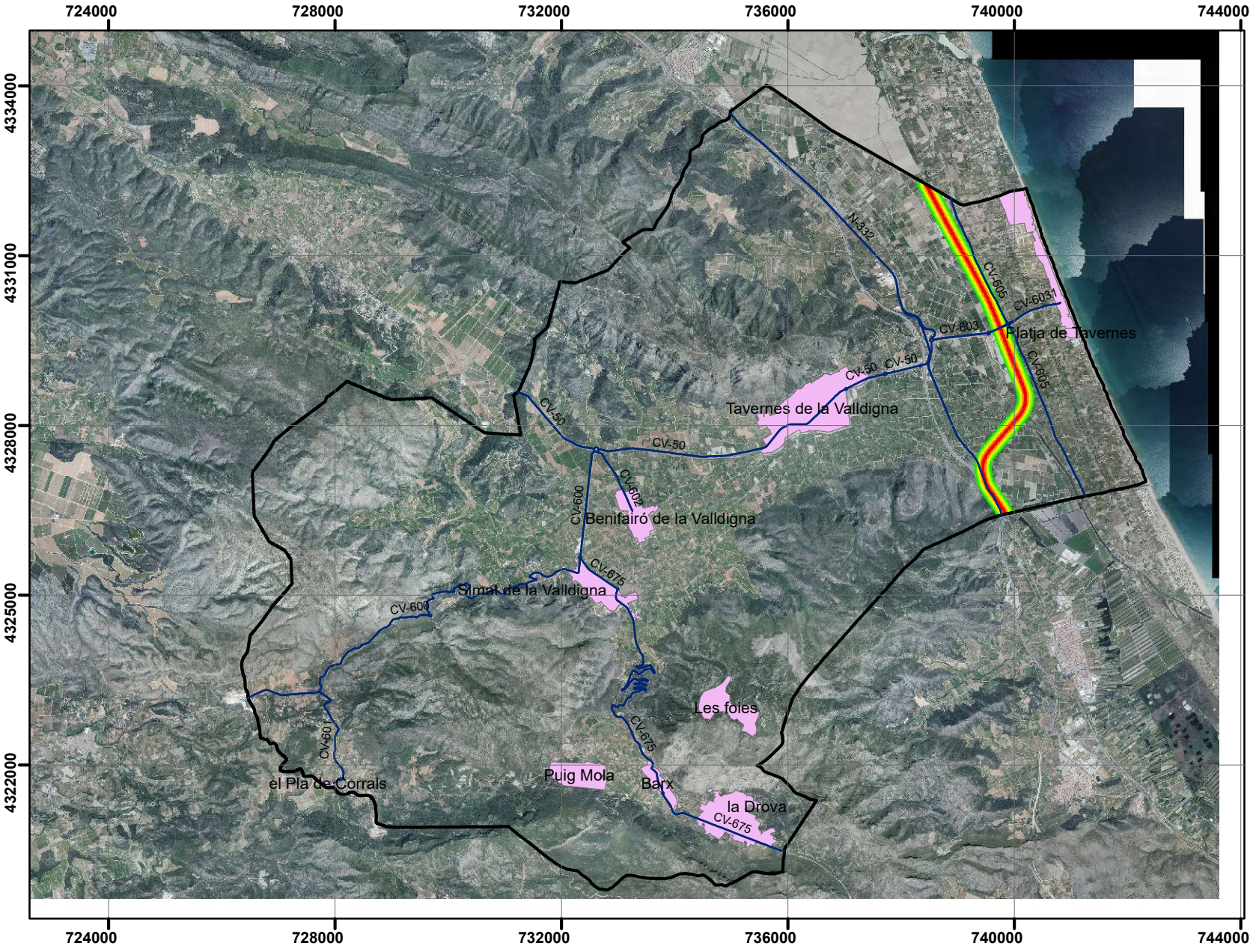
Riesgo

- Muy Alto
- Alto
- Bajo
- Muy Bajo

Información Cartográfica	
Sistema de referencia:	ETRS89
Proyección:	UTM
Huso:	30 N



	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		
	TÍTULO: Riesgo asociado a las Sendas		
TUTOR:	Alfonso Fernández Sarriá	LUGAR:	La Vallidigna, Valencia
AUTOR:	Antonio Prats Palomares	ESCALA:	1:100.000
		FECHA:	18 de Noviembre 2016
		Nº PLANO:	06



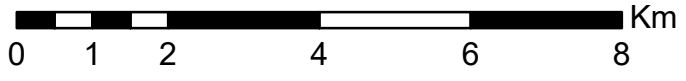
Leyenda

- Carreteras Convencionales
- Vallidigna
- Núcleos Urbanos

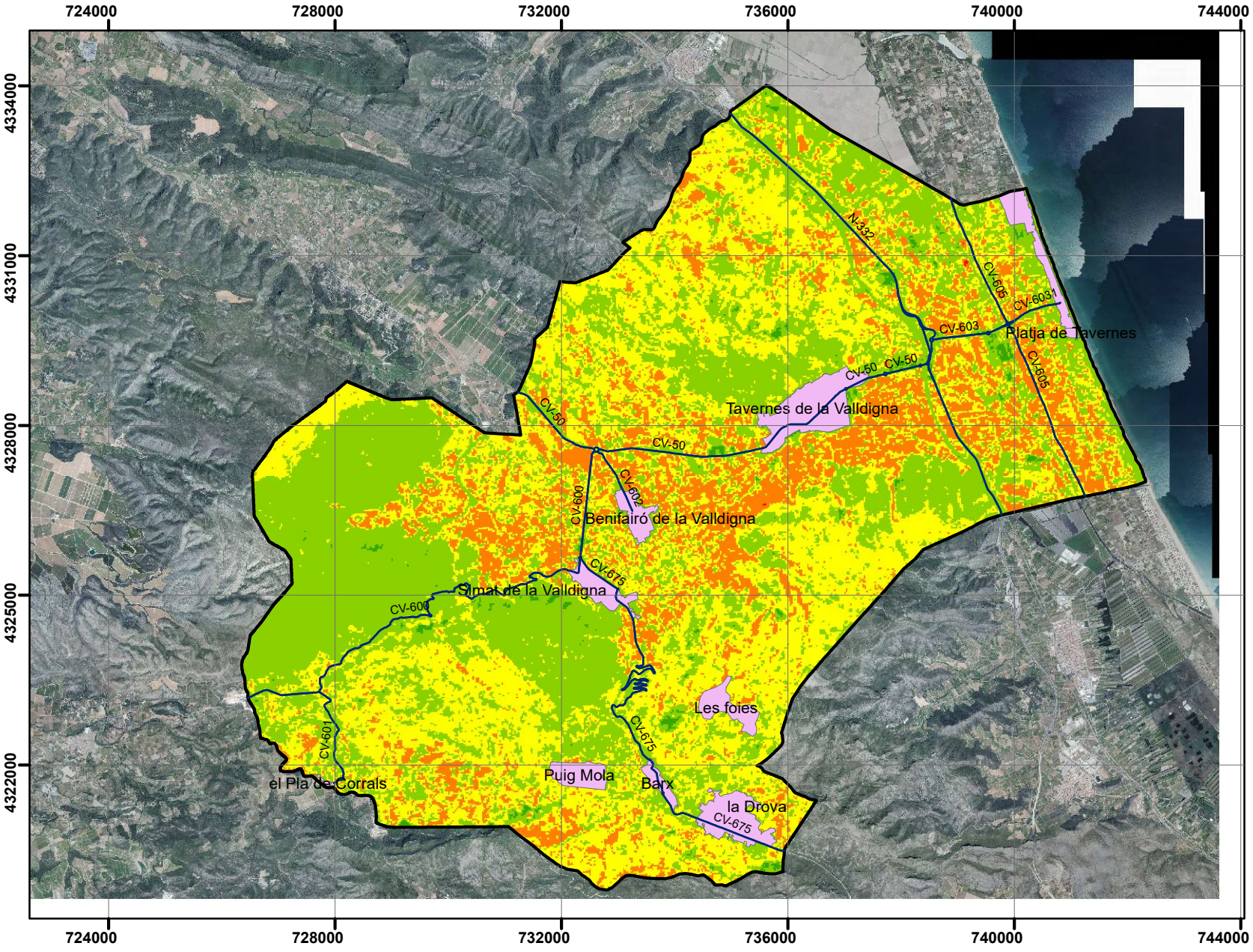
Riesgo

- Extremo
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy Bajo




Información Cartográfica	
Sistema de referencia:	ETRS89
Proyección:	UTM
Huso:	30 N








	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		
	TÍTULO: Riesgo asociado a Ferrocarril		
TUTOR:	Alfonso Fernández Sarriá	LUGAR:	La Vallidigna, Valencia
AUTOR:	Antonio Prats Palomares	Nº PLANO:	07
		ESCALA:	1:100.000
		FECHA:	18 de Noviembre 2016



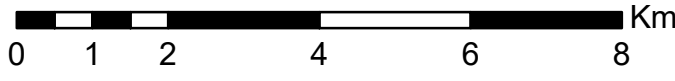
Leyenda

-  Carreteras Convencionales
-  Vallidigna
-  Núcleos Urbanos

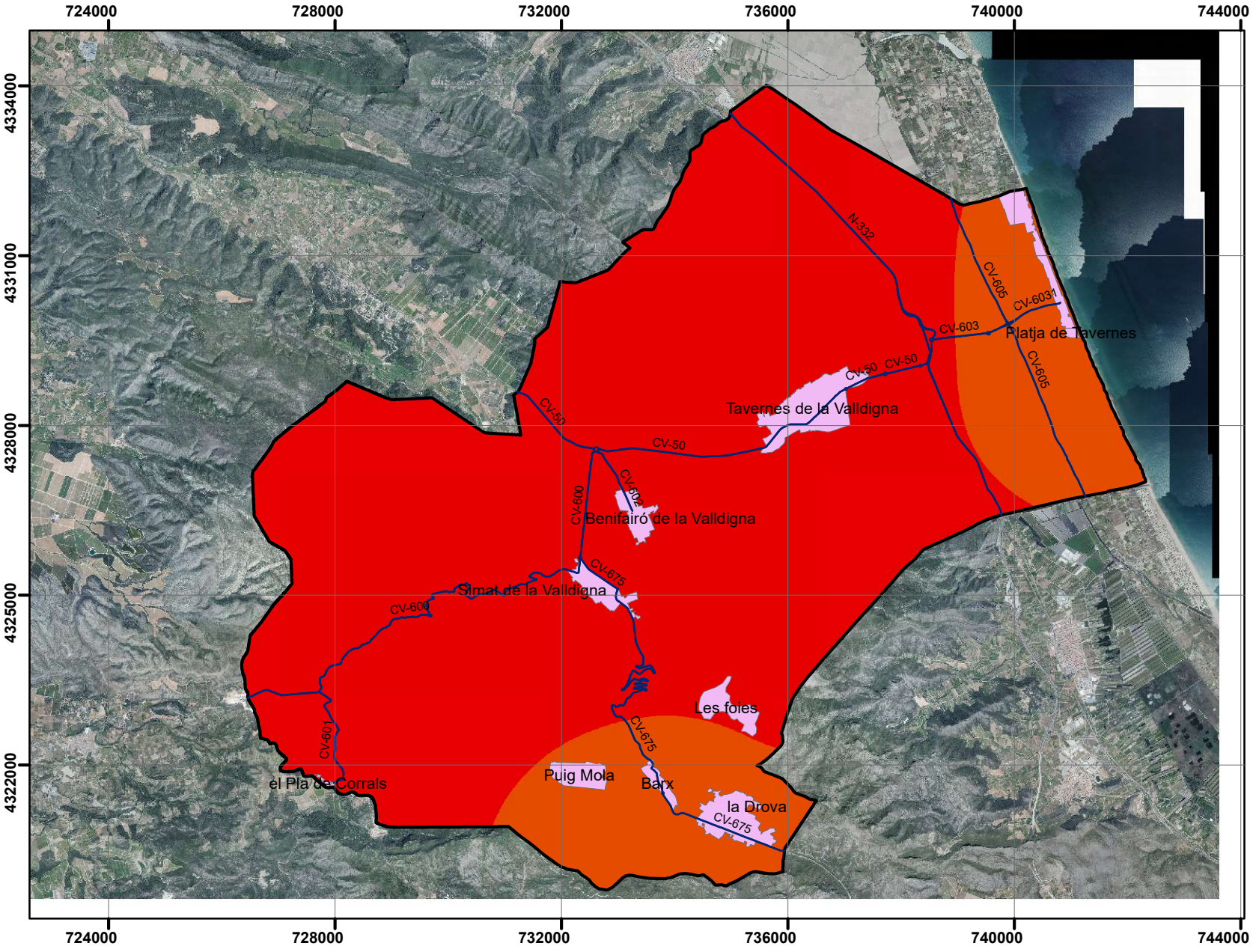
Riesgo

-  Muy Bajo
-  Bajo
-  Medio
-  Alto
-  Extremo

Información Cartográfica	
Sistema de referencia:	ETRS89
Proyección:	UTM
Huso:	30 N



	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		
	TITULO: Riesgo asociado a Índice de Vegetación		
TUTOR:	Alfonso Fernández Sarriá	LUGAR:	La Vallidigna, Valencia
AUTOR:	Antonio Prats Palomares	ESCALA:	1:100.000
		FECHA:	18 de Noviembre 2016
		Nº PLANO:	08



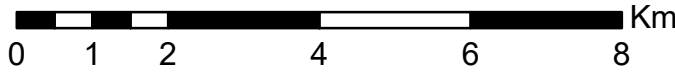
Leyenda

- Carreteras Convencionales
- Vallidigna
- Núcleos Urbanos

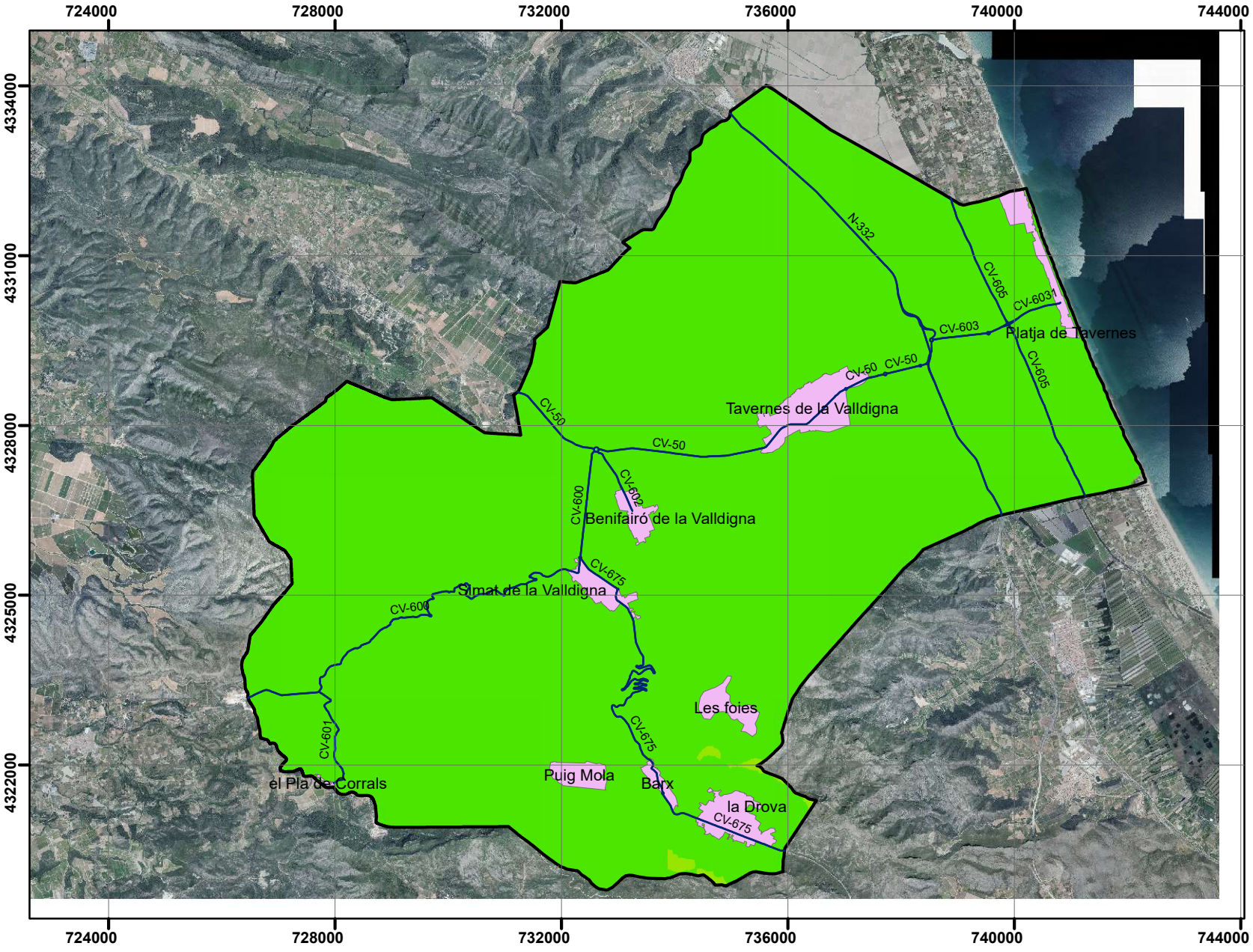
Riesgo

- Muy Alta
- Extrema



Información Cartográfica	
Sistema de referencia:	ETRS89
Proyección:	UTM
Huso:	30 N




	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		
	TÍTULO: Riesgo asociado a las Precipitaciones		
TUTOR:	Alfonso Fernández Sarriá	LUGAR:	La Vallidigna, Valencia
AUTOR:	Antonio Prats Palomares	Nº PLANO:	09
		ESCALA:	1:100.000
		FECHA:	18 de Noviembre 2016



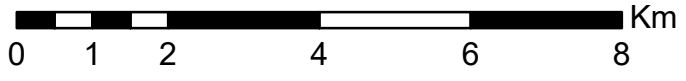
Leyenda

-  Carreteras Convencionales
-  Vallidigna
-  Núcleos Urbanos

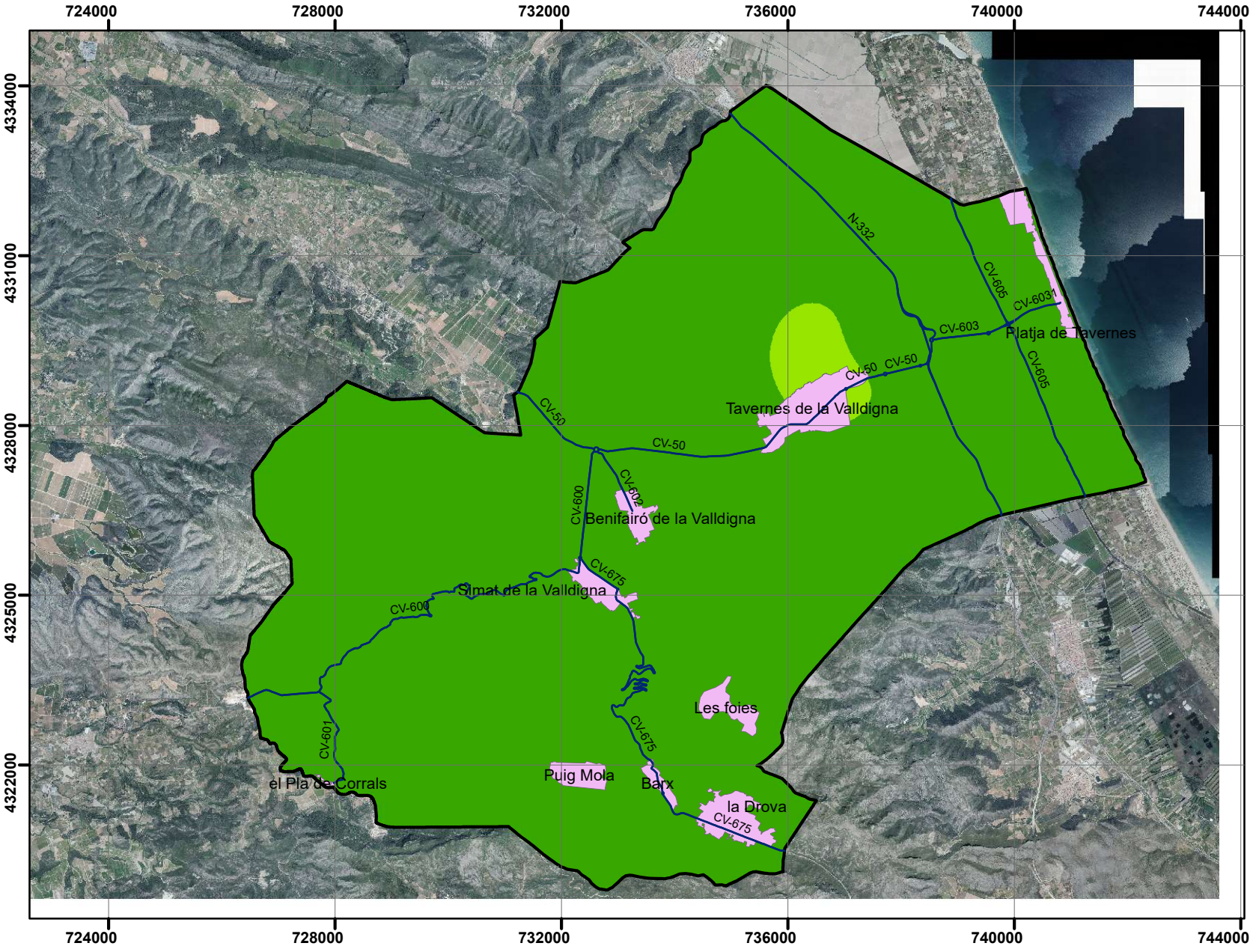
Riesgo

-  Muy Bajo
-  Bajo

Información Cartográfica	
Sistema de referencia:	ETRS89
Proyección:	UTM
Huso:	30 N



	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		
	TITULO: Riesgo asociado a las Altitudes		
TUTOR:	Alfonso Fernández Sarriá	LUGAR:	La Vallidigna, Valencia
AUTOR:	Antonio Prats Palomares	ESCALA:	1:100.000
		FECHA:	18 de Noviembre 2016
		Nº PLANO:	10



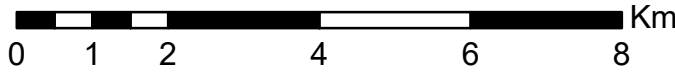
Leyenda

- Carreteras Convencionales
- Vallidigna
- Núcleos Urbanos

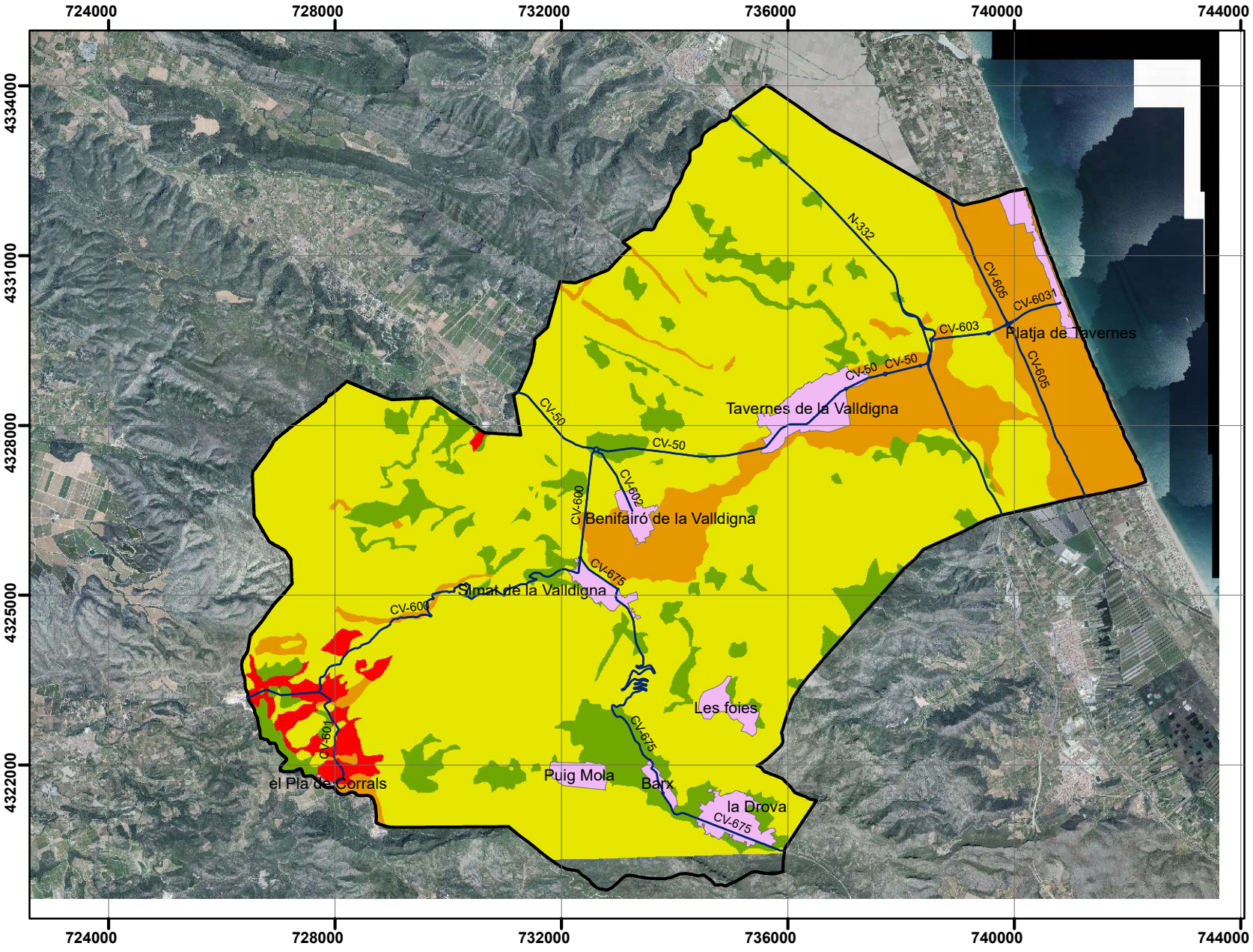
Riesgo

- Muy Bajo
- Bajo

Información Cartográfica	
Sistema de referencia:	ETRS89
Proyección:	UTM
Huso:	30 N



	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		
	TITULO: Riesgo asociado a las Temperaturas		
TUTOR:	Alfonso Fernández Sarriá	LUGAR:	La Vallidigna, Valencia
AUTOR:	Antonio Prats Palomares	ESCALA:	1:100.000
		FECHA:	18 de Noviembre 2016
		Nº PLANO:	11



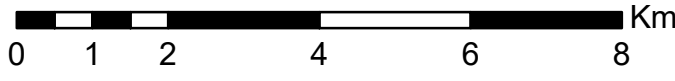
Leyenda

-  Carreteras Convencionales
-  Vallidigna
-  Núcleos Urbanos

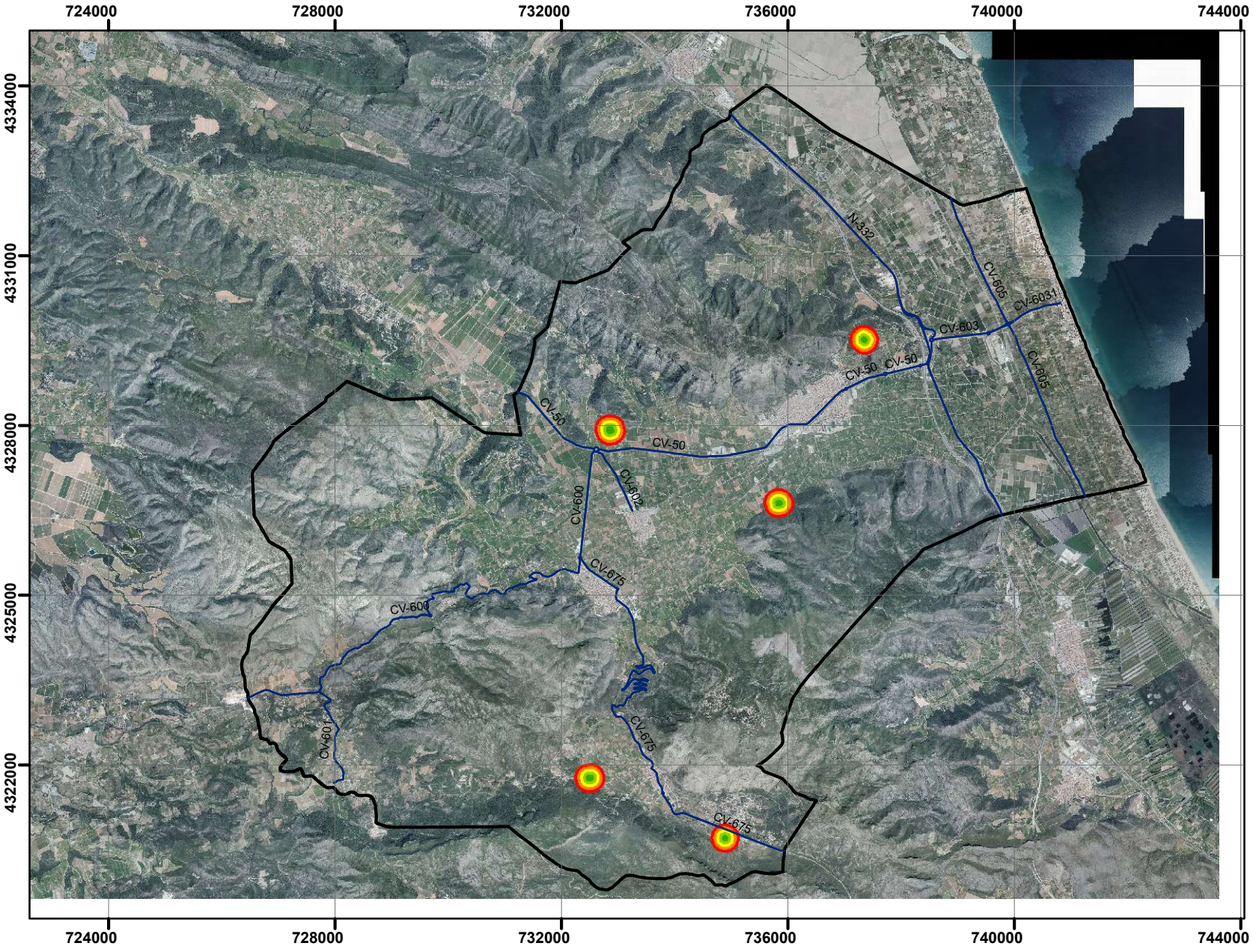
Riesgo

-  Bajo
-  Medio
-  Alto
-  Extremo

Información Cartográfica	
Sistema de referencia:	ETRS89
Proyección:	UTM
Huso:	30 N



	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		
	TÍTULO: Riesgo asociado a la retención de Agua en el Suelo		
TUTOR:	Alfonso Fernández Sarriá	LUGAR:	La Vallidigna, Valencia
AUTOR:	Antonio Prats Palomares	Nº PLANO:	12
		ESCALA:	1:100.000
		FECHA:	18 de Noviembre 2016



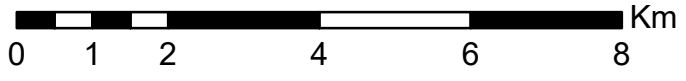
Leyenda

- Carreteras Convencionales
- Valldigna

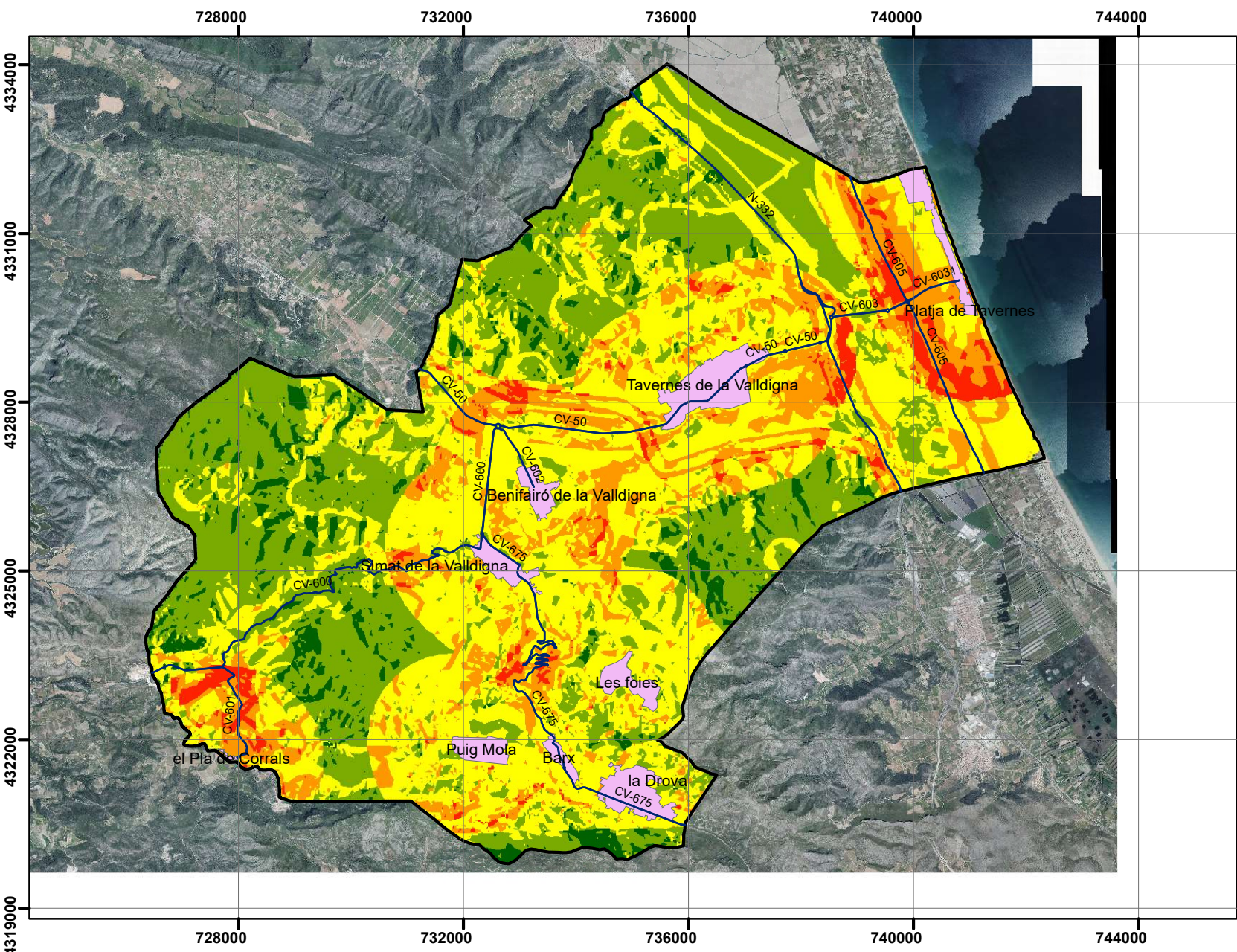
Riesgo

- Muy Baja
- Baja
- Media
- Alta
- Extrema




Información Cartográfica	
Sistema de referencia:	ETRS89
Proyección:	UTM
Huso:	30 N








	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		
	TITULO: Riesgo asociado a las Zonas Recreativas		
TUTOR:	Alfonso Fernández Sarriá	LUGAR:	La Valldigna, Valencia
AUTOR:	Antonio Prats Palomares	ESCALA:	1:100.000
		FECHA:	18 de Noviembre 2016
		Nº PLANO:	13



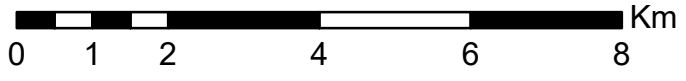
Leyenda

-  Carreteras Convencionales
-  Vallidigna
-  Núcleos Urbanos

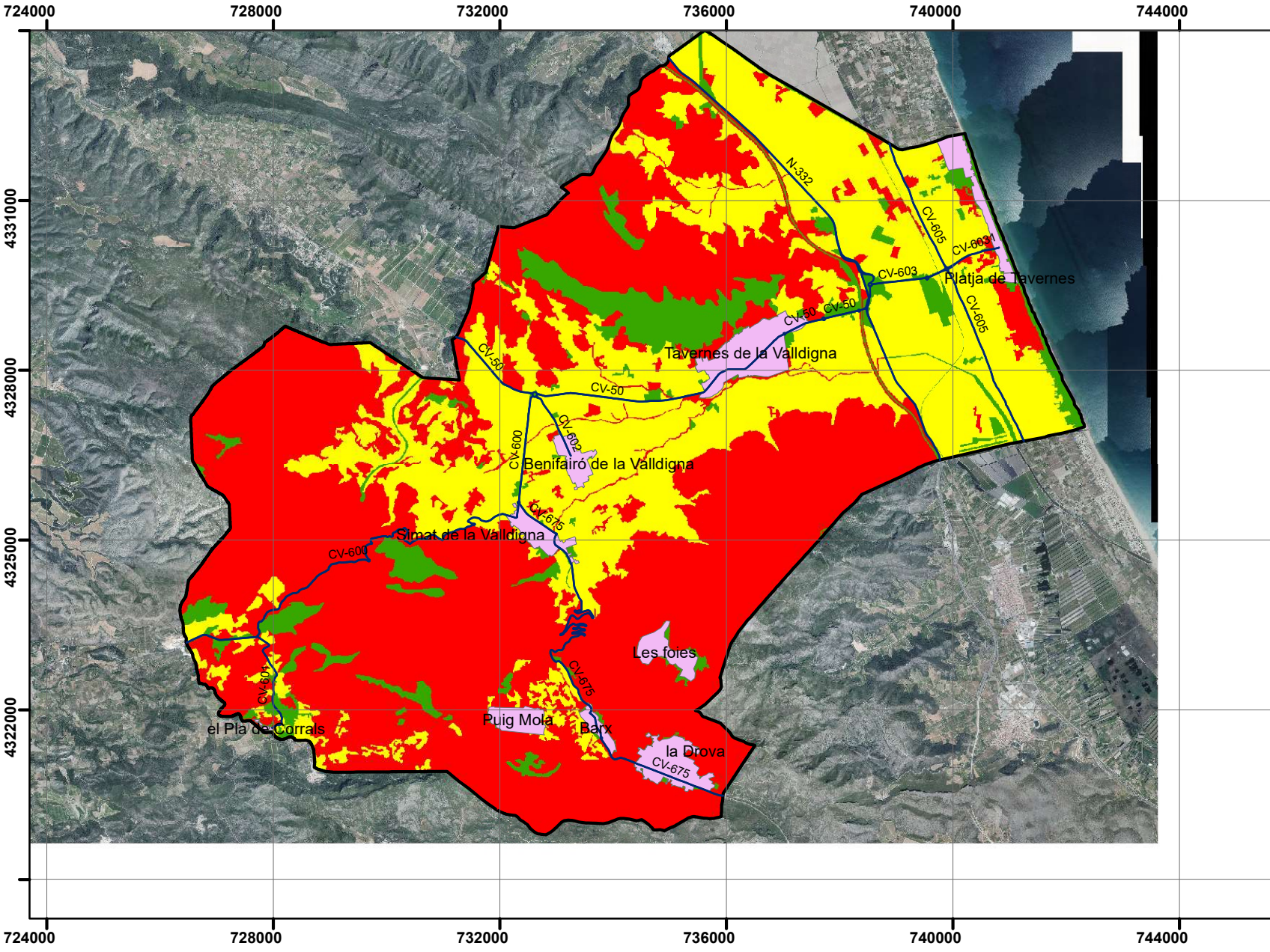
Riesgo

-  Muy Bajo
-  Bajo
-  Medio
-  Alto
-  Extremo

Información Cartográfica	
Sistema de referencia:	ETRS89
Proyección:	UTM
Huso:	30 N



	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		
	TITULO: Riesgo de Ignición		
TUTOR:	ALFONSO FERNÁNDEZ SARRIÁ	LUGAR:	La Vallidigna, Valencia
AUTOR:	ANTONIO PRATS PALOMARES	ESCALA:	1:100.000
		FECHA:	18 de Noviembre 2016
		Nº PLANO:	14



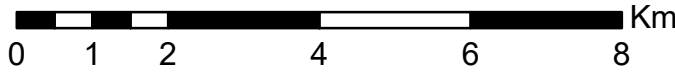
Legenda

-  Carreteras Convencionales
-  Vall d'Alldigna
-  Núcleos Urbanos

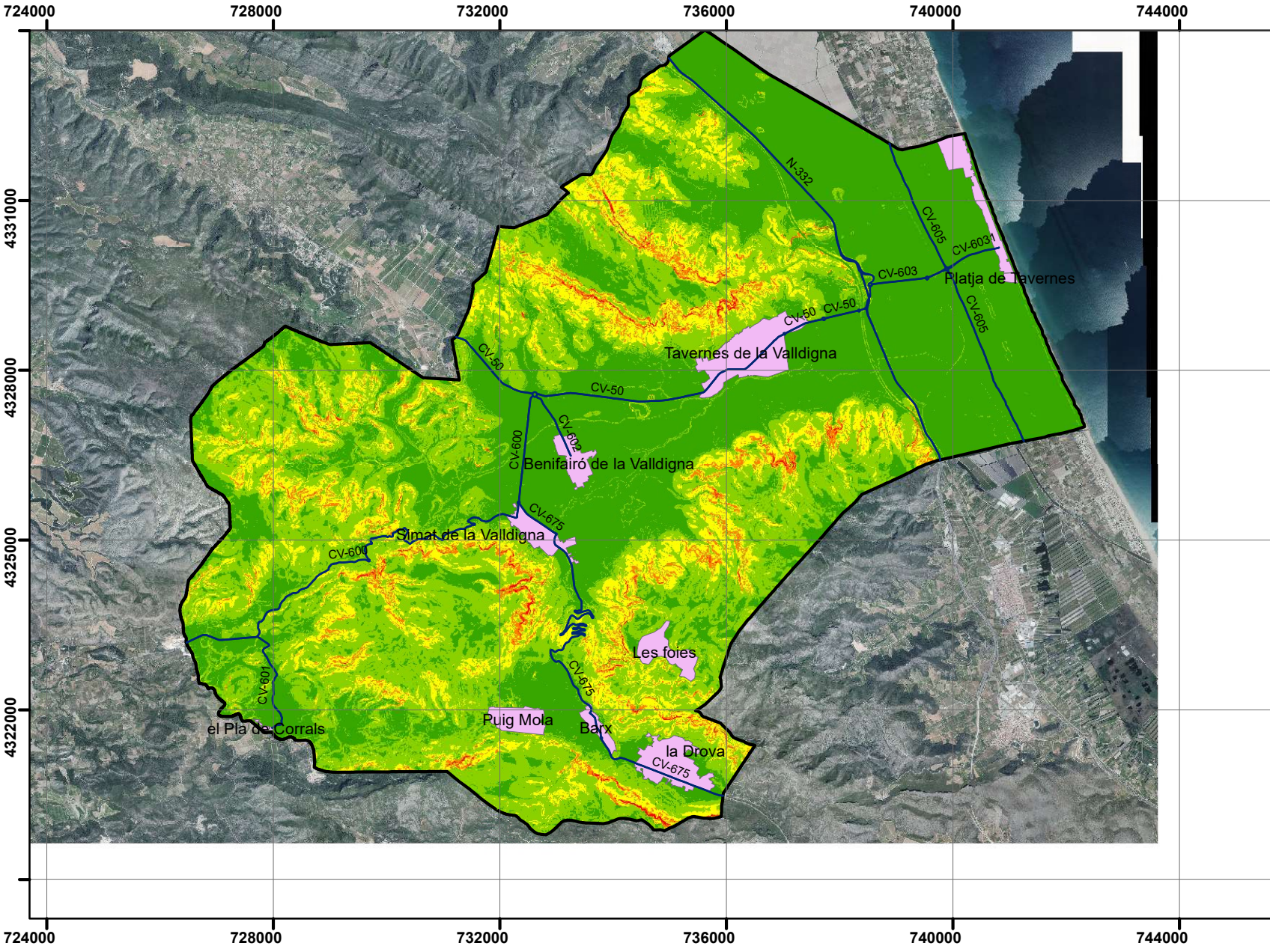
Riesgo

-  Muy Bajo
-  Medio
-  Extremo

Información Cartográfica	
Sistema de referencia:	ETRS89
Proyección:	UTM
Huso:	30 N



 UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		
TÍTULO: Riesgo asociado a la Combustibilidad de la Vegetación		
TUTOR:	LUGAR:	Nº PLANO:
Alfonso Fernández Sarriá	La Vall d'Alldigna, Valencia	15
AUTOR:	ESCALA:	FECHA:
Antonio Prats Palomares	1:100.000	18 de Noviembre 2016



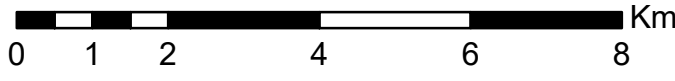
Leyenda

- Carreteras Convencionales
- Vallidigna
- Núcleos Urbanos

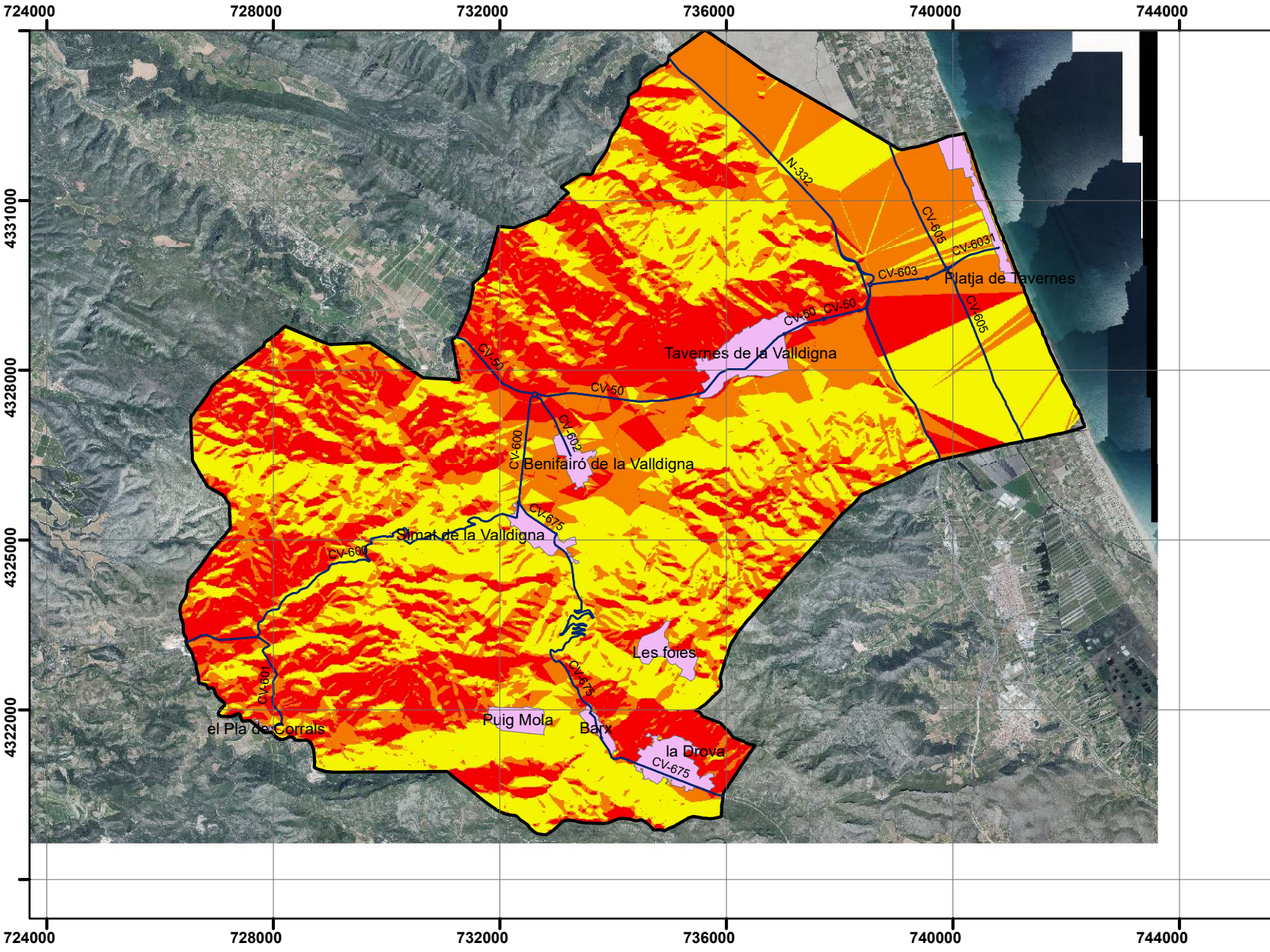
Riesgo

- Muy Bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Extremo

Información Cartográfica	
Sistema de referencia:	ETRS89
Proyección:	UTM
Huso:	30 N



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		TÍTULO: Riesgo asociado a la Pendiente	
		TUTOR: Alfonso Fernández Sarriá	LUGAR: La Vallidigna, Valencia
AUTOR: Antonio Prats Palomares		ESCALA: 1:100.000	Nº PLANO: 16
		FECHA: 18 de Noviembre 2016	



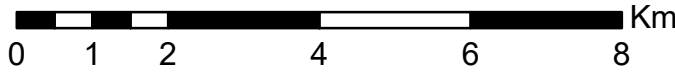
Legenda

-  Carreteras Convencionales
-  Vallidigna
-  Núcleos Urbanos

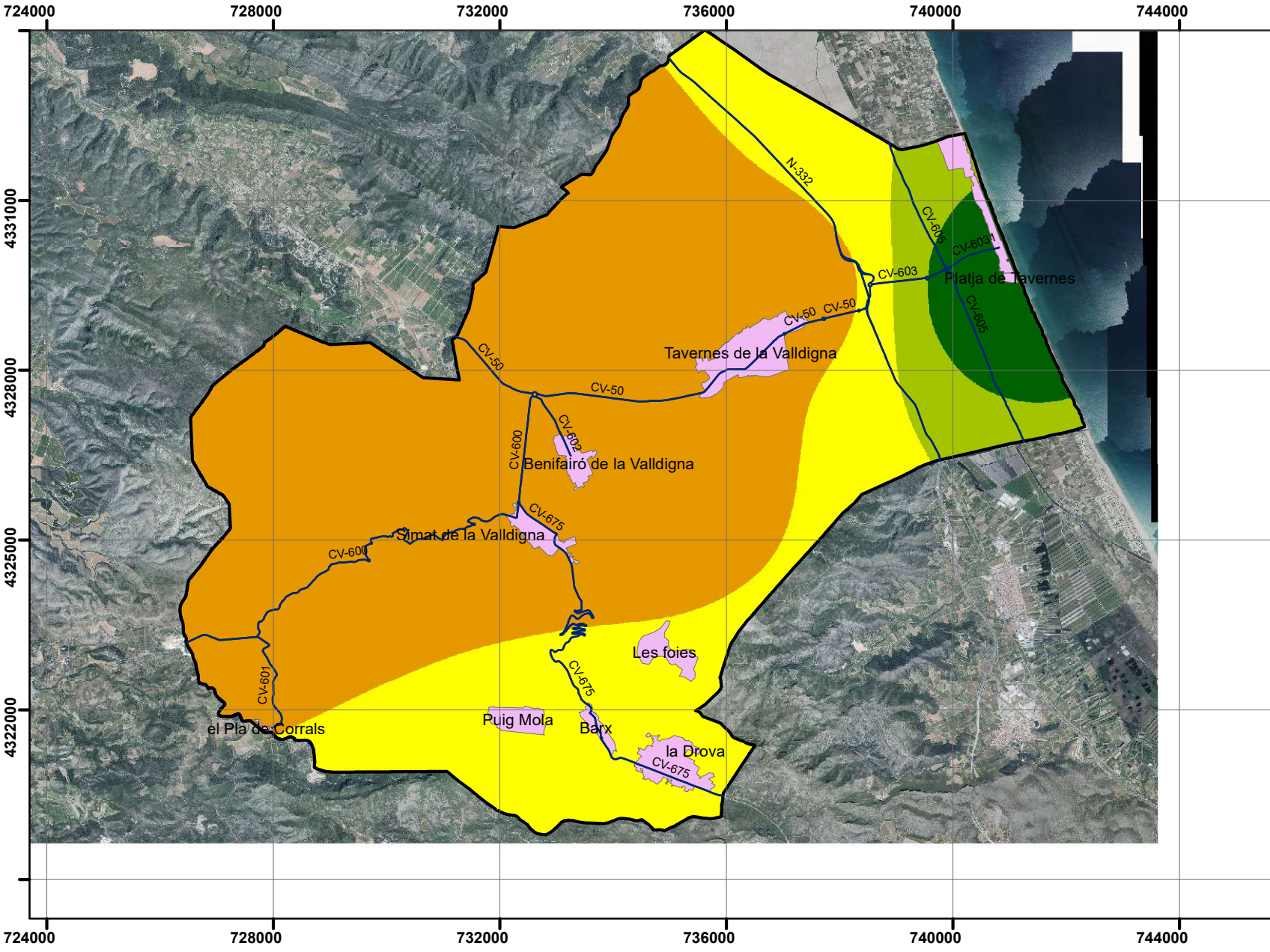
Riesgo

-  Medio
-  Alto
-  Extremo

Información Cartográfica	
Sistema de referencia:	ETRS89
Proyección:	UTM
Huso:	30 N



 UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		TÍTULO: Riesgo asociado a la Orientación	
		TUTOR: Alfonso Fernández Sarriá	LUGAR: La Vallidigna, Valencia
AUTOR: Antonio Prats Palomares		ESCALA: 1:100.000	Nº PLANO: 17
		FECHA: 18 de Noviembre 2016	



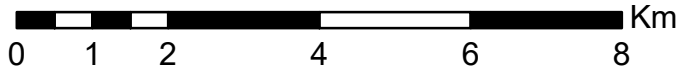
Leyenda

- Carreteras Convencionales
- Vallidigna
- Núcleos Urbanos

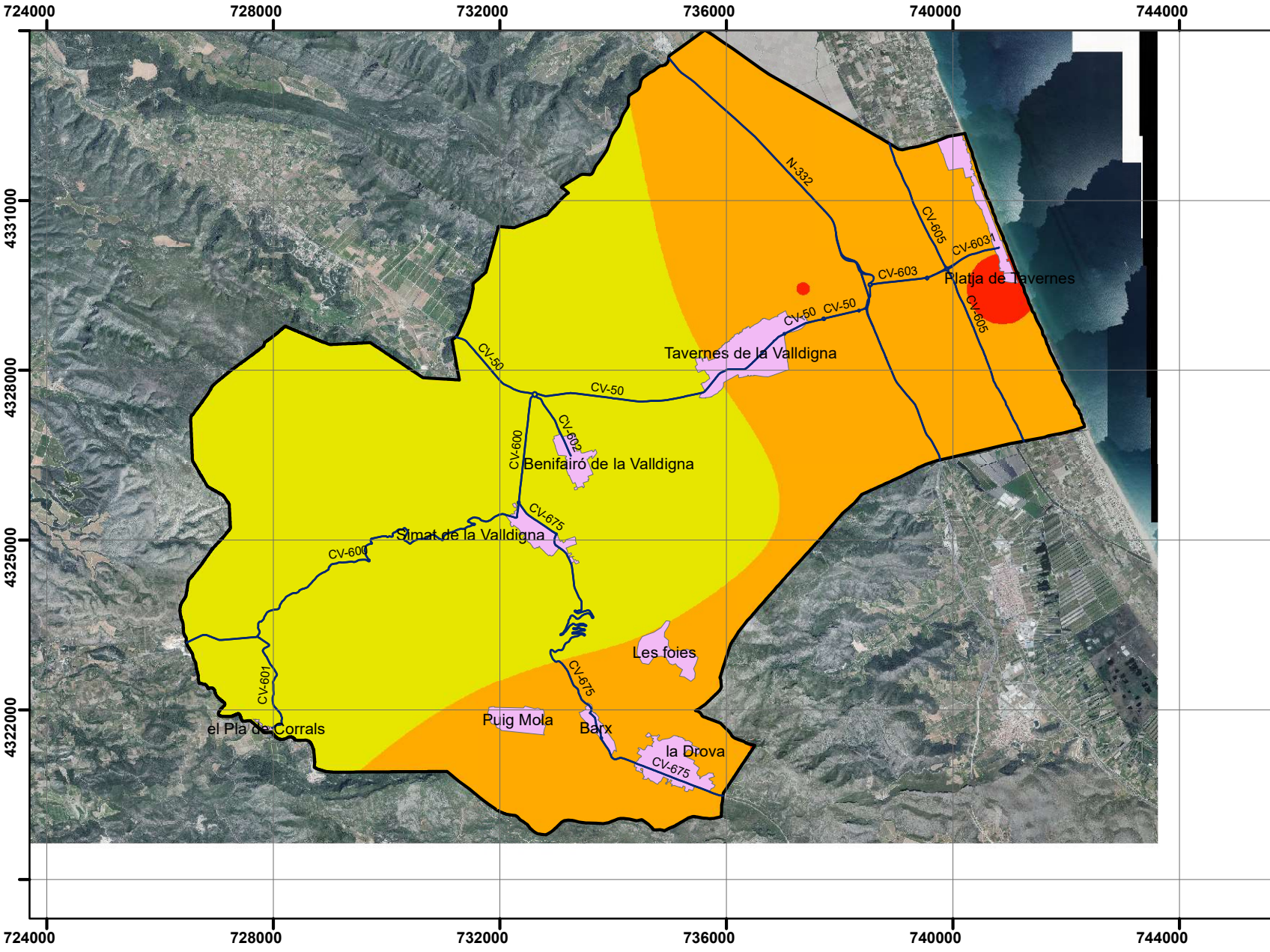
Riesgo

- Muy Bajo
- Bajo
- Medio
- Alto

Información Cartográfica	
Sistema de referencia:	ETRS89
Proyección:	UTM
Huso:	30 N



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		
TÍTULO: Riesgo asociado a la Dirección del Viento		
TUTOR: Alfonso Fernández Sarriá	LUGAR: La Vallidigna, Valencia	Nº PLANO: 18
AUTOR: Antonio Prats Palomares		ESCALA: 1:100.000
		FECHA: 18 de Noviembre 2016



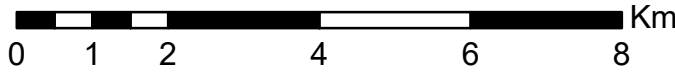
Leyenda


-  Carreteras Convencionales
-  Vallidigna
-  Núcleos Urbanos

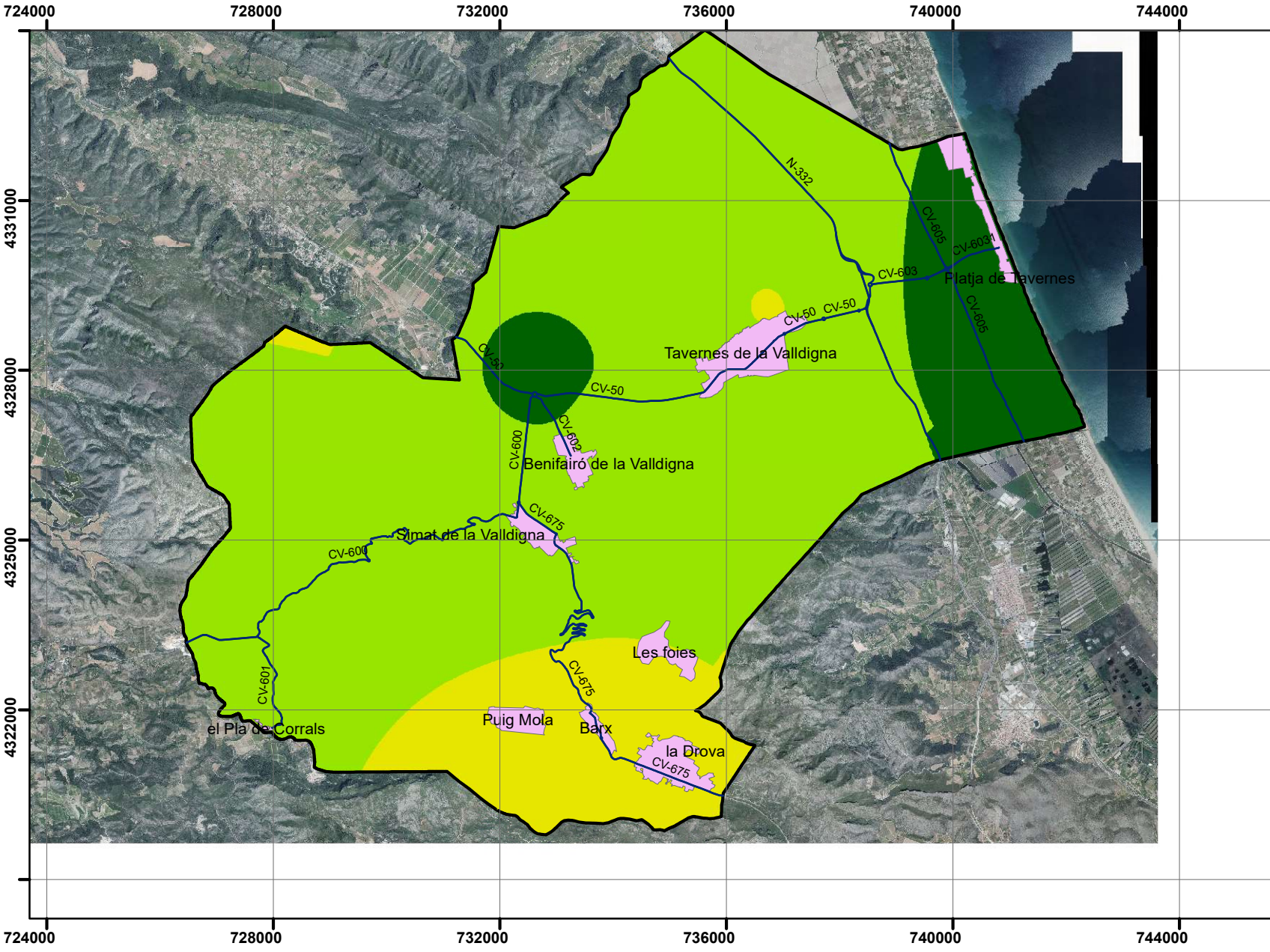
Riesgo

-  Medio
-  Alto
-  Extremo

Información Cartográfica	
Sistema de referencia:	ETRS89
Proyección:	UTM
Huso:	30 N



 UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		TÍTULO: Riesgo asociado a la Velocidad del Viento	
		TUTOR: Alfonso Fernández Sarriá	LUGAR: La Vallidigna, Valencia
AUTOR: Antonio Prats Palomares		ESCALA: 1:100.000	Nº PLANO: 19
		FECHA: 18 de Noviembre 2016	



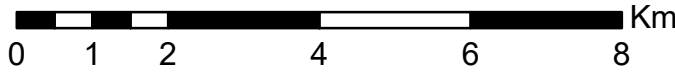
Leyenda

-  Carreteras Convencionales
-  Vallidigna
-  Núcleos Urbanos

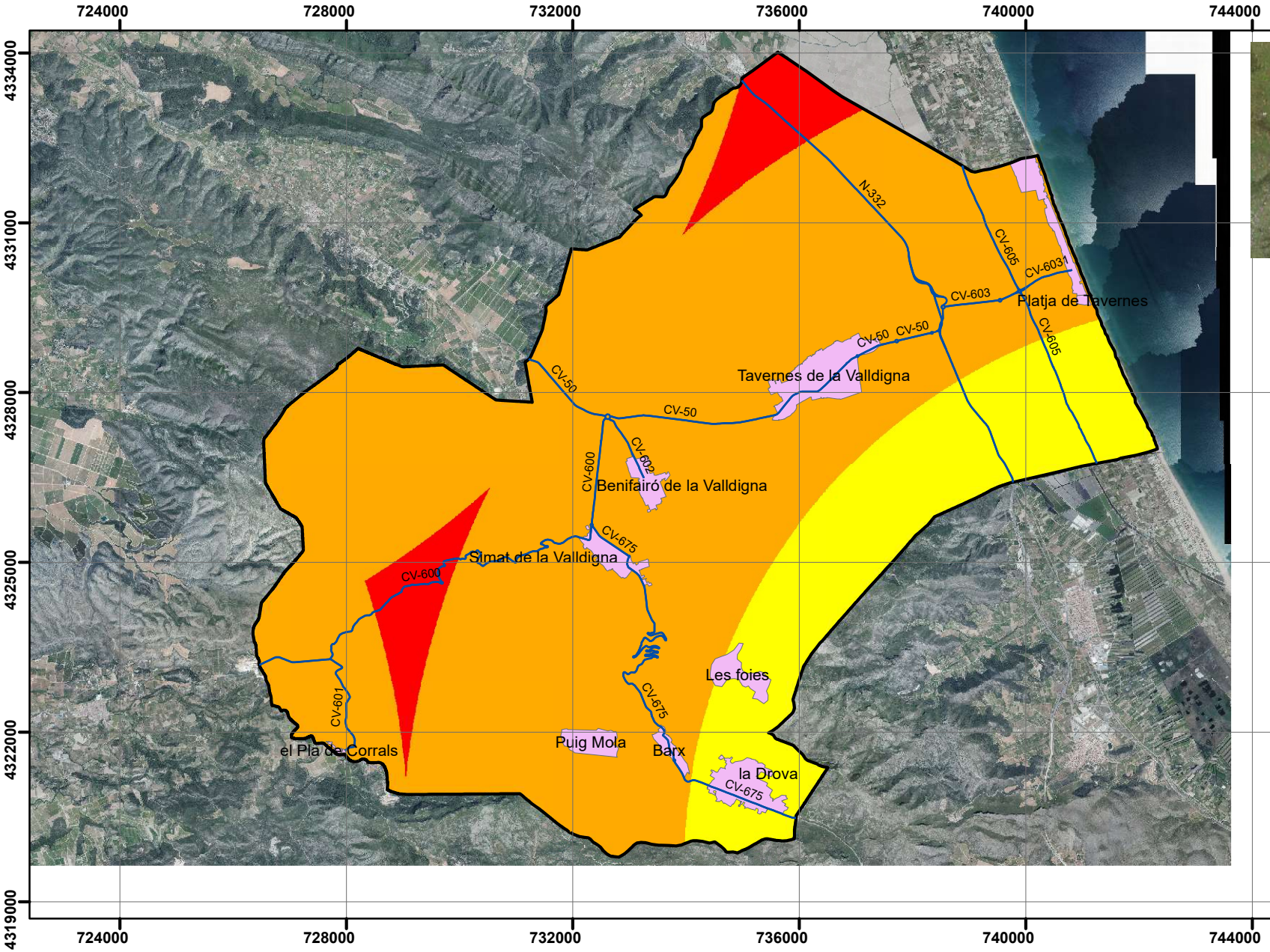
Riesgo

-  Muy Bajo
-  Bajo
-  Medio




Información Cartográfica	
Sistema de referencia:	ETRS89
Proyección:	UTM
Huso:	30 N





	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		
	TÍTULO: Riesgo asociado a la Humedad		
TUTOR:	Alfonso Fernández Sarriá	LUGAR:	La Vallidigna, Valencia
AUTOR:	Antonio Prats Palomares	ESCALA:	1:100.000
		FECHA:	18 de Noviembre 2016
		Nº PLANO:	20



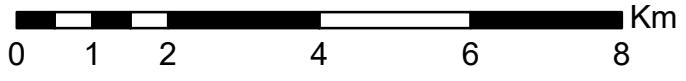
Leyenda

-  Carreteras Convencionales
-  Vallidigna
-  Núcleos Urbanos

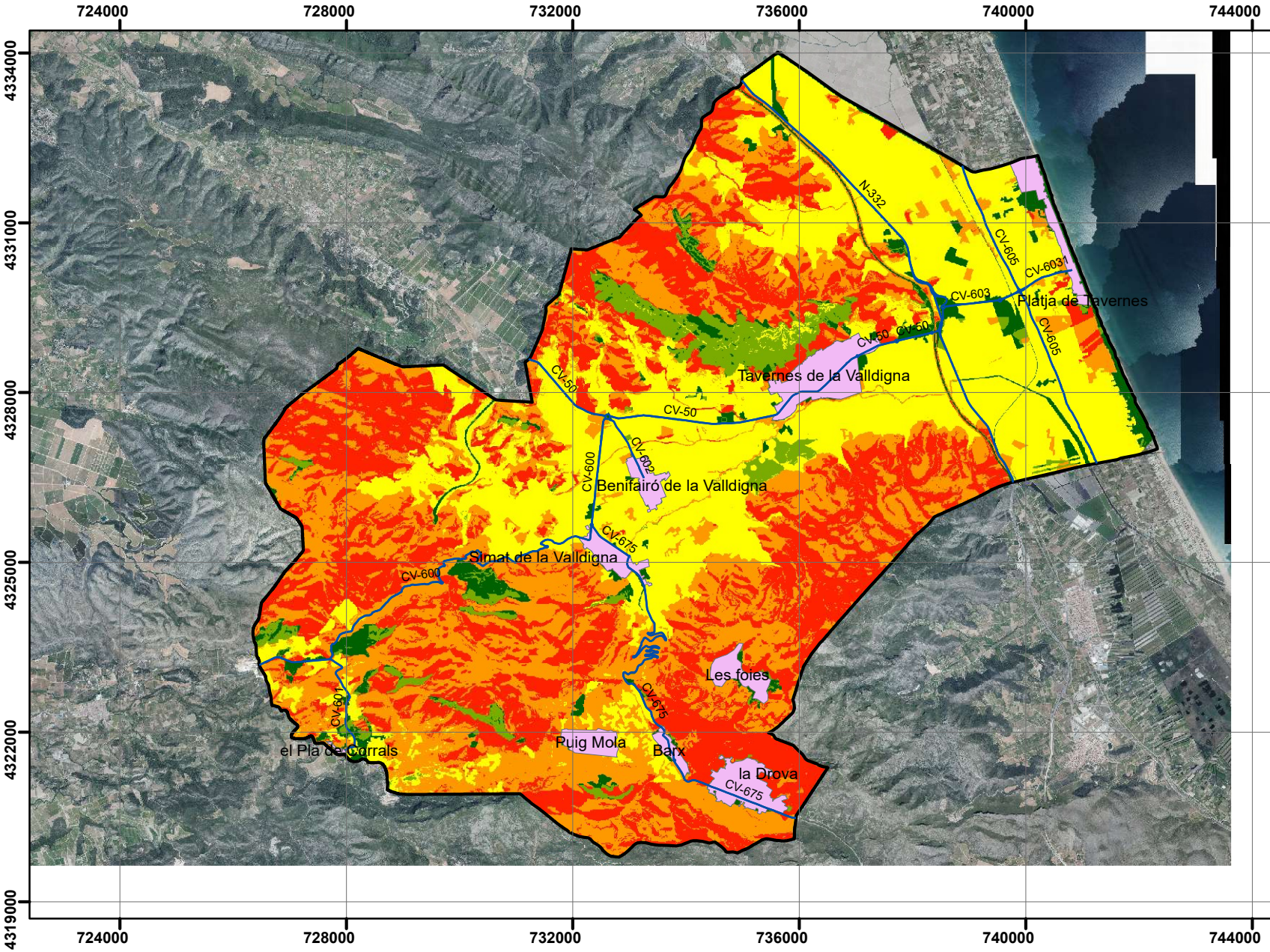
Riesgo

-  Medio
-  Alto
-  Extremo




Información Cartográfica	
Sistema de referencia:	ETRS89
Proyección:	UTM
Huso:	30 N








 UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		TÍTULO:	
		Riesgo asociado a la distancia respecto a los Bomberos	
TUTOR:	Alfonso Fernández Sarriá	LUGAR:	La Vallidigna, Valencia
AUTOR:	Antonio Prats Palomares	ESCALA:	1:100.000
		FECHA:	18 de Noviembre 2016
			Nº PLANO: 21



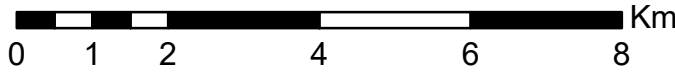
Leyenda

-  Carreteras Convencionales
-  Vallidigna
-  Núcleos Urbanos

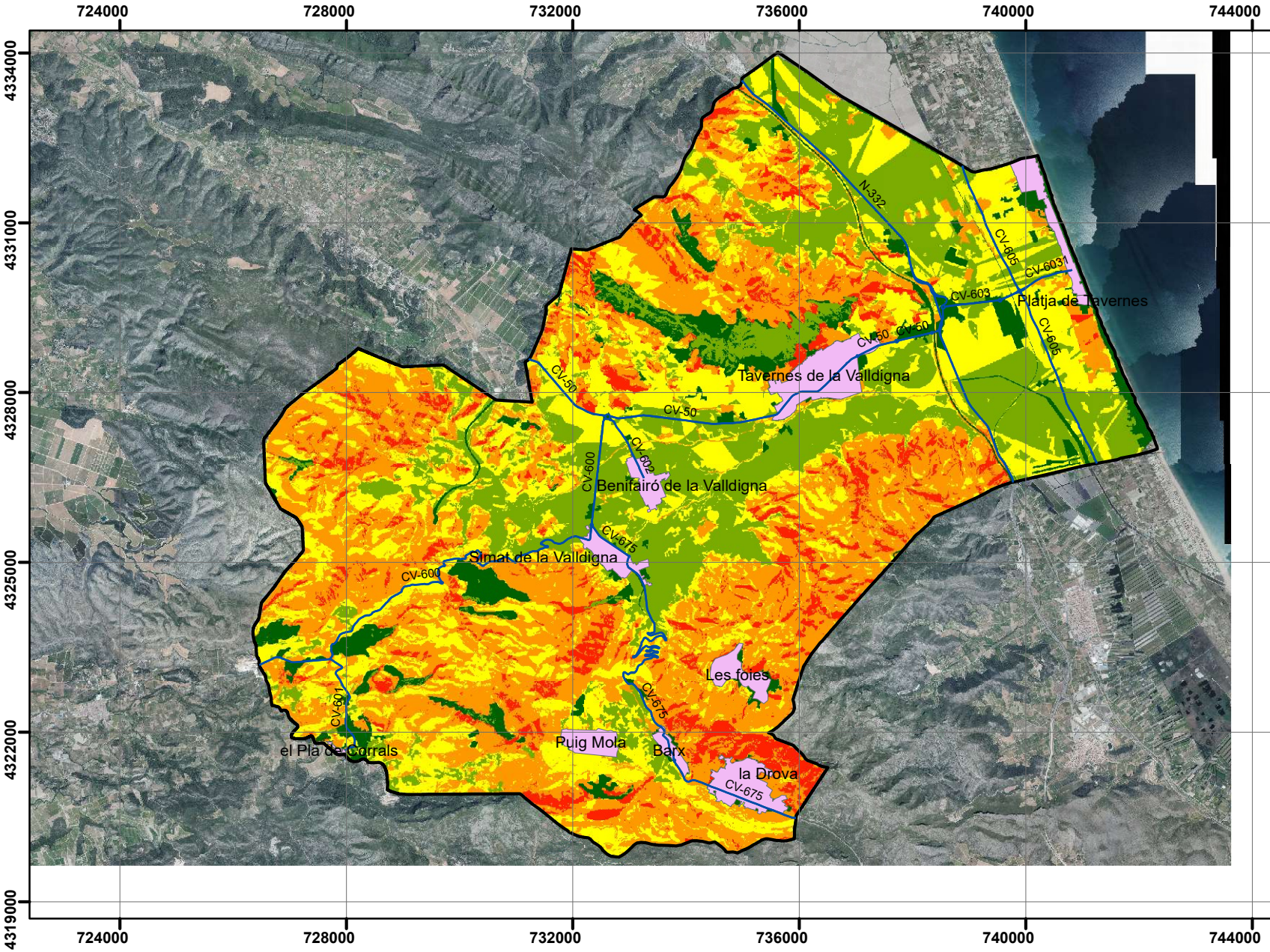
Riesgo

-  Muy Bajo
-  Bajo
-  Medio
-  Alto
-  Extremo




Información Cartográfica	
Sistema de referencia:	ETRS89
Proyección:	UTM
Huso:	30 N








	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		
	TÍTULO: Riesgo de Propagación		
TUTOR:	Alfonso Fernández Sarriá	LUGAR:	La Vallidigna, Valencia
AUTOR:	Antonio Prats Palomares	ESCALA:	1:100.000
		FECHA:	18 de Noviembre 2016
		Nº PLANO:	25



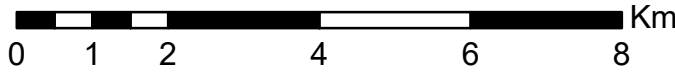
Leyenda


-  Carreteras Convencionales
-  Vall d'ignia
-  Núcleos Urbanos

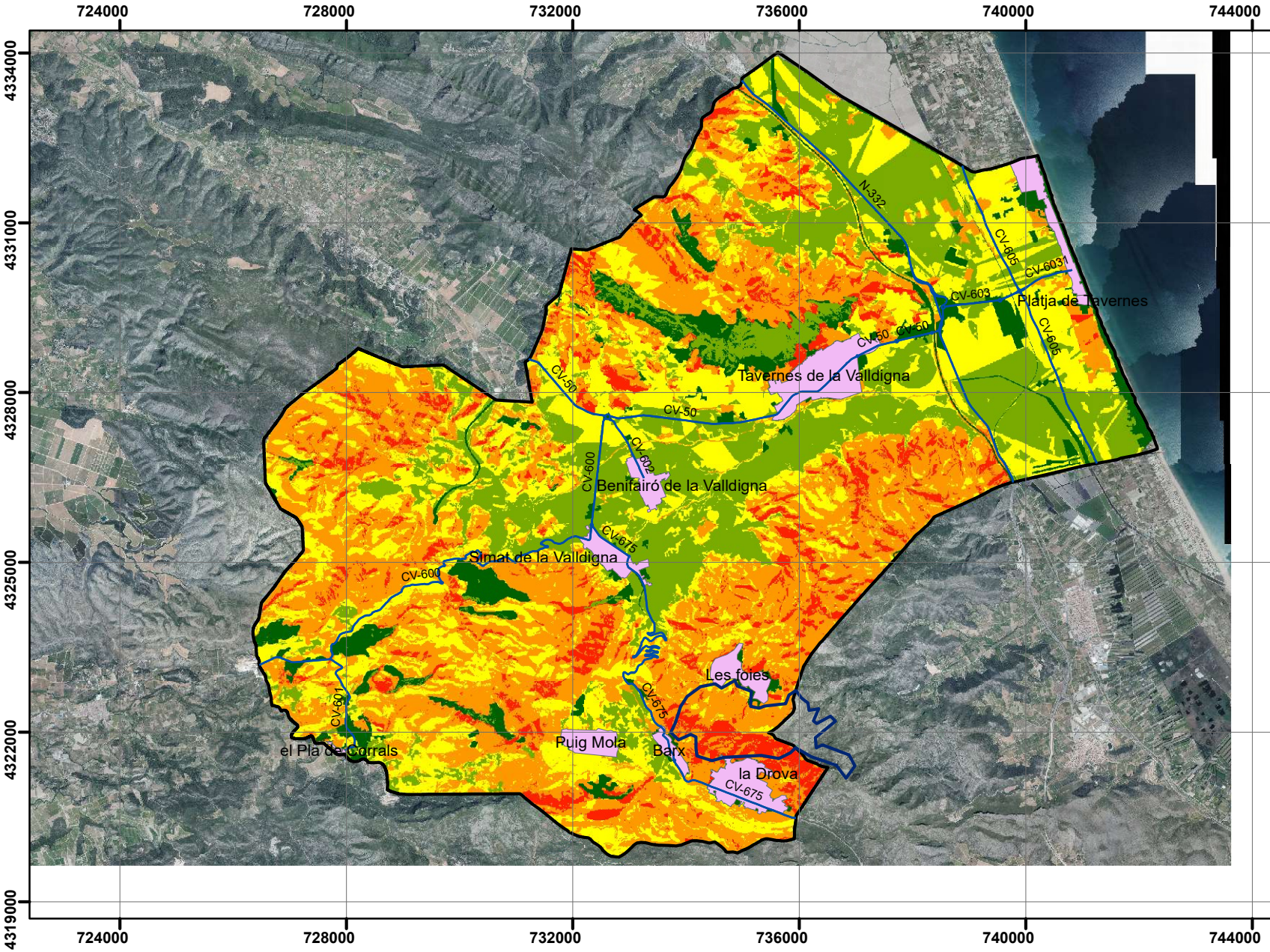
Riesgo

-  Muy Bajo
-  Bajo
-  Medio
-  Alto
-  Extremo





Información Cartográfica	
Sistema de referencia:	ETRS89
Proyección:	UTM
Huso:	30 N








 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA		TÍTULO: Riesgo de Ignición y Propagación	
		TUTOR: Alfonso Fernández Sarriá	LUGAR: La Vall d'ignia, Valencia
AUTOR: Antonio Prats Palomares		ESCALA: 1:100.000	Nº PLANO: 26
		FECHA: 18 de Noviembre 2016	



Leyenda

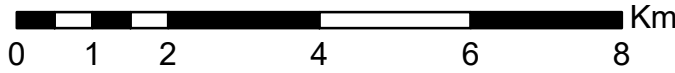
-  Carreteras Convencionales
-  Vallidigna
-  Incendio
-  Núcleos Urbanos


Riesgo

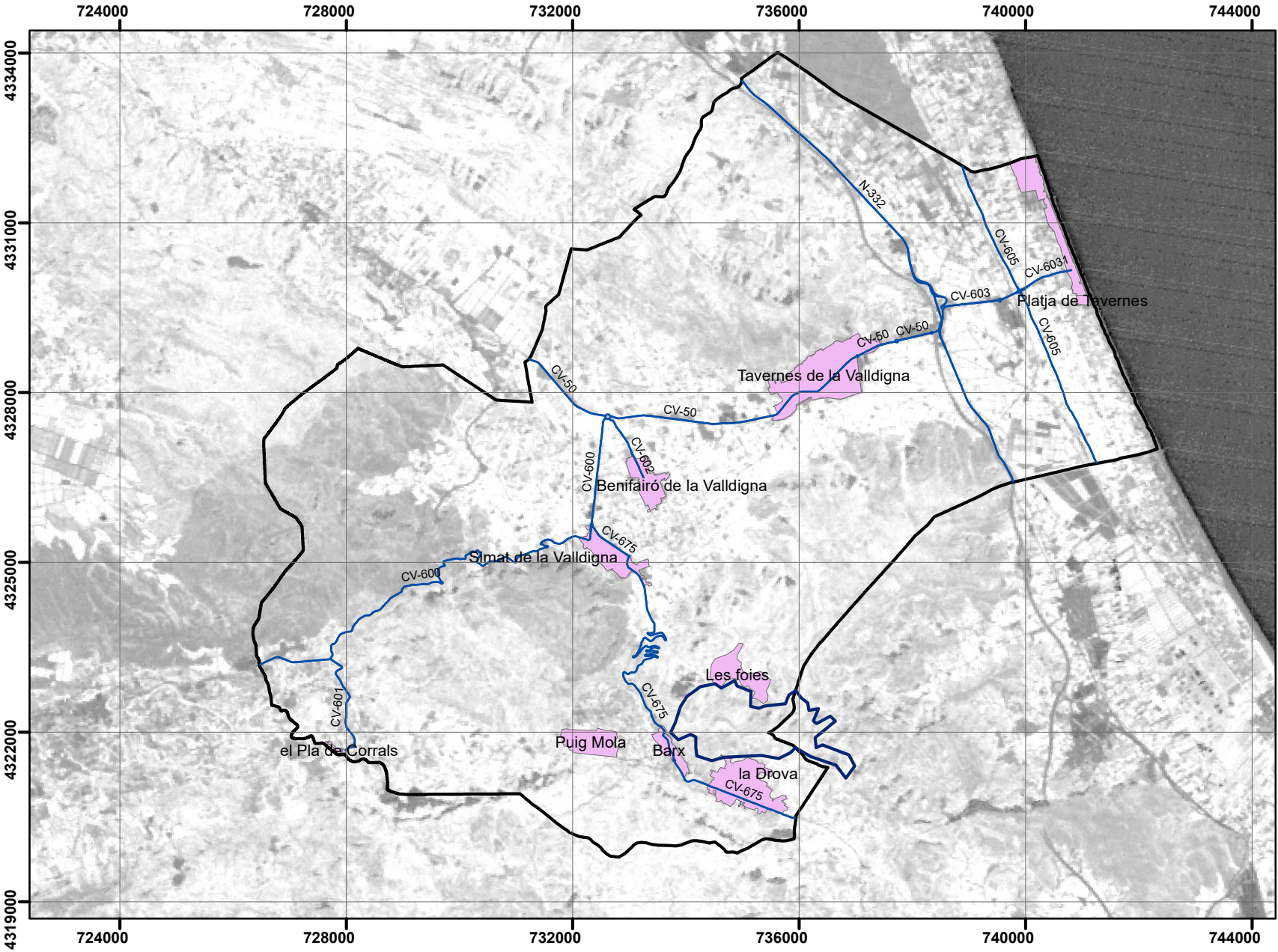
-  Muy Bajo
-  Bajo
-  Medio
-  Alto
-  Extremo

Información Cartográfica

Sistema de referencia:	ETRS89
Proyección:	UTM
Huso:	30 N



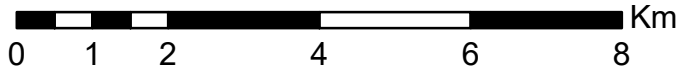
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA		
TÍTULO: Riesgo de Ignición y Propagación con el area del Incendio		
TUTOR: Alfonso Fernández Sarriá	LUGAR: La Vallidigna, Valencia	Nº PLANO: 27
AUTOR: Antonio Prats Palomares		ESCALA: 1:100.000
		FECHA: 18 de Noviembre 2016



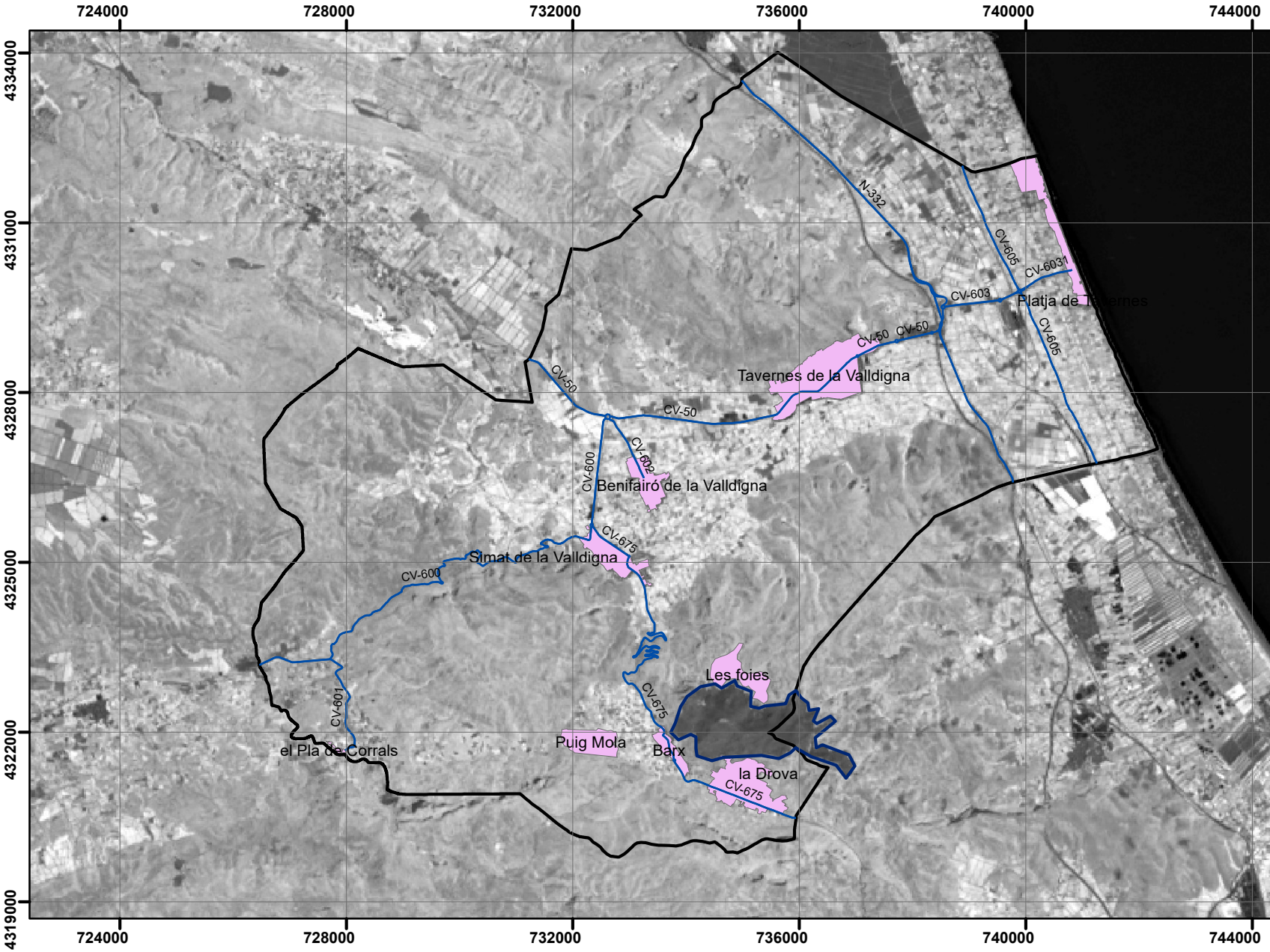
Leyenda

- Carreteras Convencionales
- Vallidigna
- Incendio
- Núcleos Urbanos

Información Cartográfica	
Sistema de referencia:	ETRS89
Proyección:	UTM
Huso:	30 N



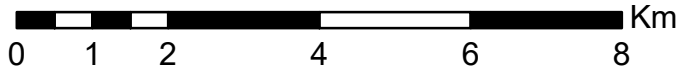
 UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		TÍTULO: NDVI anterior al incendio	
		TUTOR: Alfonso Fernández Sarriá	LUGAR: La Vallidigna, Valencia
AUTOR: Antonio Prats Palomares		ESCALA: 1:100.000	28
		FECHA: 18 de Noviembre 2016	



Leyenda

- Carreteras Convencionales
- Vallidigna
- Incendio
- Núcleos Urbanos

Información Cartográfica	
Sistema de referencia:	ETRS89
Proyección:	UTM
Huso:	30 N



		UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA	
TÍTULO:		NDVI despues del incendio	
TUTOR:	Alfonso Fernández Sarriá	LUGAR:	La Vallidigna, Valencia
AUTOR:	Antonio Prats Palomares	ESCALA:	1:100.000
		FECHA:	18 de Noviembre 2016
		Nº PLANO:	29