



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Facultat de Turisme i Geografia

**ELABORACIÓ D'UNA METODOLOGIA PER ANALITZAR
L'AFECTACIÓ DELS INCENDIS FORESTALS EN
URBANITZACIONS SITUADES EN ZONES
D'INTERFASE URBANA-FORESTAL: ELS BOSCOS DE
TARRAGONA COM A CAS D'ESTUDI**

Grau de geografia, Anàlisi territorial i Sostenibilitat

Anton Montserrat Hernández

Tutor: Dr. Òscar Saladié Borraz

Curs: 2021-2022

Data: 06/09/2022

ÍNDIX DE CONTINGUTS

1.	Introducció	4
2.	Marc conceptual.....	6
2.1.	Incendis forestals al món mediterrani	6
2.2.	Zones interfase urbana-forestal.....	8
2.3.	Normativa i marc legal sobre incendis forestals i urbanitzacions.....	10
2.4.	Determinants en el comportament dels focs.....	12
3.	Anàlisi de l'àrea d'estudi	14
3.1.	El municipi de Tarragona.....	14
3.2.	Urbanització Els Boscos de Tarragona	19
3.2.1.	Estructura de la urbanització	19
3.2.2.	Entorn de la urbanització	22
4.	Metodologia	28
4.1.	Elaboració de paràmetres i índex.....	28
4.1.1.	Vulnerabilitat específica	29
4.1.2.	Vulnerabilitat general.....	34
4.1.3.	Perill.....	38
4.1.4.	Índex de risc	40
4.2.	Recopilació de dades i material cartogràfic	42
4.2.1.	Vulnerabilitat específica natural	42
4.2.2.	Vulnerabilitat específica urbana	43
4.2.3.	Vulnerabilitat general ecològica.....	45
4.2.4.	Vulnerabilitat general, paràmetres de defensa	46
4.2.5.	Perill d'ocurrència del fenomen.....	47
4.2.6.	Càlcul de vulnerabilitat i perill.....	48
4.2.7.	Càlcul de Risc	48
4.3.	Càlculs i automatització de processos.....	48
5.	Resultats.....	51
6.	Discussió.....	59
7.	Conclusions	61
8.	Bibliografia	62

Agraïments

Al llarg de la realització del treball de final de grau, he tingut el plaer i la sort de comptar amb la col·laboració d'algunes persones sense les quals, la redacció d'aquest document no hagués sigut possible. He d'agrair, doncs, al tutor del treball, el Dr. Òscar Saladié, per guiar-me i aconsellar-me, al Sr. Enric López Serra, cap de la secció de cartografia de bombers de la Regió d'Emergències de Tarragona, amb qui he pogut treballar i compartir informació i finalment al Sr. Joan Carles Francesc Tudel, membre tècnic del cos de protecció civil de Catalunya, per la seva predisposició a ajudar-me i col·laborar en aquest procés. A ells i a totes les persones que m'han donat suport al llarg d'aquests últims mesos i han fet possible aquest treball, gràcies.

1. Introducció

Un incendi és un foc que es desenvolupa de forma incontrolada afectant diverses superfícies i que a més és capaç de propagar-se a altres objectes no destinats a ser cremats en el moment i espai en què es produeix (Termcat, 2016).

Estudis realitzats des de finals de segle passat (Gordi et al., 1996) i altres de més recents (Ruiz Sinoga & Reyes Peralta, 2006), coincideixen a l'hora de determinar que l'explicació base perquè els incendis forestals siguin un factor recurrent a Catalunya, és que és una regió dictada en la seva àmplia majoria pel règim climàtic mediterrani, que es caracteritza per tenir un clima que proporciona una alta pluviometria en molt poc temps i unes sequeres intenses pels períodes estivals, la qual cosa comporta l'existència d'un creixement propici de la massa forestal i una dessecació de la mateixa que fa pujar l'índex d'inflamabilitat i la quantitat de combustible susceptible de ser cremat.

Aquest fenomen ha experimentat una potenciació al llarg dels últims 50 anys per mà de l'acció antròpica, ja que Catalunya, ha sofert en poc temps un canvi en les seves dinàmiques econòmiques i socials que ha portat implicada una variació paisatgística a favor de la vegetació natural per l'abandonament de terres de cultiu i la construcció d'estructures urbanes unifamiliars aposentades en contacte estret amb aquestes primeres (Arola i Sierra, 2010). Segons dades oficials de l'Institut d'estadística de Catalunya, actualment un 64% del total de sòl català (2.047.093 Ha) és superfície forestal (IDESCAT, 2021), un estadístic que ha evolucionat positivament fins avui en dia amb una diferència de 5 punts percentuals tenint com a referència que 20 anys enrere hi havia un 59% de sòl ocupat per aquesta categoria (1.902.856 Ha) (IDESCAT, 2009).

Per altra banda, no només ha augmentat la càrrega de combustible al territori, sinó que han canviat els factors que propicien els incendis a causa del canvi climàtic, de tal forma que les condicions meteorològiques i atmosfèriques actuals propicien que s'incrementi la temporada d'incendis i augmenti la superfície afectada (Groot et al., 2013).

La situació territorial marcada per la dinàmica urbana expansiva no només s'ha donat a Catalunya. Al món anglosaxó i més concretament a Estats Units, aquest procés s'ha consolidat al llarg dels últims anys amb el nom de windland-urban interface (WUI) (U.S. forest service, 2021). Un terme que es pot traduir com a zones d'interfase urbana-forestal (IUF), i que s'aplica a urbanitzacions aïllades on les fronteres distingibles dels sòls antropitzats mantenen un contacte estret o fins i tot intrusiu cap a àrees amb combustible forestal, creant d'aquesta manera noves sinergies que són un risc i una vulnerabilitat alhora per la seguretat pública i ambiental.

Si bé es cert que existeixen diversos plans d'autoprotecció en urbanitzacions, plans d'emergència municipals, plans específics i normes de prevenció, els incendis d'aquestes zones interfase usualment comporten una afectació territorial i social força important que porta a replantejar-se aquestes mesures que a vegades es troben obsoletes temporalment, no aplicables o fins i tot no formulades. Per tant, cal sistemes d'informació que es trobin a l'alçada del context actual i integrin variables que permetin extreure resultats per actuar-hi efectivament.

En resum, les afirmacions introductòries mostren una situació actual de canvis en l'entorn físic i canvis en el règim climàtic global que generen les condicions precises perquè, per una banda augmenti la probabilitat d'ocurrència d'incendis forestals i que, per altra banda, les urbanitzacions disperses i en contacte estret amb zones naturals esdevinguin elements molt vulnerables a aquesta tipologia de desastres, la qual cosa es tradueix en un augment potencial de costos materials i de vides humanes. Tenint en compte aquest fet, els objectius d'aquest treball són:

- Elaborar una nova metodologia que permeti avaluar el nivell de risc d'incendi en urbanitzacions d'interfase urbana-forestal, entenent com a tal l'afectació de l'incendi tenint en compte variables de vulnerabilitat i perill.
- Aplicar la metodologia creada al cas d'estudi de la urbanització dels Boscos de Tarragona tenint en compte un incendi de tipus Mestral i una situació de probabilitat d'incendi elevada.

2. Marc conceptual

2.1. Incendis forestals al món mediterrani

Els incendis a les terres de la regió Mediterrània i com a cas concret Catalunya, són un fet ambiental representatiu i recurrent d'aquestes zones. Són provocats en part pel clima en què es troben aquestes zones. Segons Ruiz Sinagoga i Pérez Peralta (2006) o Arola i Sierra (2010), el clima mediterrani es caracteritza, entre altres coses, per l'existència d'una successió de períodes secs i humits que provoquen acumulació i dessecació de biomassa, i que a més es troben amb les altes temperatures estivals i quasi nul·la precipitació que aporten estrès hídric i propicien l'acumulació de material mort susceptible a la ignició.

Aquesta realitat ha sigut potenciada durant les darreres dècades pel canvi climàtic. Estudis recents com el de Senande et al. (2022), afirmen que Catalunya es troba en un escenari d'incendis recurrents per les seves condicions climàtiques base, i s'apunta que l'increment de temperatures i la disminució del règim pluviomètric en zones de latituds mitjanes com el sud d'Europa i més específicament la regió mediterrània, intensificaran les sequeres i faran augmentar els períodes propensos als incendis en com a mínim 2 mesos sense comptar els efectes del calor estival. Per la seva banda, l'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (Jia et al., 2019), exposen que el canvi climàtic juga cada cop un paper més important en la determinació dels règims d'incendis, que s'espera que s'augmenti el risc i gravetat dels incendis, que s'allarguin les temporades dels incendis i que la sequera segueixi esdevenint un dels principals motors d'emissions de foc a banda del canvi cap un clima general més càlid propici per a multiplicar ignicions. Estudis concrets com el Tercer Informe sobre el Canvi Climàtic a Catalunya (J. Martín Vide et al., 2016), revelen que respecte el 1970 hi ha hagut una tendència sense comptar el component climàtic de -0,042 incendis per any fins al 2010, tot i que amb el forçament climàtic ascendeix a +0,061 incendis per any. El mateix passa amb la superfície cremada, que respecte l'any esmentat anteriorment hi havia una tendència de -0,049Ha/any però amb el forçament climàtic augmenta a -0,013Ha/any. Finalment, també es prediuen nous episodis d'incendis en àrees poc habituals com les de muntanya o en períodes inusuals com a l'hivern o primavera.

Més enllà del component climàtic, els canvis paisatgístics provocats per l'acció humana des de l'any 1980 és l'altre gran factor a tenir en compte a l'hora de descriure el nou règim de focs i l'augment de la seva recurrència. Estudis com el de Badia i Valldeperas (2015) mostren com el mosaic agroforestal de la conca Mediterrània ha sigut transformat en un paisatge polaritzat entre extenses zones urbanes i zones naturals configurades majoritàriament per boscos, un fenomen explicat per un canvi en les interrelacions economicosocials de les zones rurals a partir de l'abandonament de cultius, la qual cosa fa augmentar la massa forestal sense gestionar, per altra banda l'atracció de noves residències per la condició estètica del paisatge. El mateix estudi reflexiona sobre l'augment del risc d'ignició derivat per l'ús urbà-recreatiu del bosc i

que per tant indueix a una major vulnerabilitat per part de les comunitats que viuen en zones residencials de baixa densitat. És per aquest motiu que l'estudi conclou que les zones d'interfase urbana-forestal que s'han generat es converteixen en focus d'interès i anàlisi degut a l'exposició al risc i la falta d'adaptació a un entorn no adequat a les formes de vida de la societat actual.

Les conseqüències pel territori que provoca aquest fenomen, han sigut descrites en moltes ocasions. Planas et al. (2016) indiquen que els incendis forestals actuals provoquen un augment de la capacitat de l'erosió del sòl, desertificació, degradació del sòl, modificació d'aqüífers, mortalitat sobre la biodiversitat, canvis paisatgístics; també, en termes humans, es poden arribar a produir pèrdues materials com destrosses de cases, repercussions a nivell de desenvolupament turístic i altres aprofitaments forestals, costos per protecció civil i extinció, costos per recuperació de terrenys i el més impactant: pèrdues de vides humanes.

Sense anar més lluny, l'estiu de 2022, està sent un dels més intensos en termes d'incendis forestals a la Península Ibèrica, també a Catalunya. Durant els mesos de juny i juliol, s'han produït, aproximadament, 460 focs a Catalunya, cremant un total de 7.400Ha (CCMA, 2022). Durant aquest període el territori s'ha trobat en un risc d'incendi extrem amb unes temperatures molt elevades i amb un sotabosc amb una alta càrrega de biomassa. Amb aquesta situació, es comença a denunciar una altra realitat que posa en perill a una part de la societat, i es que de les 1.430 urbanitzacions que hi ha a Catalunya, 730 no es troben regularitzades per a protegir-se davant dels incendis i moltes d'aquestes, aproximadament mig miler es troben envoltats de zona boscosa (CCMA, 2022). L'exemple més recent en el moment de redactar aquest text ha estat l'incendi del passat 12 de juliol de 2022 al municipi del Pont de Vilomana i Rocafort (Bages), on es van cremar una quarta part de les 200 cases i 20 van quedar totalment destruïdes (CCMA, 2022).

2.2. Zones interfase urbana-forestal

Alguns experts apunten que l'expressió d'incendi forestal no és del tot precisa, ja que indueix a pensar que els incendis de vegetació afecten únicament el bosc. Tampoc és exclusivament vegetació el que s'abranda en un incendi «forestal» (Arola i Sierra, 2010). És en aquest sentit que pren importància el paradigma actual que relaciona el risc d'incendi forestal amb estructures urbanes, i és que tal com exposen Miria i Badia (2008), des d'inicis de segle XX han aparegut tan a Catalunya com a altres regions del món nous espais, amb problemàtiques pròpies i amb incidències en el medi natural que els envolta, les quals s'han anomenat zones d'interfase urbana i forestal. Els incendis en aquestes zones porten implícits no només l'emergència d'incendi forestal, sinó la seva afectació a la població, els habitatges, les vies de comunicació, les zones industrials, etc.

El terme d'interfase urbana-forestal va ser definit a EE.UU a principis de Segle XXI com a *Wildland urban-interface (WUI)*, arran de trobar explicació, debatre i posar en escena als esdeveniments catastròfics en relació als focs que es donaven cada vegada amb més freqüència a les masses forestals properes a les estructures urbanes. Segons la *U.S. Fire Administration (2021)*, les WUI són: “zones de transició entre àrees desocupades i el desenvolupament humà. És la línia, àrea o zona on les estructures i altres desenvolupaments humans es troben o es barregen amb terres silvestres no desenvolupades o combustibles vegetals”. Una altra descripció seria l'aportada per Glickman i Babbitt (2021), que les definien com: “*The urban wildland interface community exist where humans and their development meet or intermix with wildland fuel*”. Finalment, cal apuntar que en relació amb les WUI també es troben les zones intermitges, les quals es diferencien de les primeres per no distingir-se una frontera clara entre la part urbana i forestal (Martín, 2012).

L'estudi de les WUI acapara rellevància tenint en compte que, per una banda, els incendis forestals són una preocupació creixent a escala mundial degut a les pèrdues humanes i de materials que generen (Mell et al., 2010) i que la majoria d'incendis que en són responsables d'aquests fets ocorren en aquestes àrees interfase de ràpida expansió entre espais naturals i de desenvolupament humà (Radeloff et al., 2003). També s'ha de tenir present que les comunitats que hi viuen sovint no es troben preparades per a un possible incendi forestal (Goemans i Bellamingie, 2013) i que s'integra una variable no contemplada fins ara que és la mateixa urbanització com a un combustible (Rifà i Castellnou, 2007), produint que el foc pugui cremar tota la urbanització dins seu sense sortir-ne com va passar a Salou l'any 1998, que es propagui cap a zones forestals pròximes abrasant grans extensions com l'incendi de Mont-roig del Camp l'any 2007 o introduint-se a l'estructura urbana a partir d'un incendi pròxim.

Com a exemples contextuals en el món de la recerca científica sobre aquest fenomen, es troba el treball realitzat per Modugno et al. (2016) on relaciona les WUI i l'aparició de grans incendis forestals. Aquest treball conclou en la gran quantia d'incendis que acullen les regions mediterrànies en comparació a altres i en especial, dedica part de les conclusions a exposar que Catalunya és una de les regions europees amb més densitat d'àrees WUI, sobretot al voltant de grans capitals i a causa del procés urbanitzador expansiu. El propi autor remarca que l'existència d'aquests espais són un fracàs urbanístic i polític que juguen en contra de la prevenció de riscos, entre aquests, els incendis forestals.

Estudis concrets sobre les WUI a Catalunya com el d'Alcasena et al. (2018) on s'analitza la presència i distribució d'aquest fenomen, determinen que en termes de superfície total les zones d'interfase o intermitja acaparen un 10% del territori, mentre que si es parla d'estructures edificades, l'estudi indica que un 64% de les estructures urbanes es troben situades en zones interfase urbana-forestal i un 12% en intermitja. Unes dades que reflecteixen l'alt risc que presenta aquesta realitat problemàtica a l'entorn proper.

2.3. Normativa i marc legal sobre incendis forestals i urbanitzacions

A Catalunya, davant aquesta problemàtica, s'han aprovat un seguit de lleis que tenen per objectiu regular i gestionar la relació entre les trames urbanes aïllades i els incendis forestals.

La primera legislació elaborada en aquesta matèria va ser la **Llei 6/1988 del 30 de març**. L'article 40 d'aquesta llei, marca per primer cop l'obligació de comptar amb un Pla de prevenció d'incendis a entitats locals situades en zones d'alt risc d'incendi, els quals han de contenir mesures operatives, equips i infraestructures per a fer front a l'incendi. De la mateixa manera es marca que les agrupacions de defensa forestal, els propietaris dels terrenys forestals i les entitats locals han de participar del procés de prevenció tal com marca en aquest el pla de prevenció corresponent.

El **Decret 64/1995 del 7 de març** és la primera normativa de referència sobre prevenció d'incendis, la qual dona disposicions actualitzades del Decret 6/1988. L'article 2 del capítol 2 del mateix document, afirma que les urbanitzacions sense continuïtat amb la trama urbana i que estiguin situades a menys de 500m de sòl forestal han de complir les següents condicions:

- a) Disposar d'una zona de protecció de 25m d'amplada des del perímetre exterior.
- b) Mantenir els vials, zones d'accés i cunetes netes de vegetació seca.
- c) Tenir les parcel·les no edificades lliures de vegetació.
- d) Elaborar un pla d'autoprotecció que s'haurà d'incorporar al pla municipal d'actuació d'acord amb el pla INFOCAT (Pla de protecció civil d'emergències per a incendis forestals a Catalunya).
- e) Disposar d'una xarxa d'hidrants d'incendis de 100mm de diàmetre d'acord amb l'article 1 de l'annex del Decret 241/1994.

La **Llei 5/2003 del 22 d'abril**, aporta la concreció sobre les mesures de prevenció dels incendis forestals en les urbanitzacions sense continuïtat immediata amb la trama urbana. L'article 3 d'aquesta llei, recorda les determinacions de l'article 2 del capítol 2 del decret 64/1995 amb l'afegit que cal mantenir regulades per reglament l'enretirada i eliminació de restes vegetals procedents de la poda o neteja.

L'article 4 marca els subjectes obligats a complir les directrius de l'article 3, en aquest cas, han de ser assolides per la comunitat de propietaris o per l'entitat urbanística col·laboradora corresponent. En cas que els treballs de neteja no hagin sigut elaborats per la comunitat, correspon al municipi de fer-los tot establint una taxa per a la prestació d'aquest servei. Si les urbanitzacions es troben entre dos o més termes municipals s'han d'establir convenis interadministratius entre municipis o un altre ens local supramunicipal per delimitar els mecanismes d'execució.

El **Decret 123/2005 del 14 de juny** desplega les indicacions de la llei 5/2003 tot regulant els requeriments per les franges exteriors de protecció, les condicions de les parcel·les no edificades, els vials, els Plans d'autoprotecció i les característiques de la xarxa d'hidrants.

En referència a plans de protecció civil, es manifesta a través del **Decret 155/2014 del 25 de novembre** el contingut mínim per l'elaboració i homologació dels plans de protecció civil municipals i s'estableix el procediment per a la seva tramitació conjunta.

L'article 2 d'aquest decret mostra que els municipis obligats a la redacció d'aquests plans. Les disposicions d'aquest apartat són les següents:

- a) Han d'elaborar i aprovar plans bàsics d'emergència els municipis amb més de 25.000 habitants i els que sense arribar-hi tenen consideració de turístics o si són considerats de risc especial per la seva situació geogràfica o activitat industrial.
- b) Els municipis afectats per riscos objecte d'altres plans especials aprovats pel Govern es troben obligats a incorporar en els seus plans d'actuació municipal les previsions derivades del pla especial en allò que els afecti.
- c) Els municipis no previstos en els supòsits anteriors que estiguin afectats per riscos concrets diferents dels riscos objecte de plans especials poden elaborar i aprovar els corresponents plans específics municipals.

Finalment, el **Decret 30/2015 del 3 de març** indica el catàleg d'activitats i centres obligats a adoptar mesures d'autoprotecció. A l'apartat "A" de l'Annex 1 del mateix document, es mostra que les urbanitzacions i nuclis de població situats en terrenys forestals o en la franja de 500 m que els envolta, que no hagin estat objecte de recepció per l'ajuntament, o que no estiguin inclosos en un pla de protecció civil municipal, són requerits de pla d'autoprotecció. També s'admet un pla únic per a diferents urbanitzacions sempre que es prevegin els riscos particulars de cadascuna.

2.4. Determinants en el comportament dels focs

Els incendis forestals tenen origen en un punt on hi ha hagut una combustió prèvia. Perquè aquest procés es doni, cal que hi hagi tres elements primordials: calor, combustible i oxigen. És necessari que es transmeti prou calor a un material combustible en presència d'oxigen, per que quan el material es trobi per sobre de cert valor expressat en graus s'incendii. Aquests tres elements conformen el que s'anomena com el triangle de foc. A partir d'aquest fet, la ignició es pot propagar a altres combustibles a través de radiació (transmissió de calor en forma d'ona a través del buit o aire), Convecció (moviment d'una massa d'aire de temperatura superior a la de l'aire circumdant) o conducció (transmissió de calor per contacte directe). (Castellnou, 2013).

L'energia d'activació que produeixen aquestes combustions es poden donar per quatre vies: Tèrmica (espurnes, superfícies calentes, soldadures...), Elèctrica (curtcircuits, arcs elèctrics...), Mecànica (fregaments, espurnes per fricció...) i Química (substàncies auto-oxidants i reactives...) (Institut Català de Seguretat i salut laboral, 2020). Segons IDESCAT (2022), les causes més comunes que van originar incendis forestals l'any 2021 van ser les negligències (255 casos), incendis intencionats (151 casos) i accidents (71 casos).

Aquesta combustió es veu sovint afavorida pel que s'entén com variables d'ocurrència. Estudis com el de Lecina-Diaz et al.(2014) apunten que en condicions on la **Humitat relativa** es troba per sota del 30% i la **temperatura** per sobre dels 30Cº es dona una situació favorable per a la combustió. Aquesta base predictiva és potenciada alhora per l'orientació de vessant i l'escalfament de superfícies que produeix la insolació (Bombers de Catalunya. Unitat tècnica GRAF, 2010). Per últim, l'estat del combustible sobre el qual es pot produir la ignició també juga un paper important tal i com exposen Ruiz Sinagoga i Reyes Peralta (2006) sobre el **nivell d'humitat del combustible** (si es troba mort o sec es produirà una combustió més fàcilment) i **El grau de combustibilitat** (si són materials lleugers com vegetació baixa o fulles cremaran amb major facilitat que si són materials pesats com arbres o branques, també es destaca la vegetació fàcilment volàtil com els pins).

Cal esmentar que de la mateixa manera que aquests poden propiciar l'aparició d'una ignició, el contrari d'aquests redueix la probabilitat que aparegui.

D'altra banda, per tal de determinar tant la propagació com la virulència dels incendis, autors com Gordi et al. (1996) han conclòs que s'han de tenir en compte principalment factors constants que no tenen una gran variabilitat al llarg del temps com són la **topografia i el combustible**, i factors variables com **el vent, la temperatura, la humitat relativa** i altres elements atmosfèrics. Amb estudis com aquest es determina que a més de ser aspectes rellevants per a predir la probabilitat d'ignició, les variables descrites anteriorment també poden ser factor de propagació de l'incendi donat que segueixen facilitant la combustió en una situació d'incendi.

Aquesta propagació es pot dividir en dos grans grups depenent del vector que actua, per una banda, poden ser naturals com els esmentats anteriorment (densitat de vegetació, pendents ascendents, vents d'altres intensitats sobretot els de més de 30km/h...) i per altra, urbans. Els nous escenaris d'incendis en zones d'interfase urbana-forestal deix a debat la contradicció simultània entre l'apaivagament del foc forestal i la protecció de bens i persones que es troben en aquests nuclis urbans sovint dispersos, ja que per aquests també es pot propagar el propi foc (Martín, 2012), actualment es comencen a visualitzar estudis que ja no contempen tan sols variables biofísiques per a analitzar models d'incendis, sinó que es tenen en compte variables urbanes, per exemple, al ja citat estudi de l'incendi a Mont-Roig del Camp es tenen en compte **el grau d'edificació** sabent que hi ha algunes parcel·les no construïdes amb vegetació, també **la tipologia** atenent a que els habitatges aïllats se'ls assimila major càrrega de combustibles i finalment **els combustibles dels entorns edificats** com jardins, jardins domèstics parcs... (Mira i Pou & Badia i Perpinyà, 2008).

Dins les urbanitzacions existeixen elements o es poden donar situacions que poden propagar més ràpid el foc, com per exemple **llars fetes de fusta, carrers alineats** amb el foc la qual cosa provoca una canalització, **elements perillosos** com dipòsits de gas i transformadors elèctrics...

Més enllà de les possibles variables que influeixen en el comportament del foc i la seva expansió en una situació determinada, cal presentar també les realitats que permeten tenir un grau de seguretat establert davant aquests incidents. Com ja s'ha esmentat a l'apartat anterior, per llei, les urbanitzacions han de comptar amb una **xarxa d'hidrants**, els quals no poden trobar-se a menys de 200m d'ells mateixos i han de situar-se en zones fàcilment accessibles, en segon lloc, **les franges de protecció** de mínim 25m més un vial de 5m amb una ampliació a 50m si es situa en terrenys de pendent de més del 30%. Per altra banda, es troba la proximitat del parc de bombers al lloc de l'emergència, segons la carta de compromís de qualitat dels bombers de la Generalitat de Catalunya, el **temps de resposta** no hauria de ser superior a 20 minuts en entorns urbans a partir de la rebuda de la trucada d'emergència (Gencat, 2010). En un altra posició també s'han de tenir en compte les **condicions dels accessos** i la quantitat d'aquests, ja que són les principals vies d'evacuació de la població resident, així com les entrades d'equips de rescat. Per últim, cal visualitzar si la urbanització compta amb **algun pla d'autoprotecció propi o de caràcter general**, o si més no, no en disposa, ja que aquest fet dona organització dins l'emergència, formes d'actuació i punts crítics.

3. Anàlisi de l'àrea d'estudi

El cas d'estudi sobre el qual s'aplicarà la metodologia (vegeu apartat 4) és la urbanització dels Boscos de Tarragona, situada al municipi de Tarragona. Es tracta d'una urbanització que es troba en zona interfase urbana-forestal.

3.1. El municipi de Tarragona

Tarragona és la capital de província i de la comarca del Tarragonès. El municipi es troba situat al sud de Catalunya i limita amb els termes municipals de Vila-seca, Reus, La Canonja, Constantí, els Pallaresos, La riera de Gaià i Altafulla (Figura 1).



Figura 1: localització del municipi de Tarragona

Font: Elaboració pròpia

Pel que fa a la climatologia (Figura 2), Tarragona agrupa uns mesos d'estiu calorosos i secs on les mitjanes de temperatura giren entorn als 25Cº arribant a màximes de 35Cº. Per altra banda, la precipitació anual ronda els 540mm i es concentra en mesos de tardor com setembre, octubre i novembre amb mitjanes properes als 90mm i amb un règim que es caracteritza per ploure molt en un període de temps relativament curt.

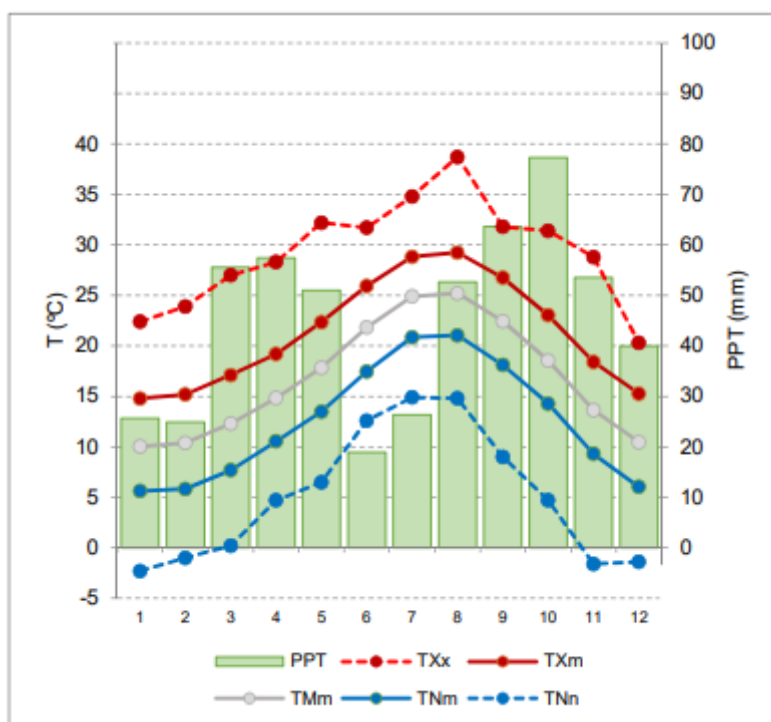


Figura 2: climograma de Tarragona, període de referència 2006-2016 Font: Servei meteorològic de Catalunya

Altres variables meteorològiques d'interès publicades al IDESCAT apunten que les mitjanes de velocitat de vent al 2020 són de 2,3m/s i que el vent predominant correspon del N/NW. Cal remarcar que la humitat relativa s'apropa al 70%.

La superfície del terme municipal de Tarragona és de 58Km², dels quals, segons la capa d'usos del sòl de Catalunya edició 2018, un 3% esdevé sòl agrícola, un 15% sòl forestal, un gran 81% d'àrees urbanitzades i un menor 0,12% masses d'aigua.

La distribució d'aquests usos pel territori (Figura 3) mostra, que la zona occidental està més urbanitzada. És on es troben els principals nuclis urbans i les activitats industrials. Per altra banda, a la zona oriental hi ha la major part de l'anomenada anella verda de Tarragona i on s'ubica la majoria de sòl no urbanitzable. Les zones agrícoles es troben ben presents al voltant dels recorreguts de masses d'aigua com és el riu Francolí tot i que esdevenen un mosaic fragmentat per les urbanitzacions de llevant i infraestructures com la N-340 o la A-7.

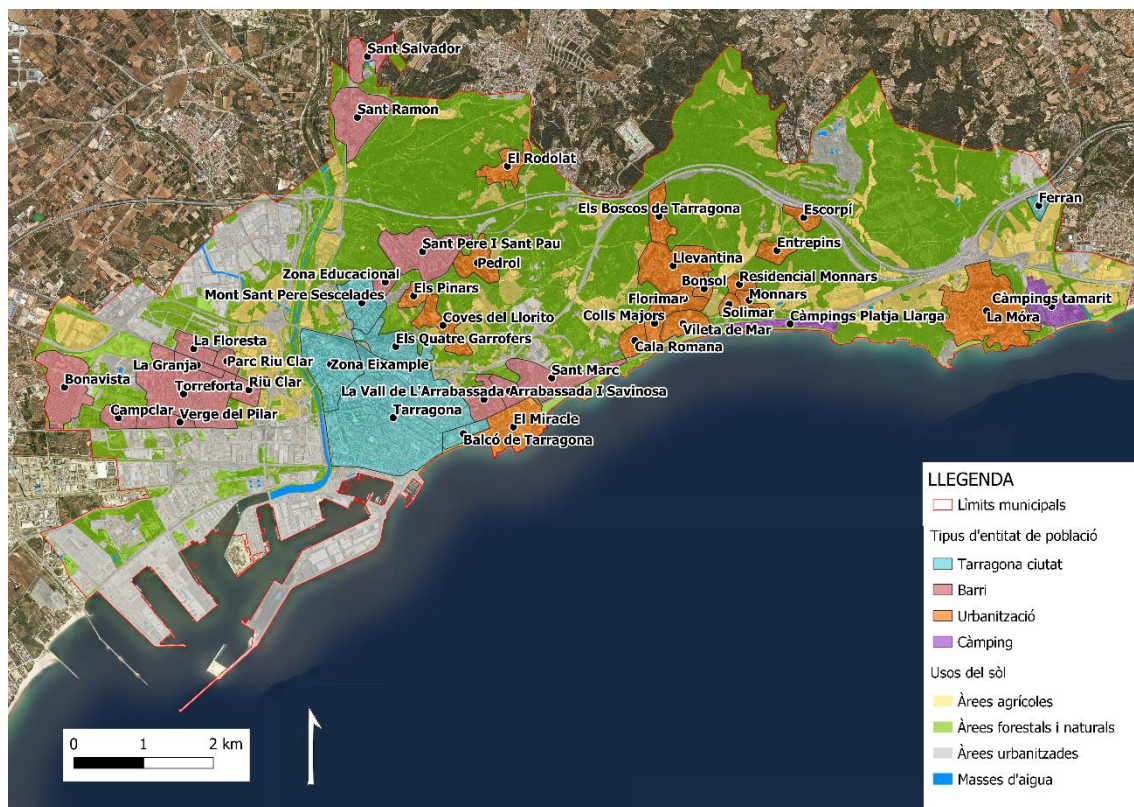


Figura 3: Usos del sòl i nuclis de població a Tarragona

Font: Elaboració pròpia

Pel que fa a la població del municipi, segons el padró continu de 2021, s'estableix que hi ha 135.000 habitants a Tarragona, una xifra que manté la tendència en alça de guany de població dels últims 10 anys. L'any 2012, hi havia 133.954 habitants i el 2017 comptava amb 131.507 habitants. Segons dades publicades al IDESCAT, en termes de població estacional, es pot concloure que Tarragona és el segon municipi de Catalunya amb el còmput de població estacional més gran per darrere de Barcelona, ja que les seves xifres han arribat als 10.000 mentre que actualment només es troben a 5.000 persones que s'estima que tenen una estacionalitat al municipi alta o en altres termes, significa el saldo resultant de les entrades de població no resident al municipi i les sortides de població resident al municipi.

El municipi compta amb 40 nuclis de població de diverses categories. Aquests es poden classificar en:

- Nuclis: entesos com a tal els que històricament s'han fundat o han originat una conurbació i adequació amb el nucli històric
- Barris: entitats de població separades dels nuclis històrics, però que per la seva trajectòria evolutiva han crescut i acullen un nombre d'equipaments i habitants relativament alt
- Urbanitzacions: són noves zones d'habitatges de tipologia aïllada i normalment en forma de ciutat jardí, les quals normalment s'ubiquen lluny dels centres més grans de població.

- Càmpings: tipologia d'allotjament entesa com una font econòmica del tercer sector ,però amb capacitat d'acollida molt ampla especialitzada en persones no residents o visitants.

Les infraestructures (Figura 4) terrestres principals són les vies que travessen de Nord-Est a Sud-Est i perpendiculars a la mateixa línia de costa, de Nord a Sud. Respectivament, les autopistes AP-7 i C-32, l'autovia A-7 i la Nacional N-340 són les paral·leles. L'AP-7 és l'autovia perpendicular, junt amb la C-14, la C-12 i la N-240. Les autopistes AP-7 (E-15) i AP-2 són les que comuniquen amb les províncies veïnes, pel Nord-Est amb Barcelona (incloent-hi la C-32), pel Nord amb Lleida, i comunicació amb l'Aragó i Saragossa i pel Sud-Oest amb València. La xarxa viària convencional respon a les necessitats internes de mobilitat entre les diferents poblacions i comunicacions amb la resta de Catalunya.

Tarragona es comunica principalment , en forma d'arc d'esquerra a dreta amb Salou per l'autovia C-32B, amb Vila-Seca per la N-340, amb Reus per la T-11, i pels municipis que queden al nord-est per la A-27. Mitjançant un eix que fa la funció de ronda que és la A-7, aquesta també dona accés a l'AP-7 més allunyada de l'àrea urbana de Tarragona. Pel nord hi trobem l'A-7 i la N-340 un altre cop.

La ciutat Tarragona compta amb una estació pròpia situada al costat de la costa, al sud del nucli urbà. A 10 km es troba l'estació de l'AVE.

El trànsit mercaderies que circula per via ferroviària cap a Tortosa/València es canalitza per SVC-Tarragona-Salou, mentre el trànsit que va cap a interior peninsular es canalitzen via SVC-Tarragona-Reus-Mora la nova o SVC-Valls-Lleida. Aquest fet posa a l'estació de Tarragona com a punt d'intercanviador clau per al pas de mercaderies, que a més es troba al costat d'una de les estacions més gran de Catalunya com ve a ser el port.

El transport marítim a Tarragona, també és un dels més importants per la ciutat sobretot en referència a mercaderies, tenint una activitat històrica i una evolució infraestructural que es pot comparar amb el port de Barcelona.

La ciutat de Tarragona no compta amb cap instal·lació aeroportuària dins el seu terme municipal, tot i així, existeix l'aeroport de Reus a 6Km de distància, el qual es troba destinat a donar servei a la part occidental de Catalunya i en més immediatesa al Camp de Tarragona.

Aquest aeroport es troba accessible a través de l'autovia T-11 de Reus-Tarragona a partir de la N-240. Aquest accés dona connexió també amb altres localitats de rellevància turística a l'anomenada Costa Daurada com Cambrils, Salou i Vila-seca.

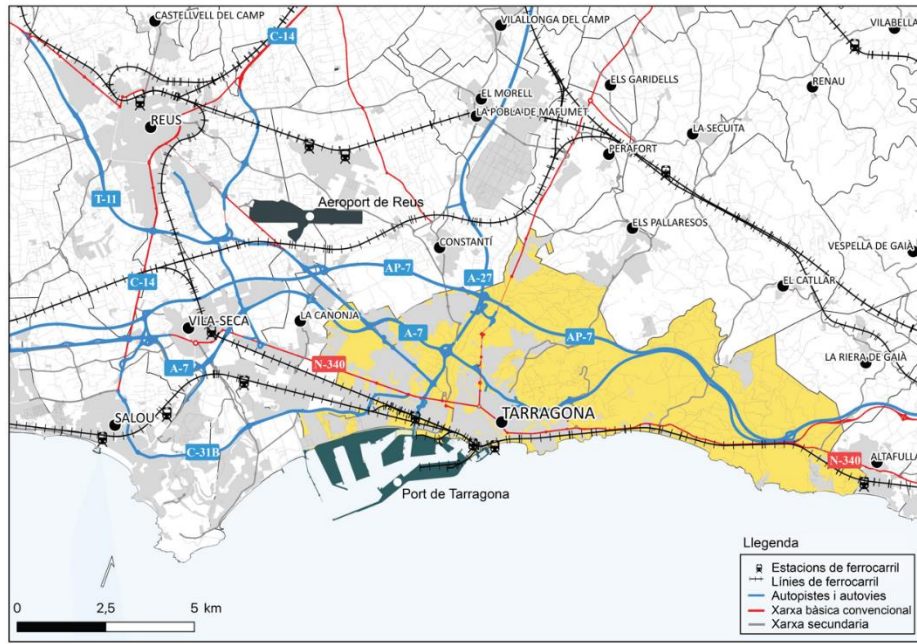


Figura 4: Principals xarxes de transport de Tarragona

Font: Elaboració pròpia

3.2. Urbanització Els Boscos de Tarragona

Els Boscos de Tarragona és una urbanització construïda a finals de segle XX. Té una superfície de 31ha i es troba situada a la zona de Llevant del municipi de Tarragona (Figura 5). Més concretament, aquesta zona urbana destinada a us residencial es troba limitant al nord per l'AP-7 i la A-7, quasi tocant als límit municipal del Catllar i al oest per l'A-7. Per altra banda, el seu perímetre est connecta amb la partida de les Genetes mentre en direcció SE i S es troba en continuïtat directa amb la urbanització de Residencial Monnars i sis d'urbanitzacions més que conformen gran part de la zona urbana de Llevant (Pinars, Llevantina, Colls Majors, Cala Romana, Bonsol i Solimar).

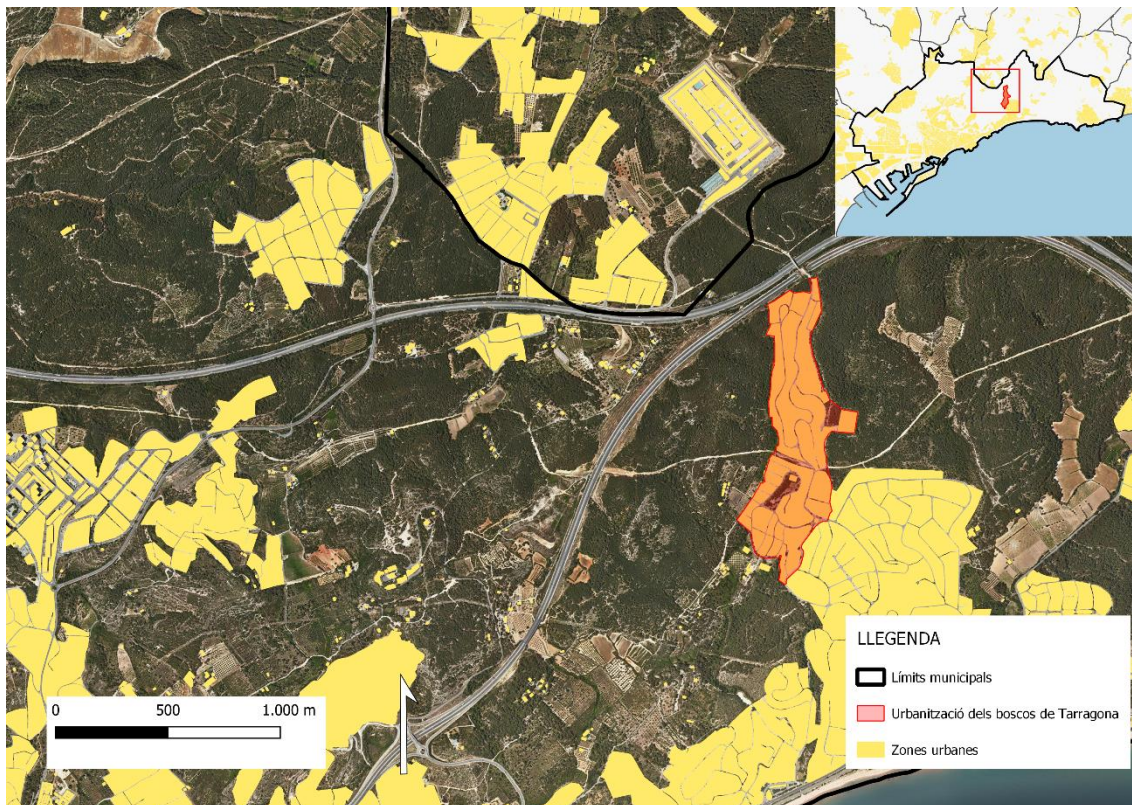


Figura 5: Localització de Els Boscos de Tarragona

Font: Elaboració pròpia

3.2.1. Estructura de la urbanització

Aquesta urbanització, tot i tenir una gran continuïtat urbana amb la resta d'urbanitzacions de llevant, el seu estatus és considerat un entramat urbà no consolidada segons les bases del decret 1/2009 i el mapa urbanístic de Catalunya (MUC), és a dir, una formació disseminada dels nuclis de població que acullen més habitants.

La seva superfície de 31Ha es conforma d'una geometria total que mesura al pla 1.280m d'alçada i 392m d'amplada. En aquesta zona compresa s'hi troben un total de 139 parcel·les cadastrals amb 1130 construccions disposades al voltant de 15 carrers.

Segons el MUC el sòl edificat en aquest espai concentra el 76% de la superfície de la urbanització (23,5Ha), on es conclou que la tipologia principal d'habitatge que s'hi troba correspon a aïllats (78% de superfície edificada) i en menor mesura a habitatges en filera (32% de superfície edificada). Pel que fa a la seva distribució, a la part nord i a la vessant est es troben cases aïllades mentre les cases en filera es concentren a sud de la urbanització (Figura 6).

Existeixen també dues edificacions corresponents a un transformador elèctric i un dipòsit d'aigües municipals a la banda nord-est. La urbanització també compta amb quatre àrees públiques recreatives i d'esbarjo enteses com a parcs i un equipament de titularitat privada sense ús concretat al sud de la urbanització.

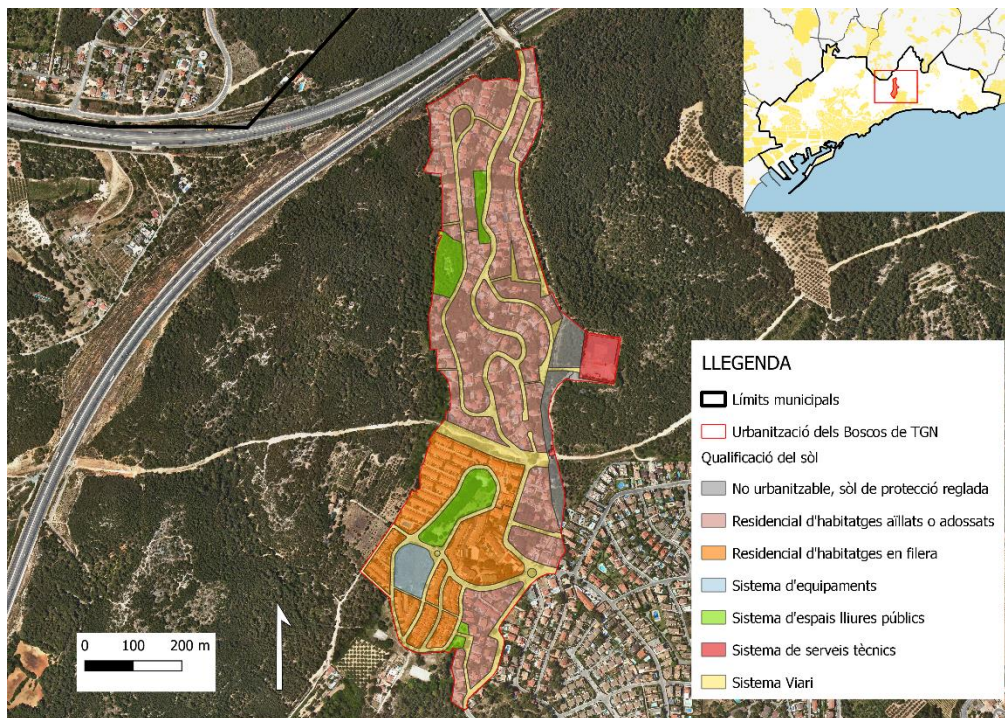


Figura 6: Qualificació del sòl a Els Boscos de Tarragona

Font: Elaboració pròpia

Actualment, no es contemplen registres específics per a quantificar els residents concrets de les urbanitzacions a Tarragona. La xifra real que es contempla per aquesta zona gràcies a les estadístiques de població de l'ajuntament de Tarragona és que a les urbanitzacions de Llevant hi estaven vivint 15.113 persones al 2020. Per altra banda, es poden fer aproximacions, per exemple, la mitjana de fills d'una parella a Tarragona és d'1,28 per dona, sabent que existeixen gràcies al cadastre i a la qualificació del sòl 732 edificis aïllats unifamiliars i 398 edificis plurifamiliars dels quals 4 són de quatre plantes, 34 de tres plantes, 197 de dues plantes, 163 d'una planta, s'extreu que la capacitat d'acollida de la urbanització és de 4.614 persones.

Per accedir a la urbanització hi ha un total de 9 possibilitats (Figura 7), de les quals vuit es situen a la part sud. D'aquestes nou variants, cinc són de caràcter terciari tenint en compte l'estat i condicions de les vies connexes, i quatre de principals. En un inic es troba l'accés terciari nord, el qual no és freqüentat i connecta directament amb la urbanització del Masnou o al punt quilomètric (PK) 240 de l'AP-7 per un camí terciari no asfaltat de 2,1Km direcció est. La següent via d'accés es troba al front est de la urbanització. Aquest accés terciari travessa amb 1,5Km la partida de la Barquera fins a enllaçar a un camí terciari asfaltat de 300m que dona al PK 1169 de l'A-7.

Els quatre accessos següents es troben al sud de la urbanització en condició de vies urbanes, ja que corresponen als carrers de les urbanitzacions connexes, més específicament el carrer G, carrer F, carrer Rossinyol i l'Avinguda Boscos de Tarragona. Aquests carrers tenen connexió directe amb la N-340 a través d'un recorregut de 970m direcció sud. L'accés següent a partir de l'últim accés primari sud, correspon a un terciari no asfaltat que connecta amb la urbanització de Cala Romana i la N-340 través del carrer de la Cota. L'últim accés sud correspon a una via terciària limitada a accés a peu o amb vehicles 4X4. Aquesta via de 1,1Km enllaça amb el carrer Travessera del Pi de la urbanització Cala Romana a través d'un camí terciari pavimentat. Al final del recorregut és possible accedir a la N-340.

Per últim, es troba l'accés terciari del front oest, el qual travessa el Mas Vilar i l'A-7 amb un camí terciari no pavimentat fins a arribar al Llorito, on es desvia cap al sud per la carretera del Llorito (camí primari) fins a poder accedir a l'A-7.

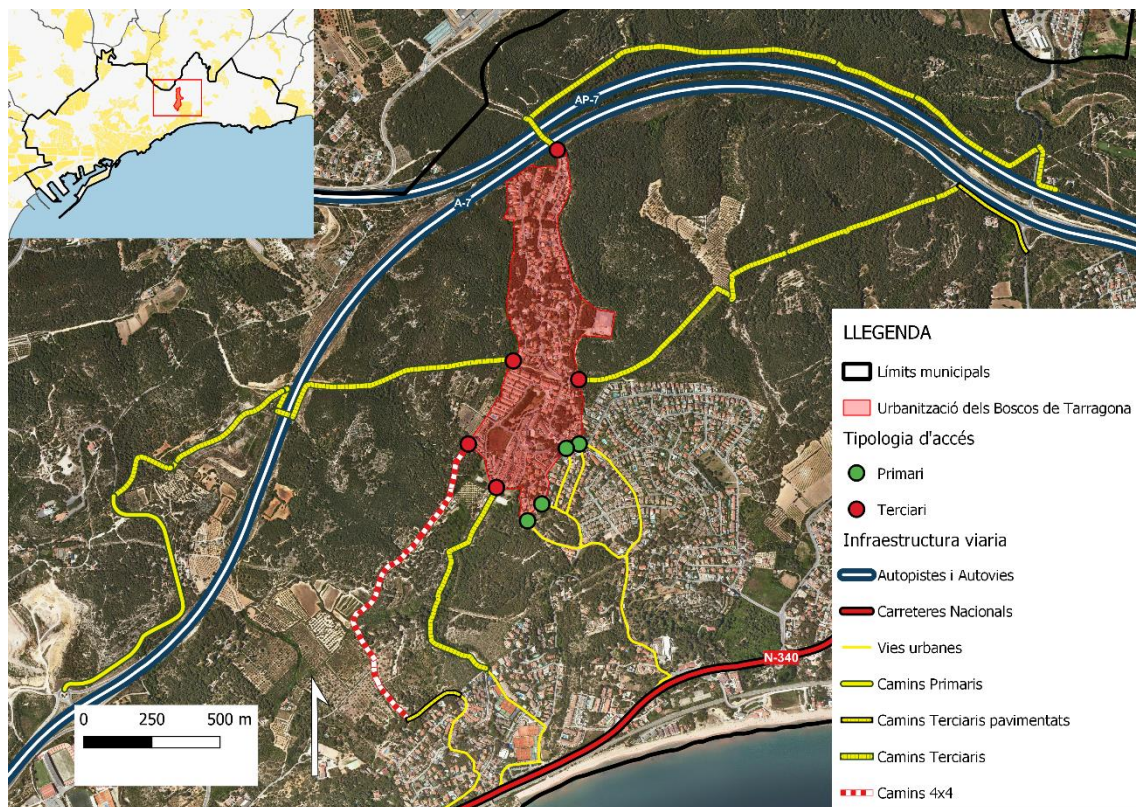


Figura 7: Accessos a Els Boscos de Tarragona

Font: Elaboració Pròpia

3.2.2. Entorn de la urbanització

La urbanització es situa en un sòl predominant de composició calcària al seu sector nord i d'argiles al sector sud. L'entorn del front oest es compon majoritàriament de roca calcària i d'un dipòsit fluvial format per graves, sorres i llims, també s'hi troben tres falles normals de poca rellevància. Els terrenys de la zona est es troba composta en la seva majoria d'argiles plàstiques i sorres, a banda d'un tram de calcària al nord d'aquest front. (Vegeu la Figura 8)

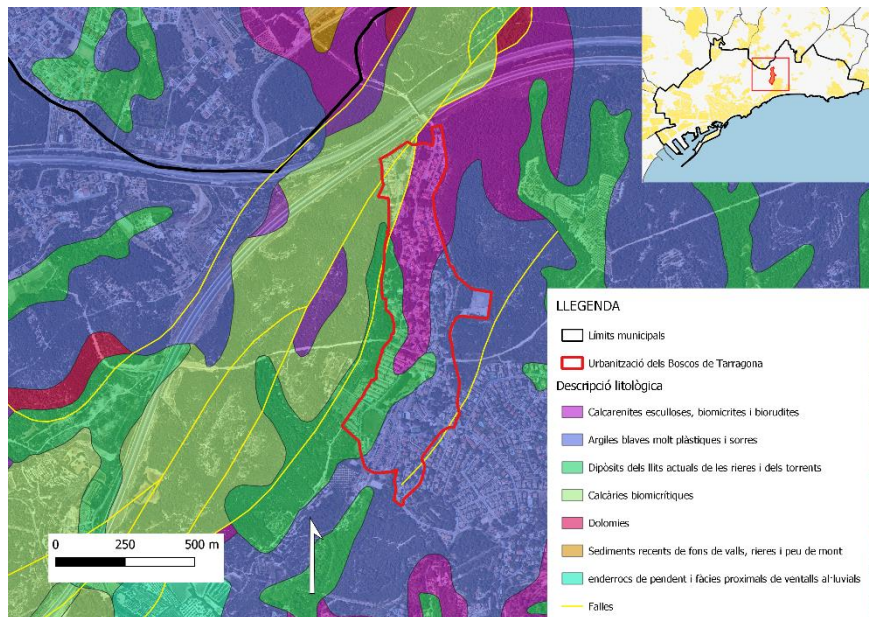


Figura 8: Litologia de l'entorn de Els Boscos de Tarragona

Font: Elaboració pròpia

La urbanització se situa entre dos cursos fluvials sense denominació els quals desemboquen a la platja Llarga de Tarragona. Pel front oest de l'àrea urbana, es discrimina que el curs fluvial rep aportacions de dos torrents tributaris (dels quals un entra en contacte directe amb la zona urbana) que travessen el camí del Mèdol i s'ajunen amb un terciari i quaternària a l'alçada de la partida dels Colls Majors per desembocar al costat de la Punta del Morrot (Platja Llarga). Per altra banda, la sèrie de tres torrents del front est desemboquen a la zona de càmpings de la Platja Llarga passant per dins l'àrea residencial Monnars.

Segons la capa de zones geomorfològicament inundables de l'ACA (2017), l'entorn de la urbanització té dues zones potencialment inundables atenent a la correspondència zonal amb els dipòsits de llits actuals de rieres i torrents descrits anteriorment, i el pendent de l'àrea.

Aquestes àrees inundables reben importància, ja que podrien arribar a tallar els quatre accessos terciaris corresponents al del camí del Mèdol i els del sud-oest en cas de grans avingudes per arrossegament de materials o dificultar l'entrada de vehicles per terres mullades (Figura 9).

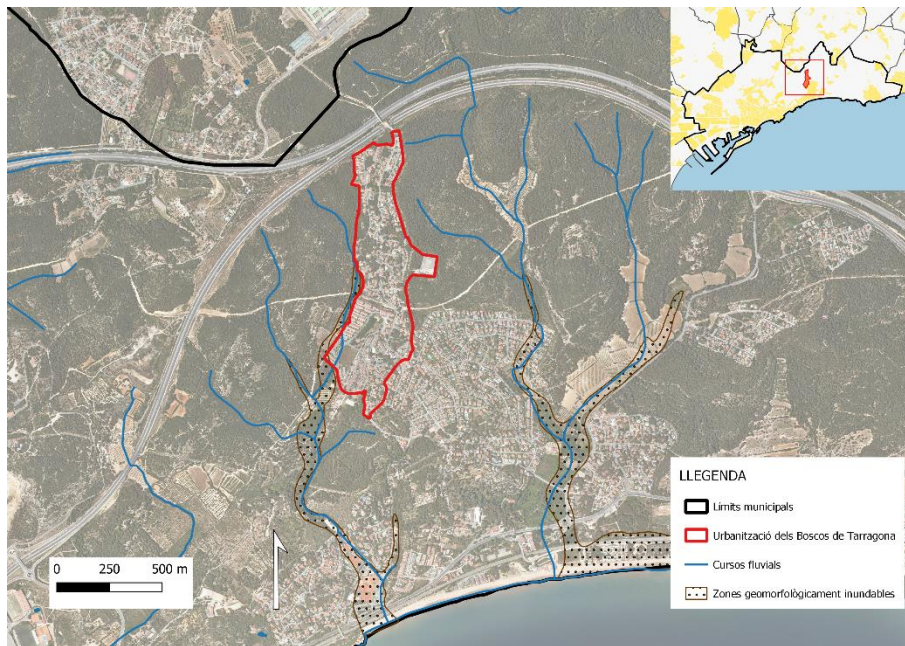


Figura 9: Zones inundables al entorn de Els Boscos de Tarragona Font: Elaboració pròpia

El pendent de la urbanització (Figura 10) ve donat principalment per la localització on es troba, la qual és una zona de transició entre la planícia costanera situada al sud que dona a platges com la Savinosa o la platja Llarga, i el cim Tarragoní conegut popularment amb el nom de Gurugú situat al nord.

A través del model d'elevacions del terreny elaborat per l'ICGC, s'han pogut extreure les pendents de l'entorn de la urbanització estudiada. Aquests pendents han sigut classificats segons l'estudi realitzat per Vargas (2009), el qual conclou que pendents entre: el 0% i 1% són planeres, del 1% al 5% són terrenys lleugerament inclinats, del 5% al 10% són pendents inclinades, del 10% al 15% són zones molt inclinades, del 15% al 30% són lleugerament escarpats i més del 30% són terrenys escarpats.

Els resultats d'analitzar les pendents de l'entorn de la urbanització, es que s'hi troben pendents bastant accentuats a la zona oest, nord i nord-est d'aquesta, fins i tot més enllà de les dues vies de comunicació de primer ordre es segueixen trobant grans vessants. La zona oest es la que acull una mitjana de pendents del 15%-30% incloent petites àrees que superen el 30% de gradient de pendent sense comptar els talussos ocasionats per la construcció de l'autopista.

Els pendents més baixos es troben al sud i sud-est de la urbanització aollint una majoria de pendents planeres o lleugerament inclinades amb alguna traça de pendents inclinades.

Cal comentar que les pendents accentuades de la zona oest es veuen aturades pel torrent, transformant el límit est de la zona urbana en una zona de pendent lleugerament inclinat pel nou ressorgiment de la vessant.

Dins dels límits de la urbanització es troben dos sectors diferenciats en termes de pendent, dels quals el sector sud és més planer que el nord. A partir del camí cap al Mèdol direcció nord es troben pendents escarpats dins la zona urbana fruit de la continuïtat amb la zona exterior est, mentre que la banda sud el pendent més inclinat té un gradient de 7% mentre la majoria de terreny no passa del 5%.

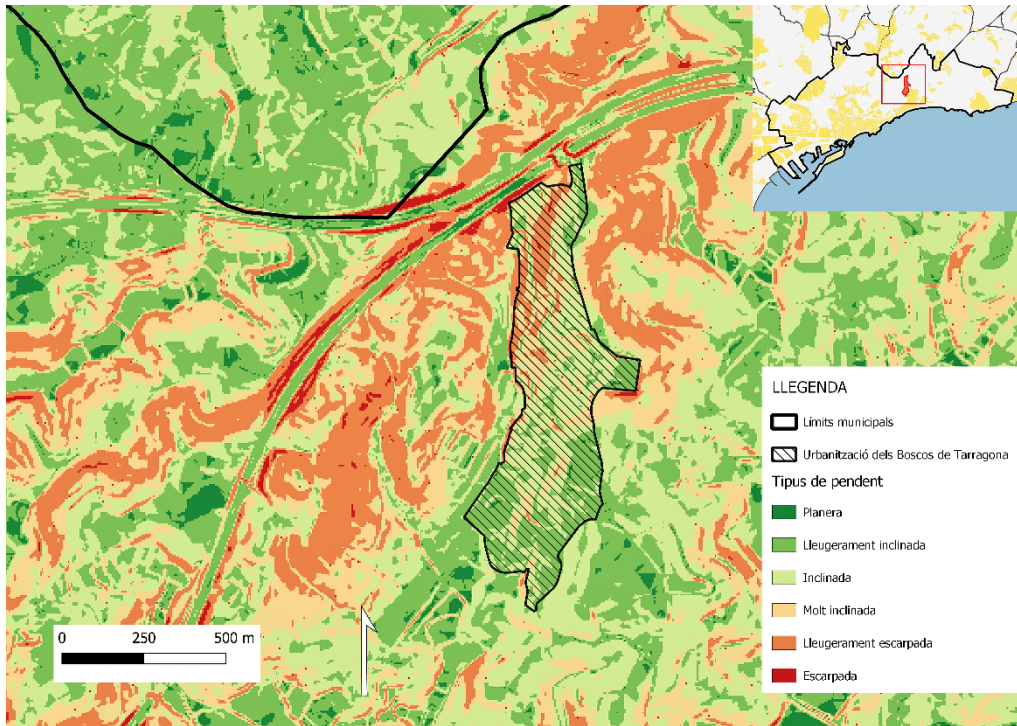


Figura 10: Tipus de pendent al entorn de Els Boscos de Tarragona Font: Elaboració pròpia

Pel que fa a la direcció del pendent (Figura 11), és a dir, si es troba en situació ascendent o descendent, s'ha analitzat des del punt de vista nord-oest direcció sud-est tenint en compte la naturalesa d'aquest treball. D'aquesta forma, es troba que partint de l'altimetria del límit d'autovia que dona a l'entorn oest de la urbanització (130m), el pendent va disminuint a mesura que s'aproxima a la barrancada que connecta amb la taca urbana dels Boscos de Tarragona, passant de 130m a 70m en cas del sector nord i de 130m a 40m en el cas del sector sud. Per altra banda, un cop s'arriba als límits de la zona urbana el pendent es torna ascendent en direcció nord-est passant en un espai de 200m d'amplada de 70m d'altimetria a 110m per part del sector nord mentre que la transició de pendent cap al nord-est per part del sector sud és més lleugera arribant als 60m des d'una base de 40m en un espai de 400m.

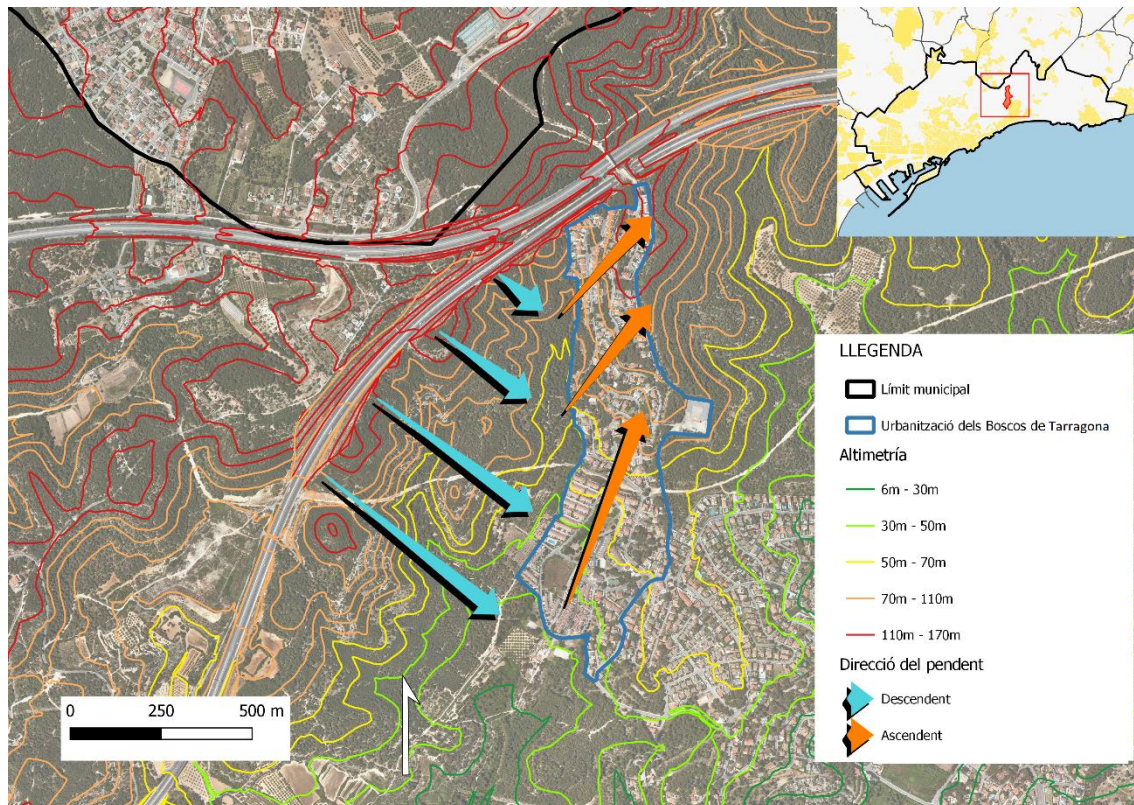


Figura 11: Altimetria i direcció del pendent als Boscos de Tarragona

Font: Elaboració pròpia

En termes forestals, s'ha pogut comprovar a partir del treball de camp realitzat el dia 03/06/2022 que la zona que envolta els Boscos de Tarragona es troba caracteritzada per una gran extensió forestal densa aciculifòlia amb predominança plena de pinedes de pi blanc (*pinus halepensis*) afavorida per l'acció humana i sobretot per l'abandonament de terres de cultiu que abans ocupaven aquestes àrees boscoses. Aquesta àrea forestal de Tarragona que sobrepassa les barreres de l'autopista i autovia, és molt freqüentada com a zona d'esbarjo i lleure per una part dels seus habitants.

El sotabosc d'aquestes pinedes s'hi pot trobar amb predominança brolles de romaní (*rosmarinus officinalis*), argilaga (*genista scorpius*), Margalló (*chamaerops humilis*), Farigola (*thymus vulgaris*), Garric (*Quercus occifera*), Aritjol (*Smilax aspera*), Mata (*Pistacea lentiscus*) i Ginesta (*Spartium junceum*).

Hi ha una gran diferència entre el sector nord-oest i el sud-est pel que fa a composició, ja que al primer sector esmentat s'hi arrela una vegetació densa i no tan esclarida com al sector sud, el qual té una varietat més alta intercanviant taques de matollar, boscos esclarits i boscos densos. (Figura 12)

Per altra banda, la zona urbana del sector sud compta amb una part de perímetre que no té connexió directa amb massa forestal, sinó que es troba al costat de zones de conreus llenyosos.

Per últim, cal esmentar que existeixen taques de boscos densos que percolen dins el sector nord de la urbanització, comptant també algunes zones de matollar o zones verdes arbrades.

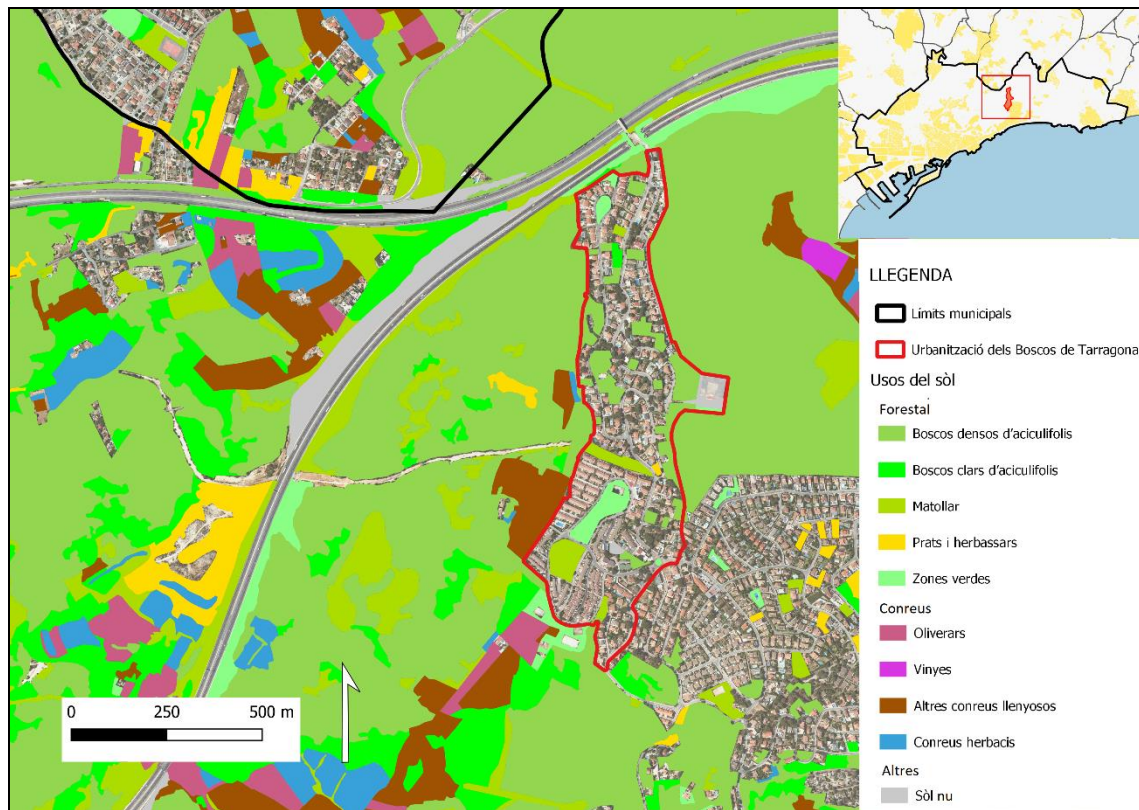


Figura 12: Usos del sòl a la urbanització Els Boscos de Tarragona

Font: Elaboració pròpia

Pel que fa a la protecció de la urbanització enfront a incendis, cal esmentar que el parc de bombers més pròxim correspon al parc de bombers funcionaris de Tarragona situat a Torreforta, el qual, es troba per la ruta més ràpida a 14 minuts i 12Km de la urbanització objectiu (Figura 13), entrant d'aquesta manera dins els paràmetres acceptable que marca la carta de compromís de qualitat del cos d'emergències.

Aquesta via més ràpida per arribar ha sigut extreta de *Google maps*, i passaria per obviar el centre de Tarragona per motius de tràfic i endinsar-se a la A-7 per finalment incorporar-se a la N-340 a l'altura del Nou Estadi Costa Daurada des d'on es pot accedir a la urbanització per l'Avinguda dels Boscos de Tarragona, un accés que no es veuria afectat per flames en cas d'incendi perquè és de caràcter urbà i no connecta amb massa forestal.

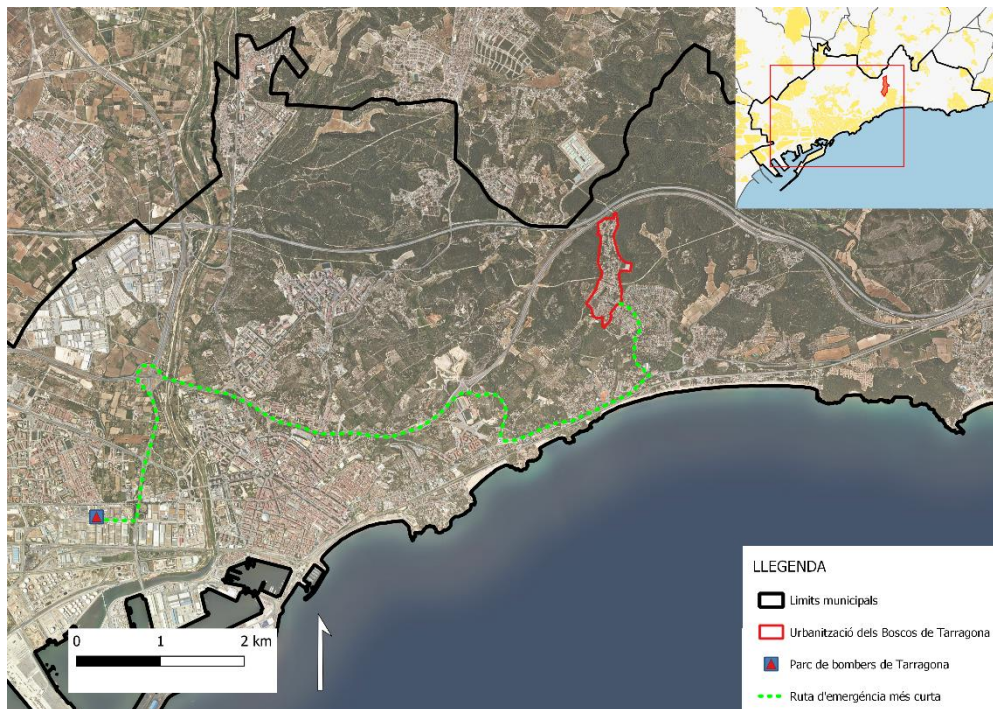


Figura 13: via més ràpida des del parc de bombers fins a la urbanització Font: elaboració pròpia

En termes de planificació en cas que es produís un incendi forestal, el municipi de Tarragona compta únicament amb el Pla de Protecció Civil de Tarragona, homologat el 15/05/2021. En aquest document s'estableix el marc orgànic per prevenir i controlar els riscos sobre les persones i béns tot i que de forma general sense donar especificitat per a zones concretes i obviant variables a escales grans, a més, cal esmentar que és una mostra pública la que s'observa a la publicació de l'ajuntament i no la completa, amb la qual cosa es perd informació per part del lector ciutadà. També cal afegir que no consta que la urbanització dels Boscos de Tarragona adopti un pla d'autoprotecció propi tal com obliga l'article 3 de la Llei 5/2005, sinó que el DUOPROCIM tan sols informa que es troba dins de zona de risc per incendis forestals. (Ajuntament de Tarragona, 2021)

4. Metodologia

Tal com s'especifica al segon apartat d'aquest Treball, l'objectiu principal és determinar el nivell de risc d'incendi forestal de la urbanització dels Boscos de Tarragona a través d'avaluar la vulnerabilitat i el perill d'ignició que té el seu entorn actual.

La base de la metodologia passa per dissenyar un índex que sigui capaç d'extreure el nivell de risc d'incendi. Per aconseguir-ho s'ha recollit la informació a través de bibliografia i recerques científiques tal com s'ha exposat a l'apartat 2.4, per tal d'originar un nou mètode propi amb variables de vulnerabilitat i perill per calcular finalment l'índex que permeti determinar el nivell de risc.

Aquestes mateixes variables s'han georeferenciat amb una malla rasteritzada per a poder tractar-les amb software Qgis i donar una visió cartogràfica als valors per poder realitzar operacions de superposició de capes i visualitzar un resultat cartografiat per cada índex, la qual cosa permet aportar informació amb detall a cada sector de la urbanització.

Finalment, s'elabora una automatització del procés a través del software d'informació geogràfica per tal de poder replicar l'exercici metodològic a altres urbanitzacions i poder comparar resultats de forma més eficient.

4.1. Elaboració de paràmetres i índex

La metodologia s'ha basat en la fórmula tradicional que compta amb les variables de vulnerabilitat i perill per obtenir el nivell de risc d'algun fenomen (**Risc = Vulnerabilitat x Perill**). Segons l'apartat de divulgació de l'Institut Geològic i Cartogràfic de Catalunya, es troben les següents definicions als principals elements esmentats:

Vulnerabilitat: grau de dany esperat en una estructura en el cas de ser sotmesa a l'acció d'un fenomen. La vulnerabilitat és pròpia de cada estructura i és independent de la perillositat del lloc. Això significa que una estructura pot ser vulnerable i no estar en risc perquè està situada en una zona sense perillositat

Perillositat: la probabilitat d'ocurrència d'un fenomen potencialment destructiu en un període de temps específic i en una àrea de terreny determinada

Risc: concepte d'ordre social i econòmic que estima la probabilitat de pèrdues en vides humanes o materials a causa d'un fenomen natural

Un cop identificades les definicions, s'ha fet un treball de recerca en bases de dades de publicacions científiques per a visualitzar quines variables utilitzen per tal de poder estructurar la vulnerabilitat i el perill, poder ponderar-les per importància i crear intervals i categories que reflecteixin diferents situacions que poden tenir com a referència les conseqüències resultants. És a dir, si generen més perill o més vulnerabilitat al còmput total. Aquestes variables han sigut descrites a l'apartat 2.4 d'aquest treball.

En un inici, per a introduir totes les variables de vulnerabilitat, s'ha pres la decisió innovadora de distingir dos grans grups corresponents a vulnerabilitat específica i vulnerabilitat general, atenent a que existeixen paràmetres que no es poden localitzar en un espai o zona concreta dins l'àrea d'estudi, sinó que agafen rellevància sobre tota la superfície a estudiar.

4.1.1. Vulnerabilitat específica

Analitzant les variables a implementar dins la metodologia, s'ha pogut observar que s'hi troben dos grans camps, de manera que dins la **vulnerabilitat específica (VE)** s'ha conclòs en definir dos subgrups d'elements. Aquests corresponen a les **variables naturals (VEN)** i **variables urbanes (VEU)**:

a) Variables naturals

Les variables de vulnerabilitat específica naturals, fan referència a totes aquelles variables no antròpiques localitzables/distingibles en l'espai que tenen la capacitat de provocar un major grau de dany a estructures i persones depenent de la seva situació o estat en un moment concret. Dins d'aquest subgrup s'ubiquen:

- **Perímetre amb superfície forestal.** És la primera variable que es presenta, corresponent-se a si el límit d'urbanització, connecta directament amb sòl forestal, atenent a que una major proximitat implica major vulnerabilitat per les estructures properes en cas d'un possible incendi.

Per a dotar una operativitat a aquesta variable, s'han definit 2 intervals per saber si existeix aquesta proximitat natural amb zones urbanes o si no existeix. Visualitzar la *Taula 1*

Taula 1: Ponderació metodològica de la variable "perímetre amb superfície forestal"

perímetre amb superfície forestal	valor final
Sí	25
No	0

Font: Elaboració pròpia

- **Composició del sòl forestal.** Correspon a un altre element a tenir en compte donada la diversa càrrega de combustible que pot presentar-se a la zona forestal i les seves diferents característiques. És possible trobar zones arbòries amb sotabosc, arbrades, arbustives amb herbàcies, zones herbàcies, conreus abandonats i sòl nu.

L'operativitat d'aquesta variable s'ha aconseguit a partir de definir 6 categories que corresponen a diferents composicions de sòl que es poden trobar, les quals es doten de més valor com més combustible vegetal que contenen. Visualitzar la *Taula 2*

Taula 2: Ponderació metodològica de la variable "composició del sòl forestal"

Tipologia	valor final
Arbori + sotabosc	15
Arbori	10
Arbustiu + herbaci	7,5
Herbaci	5
Herbaci/Conreu abandonat	2,5
Sòl nu	0

Font: Elaboració pròpia

- **Composició del sòl no forestal.** Difereix de la variable abans esmentada tenint en compte que no tot el perímetre de l'àrea d'estudi es classifica com a sòl forestal, és possible distingir parts amb sol nu, o conreus en ús amb estrats arboris i arbustius o tan sols arbustius susceptibles d'incendiar-se de la mateixa forma que ho faria el combustible d'una zona forestal.

Per a fer la ponderació d'aquesta variable s'ha procedit de la mateixa manera que l'anterior, amb l'únic canvi que són 3 categories. Visualitzar la *Taula 3*

Taula 3: Ponderació metodològica de la variable "composició del sòl no forestal"

Tipologia	valor final
Arbori + arbustiu	5
Arbustiu	2,5
Sòl nu	0

Font: Elaboració pròpia

- **Densitat de vegetació.** És una variable estretament lligada a la composició del sòl forestal que determina, en part, amb quina intensitat pot arribar a cremar una zona o quina facilitat per transmetre's té el foc, atenent a que quan més biomassa existeix en un espai reduït, més combustible fàcilment susceptible de cremar hi ha.

S'han creat les 3 categories d'alta, mitjana i baixa per tal d'afegir aquest paràmetre al còmput total tot sabent que quan la vegetació és més densa més valor se li atorga fent augmentar així la vulnerabilitat. Visualitzar la *Taula 4*.

Taula 4: Ponderació metodològica de la variable "Densitat de vegetació"

Densitat	valor final
Alta	10
Mitjana	5
Baixa	2,5

Font: Elaboració pròpia

- **Pendent.** Determina una expansió més ràpida del foc si es troba en situació ascendent i alenteix la marxa del foc si és descendent.

Per a poder fer operativa aquesta variable s'han extret 3 categories. Visualitzar la *Taula 5*.

Taula 5: Ponderació metodològica de la variable "Pendent"

Tipologia	valor final
Ascendent	5
Plana	0
Descendent	-5

Font: Elaboració pròpia

b) Variables urbanes

Les variables de vulnerabilitat específica urbanes, recauen sobre els caràcters antròpics que es poden localitzar dins la urbanització i que tenen la capacitat de provocar un major grau de dany a estructures i persones depenent de la seva situació o estat en un moment concret. Dins aquest subgrup es presenten:

- **Zones de la urbanització no edificades que compten amb vegetació.** Són dipòsits de combustible interns i sovint en contacte amb habitatges que poden incendiar-se i provocar l'expansió d'aquest mateix per dins la urbanització. I depenent de la densitat d'aquesta biomassa la virulència pot ser major o menor.

La ponderació i descripció que s'utilitzarà en la metodologia per aquesta variable és la següent. Visualitzar la *Taula 6*.

Taula 6: Ponderació metodològica de la variable "Vegetació de zones no edificades"

Quantitat de vegetació	valor final
Alta	15
Mitjana	10
Baixa	5
Nul·la	0

Font: Elaboració pròpia

- **Parcel·les edificades amb plantes o vegetació domèstica.** Així com existeixen parcel·les sense edificar amb vegetació, també és possible localitzar aquest altre tipus de parcel·les, com ara jardins, arbres que donen ombra, etc. Es tracta d'un altre element molt proper a habitatges susceptible de cremar-se i provocar danys.

La valoració d'aquest paràmetre s'ha elaborat amb 4 possibilitats i amb valors del 0 al 15. Visualitzar la *Taula 7*

Taula 7: Ponderació metodològica de la variable “Vegetació de zones edificades”

Quantitat de vegetació	valor final
Alta	15
Mitjana	10
Baixa	5
Nul·la	0

Font: Elaboració pròpia

- **Tipologia dels edificis.** Pot esdevenir un element vulnerable si es té en compte que és possible trobar cases elaborades amb materials com fusta i que es troben al costat de boscos.

S’han desenvolupat dues categories on se li dona un valor alt entès com a elevada vulnerabilitat a les cases construïdes amb material de fusta. Visualitzar la *Taula 8*

Taula 8: Ponderació metodològica de la variable “Tipologia dels edificis”

Tipologia	valor final
Fusta	5
Altres	0

Font: Elaboració pròpia

- **Elements perillosos.** Es tracta d’aquells elements que puguin esdevenir un desencadenant o propagador del foc com dipòsits de gas, estacions transformadores d’electre...

Les úniques categories per a ponderar en aquest cas venen donades per la presència o absència d’aquests elements perillosos. Visualitzar la *Taula 9*

Taula 9: Ponderació metodològica de la variable “Elements perillosos”

Presència	valor final
Si	5
No	0

Font: Elaboració pròpia

- **Disposició dels carrers.** Poden ser propagadors de foc en tant que poden canalitzar els fluxos d'aire d'una forma més fàcil sempre que es doni la condició que coincideixen amb la direcció del vent del moment.

La ponderació s'ha realitzat tenint en compte si el carrer es troba alineat o no alineat en relació al incendi tipus escollit. Visualitzar la *Taula 10*.

Taula 10: Ponderació metodològica de la variable "Elements perillosos"

Disposició de carrers	
Situació	valor final
Alineat	5
No alineat	0

Font: Elaboració pròpia

4.1.2. Vulnerabilitat general

Tal com s'ha dit anteriorment, també s'ha cregut prudent introduir un grup de **vulnerabilitat general (VG)**, dins de la qual s'hi troben els subgrups de **variables ecològiques (VGE)** i **variables de defensa (VGD)**.

c) Variables ecològiques

Les variables de vulnerabilitat general ecològica, fan menció a aquells elements no antròpics que no es poden localitzar en l'espai d'una forma concreta i que tenen la capacitat de provocar un major grau de dany a estructures i persones dependent de la seva situació o estat en un moment concret. Dins aquest subgrup s'hi troba:

- **Espai de carrera.** És aquell recorregut màxim que pot arribar a fer el foc per una zona forestal sense interrupcions fins a arribar a la zona urbana, amb la qual cosa permet agafar més embranzida al mateix incendi esdevenint un element rellevant.

No existeix cap teoria fixada en xifres sobre la relació entre l'espai de carrera i l'avanç del foc tot i que és un factor a tenir en compte. En aquest cas s'han pres quatre intervals per a representar aquest paràmetre dins el còmput total. Visualitzar la *Taula 11*.

Taula 11: Ponderació metodològica de la variable “espai de carrera”

Tipologia	valor final
>450m	15
300m - 450m	10
150m - 300m	5
50m - 150m	2,5

Font: Elaboració pròpia

- **Força del vent.** Una intensitat del vent elevada mentre es dona un incendi forestal pot portar a una situació perillosa, perquè com més velocitat agafi, més s’oxigena el foc i es poden propagar les flames a altres punts de la zona originant el que s’anomena focus secundaris.

Prenent de referència l’escala Beaufort de la força del vent i tenint en compte la regla dels 30km/h (8,3m/s) que exposa que amb aquesta intensitat, ja esdevé un factor que pot provocar situacions de força perill s’han elaborat quatre intervals amb valors elevats atenent la importància de la variable. Visualitzar la *Taula 12*.

Taula 12: Ponderació metodològica de la variable “vent”

intensitat	valor final
> 15 m/s	30
10 - 15 m/s	25
5 - 10 m/s	15
0 - 5 m/s	0

Font: Elaboració pròpia

- **Distància entre el front del foc i el límit urbà oposat.** Variable relacionada amb les dues anteriors. Com més estreta sigui l’estructura urbana, més possibilitats hi haurà de que es generin focus secundaris i que els danys de la zona es donin amb més rapidesa.

En aquest cas s’han proposat tres intervals de distància per representar aquest fet. Visualitzar la *Taula 13*.

Taula 13: Ponderació metodològica de la variable “Distància entre el front de foc i l’altre límit urbà”

distància	valor final
> 400 m	0
200 - 400 m	5
0 - 200 m	10

Font: Elaboració pròpia

d) **Variables de defensa**

Per altra banda, les variables relacionades amb els paràmetres de defensa, són totes aquelles no localitzables en l’espai , però que procuren una protecció a la urbanització i als ciutadans, o poden arribar a frenar o retardar l’avanç del foc. Dins aquest subgrup estan:

- **Franges de protecció.** La seva existència genera un espai de separació entre els elements urbans i les zones forestals per tal de fer servei com a tallafocs.

La ponderació es realitza segons si existeixen d’aquestes mateixes franges. Visualitzar la *Taula 14*.

Taula 14: Ponderació metodològica de la variable “franges de protecció”

presència	valor final
Sí	-10
No	0

Font: Elaboració pròpia

- **Xarxa d’hidrants.** La seva existència permet que els serveis d’emergència disposin d’una font d’aigua, més enllà de la que porten als vehicles.

La ponderació es realitza segons si existeixen d’aquestes mateixes franges. Visualitzar la *Taula 15*

Taula 15: Ponderació metodològica de la variable “xarxa d’hidrants”

presència	valor final
Sí	-5
No	0

Font: Elaboració pròpia

- **Distància mínima del parc de bombers fins a la zona afectada.** Es té en consideració el temps de resposta, tenint en compte el que s'indica, pel que fa a serveis urbans, al compromís que apareix a la carta de serveis dels Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Es desenvolupen 3 possibles temps de resposta per a ponderar aquest paràmetre de defensa. Visualitzar la *Taula 16*

Taula 16: Ponderació metodològica de la variable "distància mínima del parc de bombers fins la zona afectada"

temps de resposta	valor final
< 10min	-5
10min - 20min	-2,5
> 20min	0

Font: Elaboració pròpia

- **Els accessos i les seves condicions.** Són un element important, ja que són les principals vies per on introduir equips d'emergència així com per evacuar civils, per tant, cal tenir un bon manteniment i una quantitat raonable d'ells perquè en cas d'incendi no es col·lapsi cap o hi hagi una altra via d'escapament.

S'han atribuït valors més alts de vulnerabilitat a aquells accessos terciaris i secundaris atenent al seu estat i el material de construcció, ans al contrari passa amb els accessos primaris. Visualitzar la *Taula 17*.

Taula 17: Ponderació metodològica de la variable "Condicions dels accessos"

Tipologia	valor final
Terciari	-5
Secundari	-2,5
Primari	-5

Font: Elaboració pròpia

4.1.3. Perill

Un cop exposades les variables que componen la part d'anàlisi de vulnerabilitat, es continua desenvolupant l'índex tot mostrant els paràmetres que incideixen a l'hora d'incrementar o disminuir **el perill d'ocurrència del fenomen (P)**, que en aquest cas és la probabilitat de que es doni la combustió i el probable incendi. Aquests elements que resulten el còmput total del perill són:

- **Inflamabilitat.** Entesa com la facilitat de cremar o d'ignició de la vegetació present a l'entorn de l'àrea d'estudi. Un element a tenir en compte per la susceptibilitat de crema de la zona.

S'han creat cinc graus d'inflamabilitat amb valors del 0 al 20 per a introduir la variable a l'operació final. Visualitzar la *Taula 18*.

Taula 18: Ponderació metodològica de la variable "inflamabilitat"

tipologia	valor final
Molt Alta	20
Alta	15
Moderada	10
Baixa	5
Molt baixa	0

Font: Elaboració pròpia

- **Temperatura.** És l'energia calorífica mesurada en graus centígrads, la qual, té la capacitat de quan a més s'incrementa l'energia despresa, és a dir, com més alta és la temperatura, més estrès i dessecació poden sofrir les plantes, el que es tradueix com una major probabilitat d'ocurrència d'un incendi.

Tenint en compte la norma dels tres 30 i que amb temperatures pròximes a 0 existeix una menor acumulació calorífica als cossos, s'han extret 5 intervals de temperatura amb valors de -5 a 15. Visualitzar la *Taula 19*.

Taula 19: Ponderació metodològica de la variable "temperatura"

graus Cº	valor final
> 30Cº	15
25Cº - 30Cº	10
15Cº - 25Cº	5
0Cº -15Cº	0
< 0Cº	-5

Font: Elaboració pròpia

- **Humitat relativa.** Es defineix com l'equilibri de la pressió de vapor d'aigua a una temperatura determinada, amb la qual cosa si es troba un ambient de baixa humitat relativa i altes temperatures significa més energia calorífica a la zona i unes condicions més càlides i òptimes perquè es doni una combustió amb més facilitat.

S'extreuen 3 intervals d'humitat relativa tenint en compte la regla dels tres 30. Visualitzar la *Taula 20*.

Taula 20: Ponderació metodològica de la variable "Humitat relativa"

%HR	valor final
> 60	0
30 - 60	5
< 30	10

Font: Elaboració pròpia

- **Insolació.** També és un factor a tenir en compte, ja que la vegetació que es troba durant un temps determinat exposada a la radiació solar incrementa l'energia calorífica d'aquesta i, per tant, és més susceptible a dessecar-se i cremar-se en cas d'alguna pertorbació.

Només es desenvolupen dues situacions on el fet que es trobi una zona a solana se li afegeix un +5 al còmput total. Visualitzar la *Taula 21*

Taula 21: Ponderació metodològica de la variable "insolació"

incidència	valor final
Sol	5
Ombra	0

Font: Elaboració pròpia

- **Precipitació.** Juga un paper important, perquè la seva presència pot fer apaivagar un incendi i reduir considerablement les probabilitats d'ocurrència, però per altra, banda la seva absència actua totalment al contrari.

Les dues categories desenvolupades perquè aquesta variable s'introdueixi a la metodologia són una de 0 a 2 mm/h entesa com una possible rosada de matí o pluja molt dèbil i més de 2mm/h, la qual ja es considera pluja (Sánchez, 2008). Visualitzar la *Taula 22*.

Taula 22: Ponderació metodològica de la variable “precipitació”

incidència	valor final
0 a 2 mm/h	10
>2mm/h	x 0

Font: Elaboració pròpia

4.1.4. Índex de risc

Seguidament de descriure i donar valor als paràmetres que s'utilitzaran, es procedeix a construir una ponderació conjunta dels possibles resultats tan del risc com de la vulnerabilitat de la zona d'estudi, per a poder realitzar un càlcul final on es mostrarà el resultat definitiu que exposa el grau de dany que pot arribar a sofrir la urbanització.

Per a fer aquesta ponderació, s'han creat dues taules amb 6 possibilitats, corresponents a intervals que van lligats als resultats del sumatori total tant de les dues vulnerabilitats diferenciades, com del risc de probabilitat d'ignició. Aquests 6 intervals esmentats, es corresponen amb nombres del 0 al 5 depenent del grau de vulnerabilitat o risc que hagin donat l'estat de les variables, on el 0 és un valor nul i 5 és un estat molt alt.

Per la part de la vulnerabilitat, el sumatori de les situacions en que la vulnerabilitat és la màxima sense paràmetres de defensa és igual a 160 punts, a partir d'aquest nombre s'han extret 5 intervals iguals a través de dividir el màxim entre 5 i seguir una sèrie numèrica. També s'incorpora la situació de vulnerabilitat nul·la corresponent a 0 punts, obtenint com a resultat la *Taula 23*.

Taula 23: Intervals i ponderació metodològica de la vulnerabilitat

Resultat vulnerabilitat	Vulnerabilitat	POND. RISC
129 - 160	Molt Alta	5
97 - 128	Alta	4
65 - 96	Moderada	3
33 - 64	Baixa	2
1 - 32	Molt Baixa	1
0	Nul·la	0

Font: Elaboració pròpia

Pel que fa al perill, el sumatori tenint en compte una situació extrema amb valors màxims dels paràmetres escollits resulta en un total de 60 punts, amb la qual cosa, també s'ha dispost a dividir-lo en 5 intervals iguals i elaborar la *Taula 24*.

Taula 24: *Intervals i ponderació metodològica del perill*

Resultat perill	Perill	POND. RISC
49-60	Molt Alt	5
37-48	Alt	4
25-36	Moderat	3
13-24	Baix	2
01-12	Molt Baix	1
0	Nul	0

Font: Elaboració pròpia

Per finalitzar la base metodologia aplicable, s'elabora la fórmula de risc que engloba tot el que s'ha explicat amb anterioritat en aquest apartat. Com s'ha exposat al paràgraf inicial, el risc en aquest treball és entès com la relació entre la Vulnerabilitat i el Perill, per tant, per a poder visualitzar un resultat final, s'han fet tots els càlculs a base de multiplicar els possibles resultats de les taules de Vulnerabilitat i Perill per tal d'obtenir nombres que indiquin un grau de risc o d'afectació. Visualitzar la *Taula 25 i 26*

Taula 25: *Possibles resultats d'aplicar la formula de perill X vulnerabilitat*

X	5	4	3	2	1	0
5	25	20	15	10	5	0
4	20	16	12	8	4	0
3	15	12	9	6	3	0
2	10	8	6	4	2	0
1	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0

Font: Elaboració pròpia

Taula 26: *Intervals i ponderació del risc*

Perill x Vulnerabilitat	Risc
20 - 25	Molt Alt
12 - 16	Alt
5 - 10	Moderat
3 - 4	Baix
1 - 2	Molt Baix
0	Nul

Font: Elaboració pròpia

4.2. Recopilació de dades i material cartogràfic

En aquest subapartat es procedeix a explicar com s'ha extret la informació de cada variable i com s'han georeferenciat les dades obtingudes per tal de poder aplicar els càlculs anteriorment exposats en una base cartogràfica, de tal manera que finalment es puguin observar uns resultats localitzables en l'espai.

El procediment inicial que s'ha seguit en tot moment ha sigut el de buscar una font d'informació per obtenir les dades pertinents, ja sigui un recurs propi com una publicació d'ens oficials. Seguidament, es procedeix a originar una capa cartogràfica en blanc i visualitzar els valors per defecte. A continuació es classifiquen aquests valors atenent a les ponderacions elaborades a l'apartat 4.1., i finalment es traspassen dins una malla ràster de 5x5 els valors.

A posterior de l'elaboració i ponderació de les variables cartografiades, es fa us de la calculadora ràster del programari lliure Qgis per tal de realitzar el sumatori i la següent reclassificació, tan per la part de vulnerabilitat com la de perill, per finalment poder multiplicar les dues i aconseguir el resultat final esperat, és a dir, una capa cartogràfica que mostri el nivell d'afectació per sectors/zones de la urbanització de Boscos de Tarragona.

4.2.1. Vulnerabilitat específica natural

Per a obtenir les dades necessàries, s'ha fet servei de tres recursos publicats per l'Institut Geològic i Cartogràfic de Catalunya. Aquests són: el mapa de cobertes del sòl actualitzat al 2018, l'Index NDVI actualitzat el 2021 i el model d'elevacions del terreny (MET) 5x5.

- El **perímetre amb superfície forestal** s'ha extret a través de donar valors a parcel·les que es troben al límit de la urbanització i en contacte amb superfícies forestals indicades per la capa d'usos del sòl del ICGC. S'atén a la classificació i ponderació prèvia elaborada per a classificar la capa ràster resultant.

- La **composició del sòl forestal** s'ha pogut obtenir a través d'identificar les classificacions donades per la pròpia capa d'usos del sòl, i posteriorment aportant els valors pertinents a les parcel·les limítrofs tenint en compte si el sòl forestal amb el qual entren en contacte es compon per matollar, arbres amb sotabosc, clarianes d'arbres...
- Les dades sobre la **composició del sòl no forestal** s'extreuen de la mateixa manera que l'anterior variable, amb la diferència que només s'aporten valors a aquelles parcel·les limítrofs en contacte amb sols no forestals com per exemple conreus o zones verdes exteriors.
- La **densitat de vegetació** s'obté a través de la classificació de l'índex NDVI, el qual és un índex calculat per mitjà de dades recaptades per sensors de satèl·lits que s'utilitza per estimar la quantitat, qualitat i estat de desenvolupament de la vegetació. En aquest cas, la classificació base de l'índex NDVI s'ha adaptat a les ponderacions realitzades anteriorment, de tal manera que:

(NDVI > 0.6 = Vegetació molt densa) = Valor 10

(0.4 < NDVI < 0.6 = Vegetació abundant o vigorosa) = Valor 5

(0.2 < NDVI < 0.4 = Vegetació baixa o escassa) = Valor 2,5

Tanmateix, com les variables anteriors, aquests valors extrets s'han introduït a les parcel·les limítrofes que es troben en contacte amb aquesta vegetació externa a la urbanització, però que juga un paper important dins un escenari d'incendi.

- Per extreure si el **pendent** és ascendent o descendent, s'ha pres de base el MET 5x5 del ICGC per aplicar-lo dins un *pluguin* de Qgis anomenat *DirectionalSlope*, el qual a través d'aplicar en graus un flux/direcció lineal (en aquest cas 315 graus tenint en compte que l'incendi tipus és mestral), es mostren en valors negatius els pendents descendents i en positiu les pendents ascendents, de tal forma que tan sols ha calgut una classificació final del ràster per a visualitzar els valors que s'han ponderat amb anterioritat.

4.2.2. Vulnerabilitat específica urbana

La informació utilitzada per obtenir dades sobre les variables d'aquest grup ha sigut a través de l'índex NDVI anteriorment exposat, anàlisi de teledetecció i les sortides de camp realitzades els dies 21/04/2022 i 03/05/2022.

- Per obtenir dades sobre la **vegetació de zones no edificades** s'ha fet ús principalment de la informació recollida durant el treball de camp (Figura 14), on es marcava sobre un mapa cadastral les parcel·les sense edificar i que tenen vegetació.

Aquelles parcel·les que no es van arribar a identificar, s'han distingit a través de l'ortofoto a escala 1:25.000 de l'ICGC. Un cop marcades les parcel·les no edificades amb vegetació, s'ha superposat l'índex NDVI per a visualitzar quin nivell de desenvolupament tenien les plantes presents atenent a la ponderació i classificació anterior.



Figura 14: Parcel·les de Boscos de Tarragona sense edificar i amb vegetació Font: elaboració pròpia

- La informació obtinguda per la variable de **vegetació en zones edificades** s'ha extret de la mateixa manera que la variable anterior, amb la diferència de canviar les parcel·les no edificades, per les que sí que ho estan. Visualitzar la *Figura 15*.



Figura 15: Parcel·les de Boscos de Tarragona edificades i amb vegetació Font: elaboració pròpia

- La **disposició de carrers** s'ha cartografiat gràcies a visualitzar-ho a través de la vista aèria disponible amb l'ortofoto 1:25.000, quins trams de carrers seguien una direcció compresa entre 292.5° i 337.5° corresponent a la direcció d'un vent d'origen mestral (NW). Un cop identificats s'han poligonitzat i se li han afegit els valors pertinents estipulats per posteriorment rasteritzar la capa i fer-la operativa.

- La **tipologia d'edificació i els elements perillosos** s'han identificat i localitzat a les sortides de camp (Figura 16). A través del Qgis es poligonitzen les entitats i es rasteritzen posteriorment en dues capes diferenciades tot donant el valor de +5 a la seva posició.



Figura 16: Elements perillosos davant incendis forestals a Boscos de Tarragona Font: elaboració pròpia

4.2.3. Vulnerabilitat general ecològica

Per obtenir dades de les variables generals ecològiques, es fa servei de les eines de mesura de Qgis i també es pot fer servei de dades meteorològiques enregistrades o cedides.

Cal recordar que els valors donats no són específics per píxels concrets de la zona d'estudi com les variables anteriorment descrites i cartografiades, sinó que s'afegeixen els valors a tota la urbanització com un caràcter general de vulnerabilitat.

- El valor d'**espai de carrera** s'ha pogut obtenir gràcies a calcular la distància màxima en metres entre el límit oest de la taca de superfície forestal més gran sense interrupció fins al límit oest de la urbanització. Posteriorment s'ha afegit a una capa ràster 5x5 en blanc el valor de vulnerabilitat corresponent a la dada extreta.
- La **Distància entre el front del foc i el límit urbà oposat** s'ha extret a través de mesurar en metres la distància mínima entre el límit oest de la urbanització fins el límit est d'aquesta mateixa.
- **El vent**, al ser una dada meteorològica, es pot extreure a través d'una petició de dades de predicció tot posant-se en contacte amb l'ens Meteocat, o també, es poden cercar lectures prèvies de dades meteorològiques ja enregistrades de cada estació XEMA (Xarxa d'estacions meteorològiques automàtiques) a la mateixa web del ens esmentat. En aquest cas, s'afegeix un sol input a tota la urbanització en general.

4.2.4. Vulnerabilitat general, paràmetres de defensa

La informació per avaluar i donar valor als paràmetres de defensa, s'ha extret en la seva majoria a partir del treball de camp realitzat els dies 21/04/2022 i 03/05/2022, mentre que el temps de resposta al parc de bombers més proper ja s'havia obtingut i descrit a l'apartat 3 d'aquest treball.

Tanmateix com les variables generals ecològiques, els valors extrets s'afegeixen a tots els píxels de la capa ràster de la urbanització, perquè representa un aspecte general que afecta a tota l'entitat.

- A través de la sortida de camp (Figura 17), és poden visualitzar les diferents zones limítrofes per avaluar si la urbanització en qüestió compta amb les **franges de protecció** reglamentàries.



Figura 17: Zones limítrofes a Boscos de Tarragona Font: elaboració pròpia

- De la mateixa manera que les franges de protecció, és possible comptabilitzar les boques de la **xarxa d'hidrants** a través de la sortida de camp (Figura 18).



Figura 18: Hidrant a Boscos de Tarragona Font: elaboració pròpia

- La **distància del parc de bombers a la urbanització** és fàcilment visualitzable a través d'introduir el punt d'origen i destí a una pàgina oficial per a buscar rutes com ViaMichelin o Google maps.
- A partir del treball de camp (Figura 19), també es poden avaluar qualitativament les **condicions dels accessos**.



Figura 19: Accés terciari de Boscos de Tarragona Font: elaboració pròpia

4.2.5. Perill d'ocurrència del fenomen

En aquest apartat s'hi troba, per una banda, les variables meteorològiques de temperatura, humitat relativa i precipitació, i per altra banda, la inflamabilitat i la isolació sobre el terreny. Aquestes dues capes finals s'han extret a partir del Model d'inflamabilitat de Catalunya 3a edició creat pel Centre de Recerca Ecologica i Aplicacions Forestals, i el MET (model d'elevacions del terreny) que s'ha utilitzat en apartats anteriors.

- **La temperatura, la humitat relativa i la precipitació** s'han introduït de la mateixa forma que la variable "vent". També, es pot extreure informació d'aquestes a través d'una petició de dades de predicció tot posant-se en contacte amb l'ens Meteocat, o també, es poden cercar lectures prèvies de dades meteorològiques ja enregistrades de cada estació XEMA (Xarxa d'estacions meteorològiques automàtiques).
- La informació bàsica del model d'**inflamabilitat**, com ja s'ha dit, s'extreu del Model d'inflamabilitat de Catalunya 3a edició creat pel Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals. La classificació base del model es correspon amb la taula de valors ponderats, elaborada al apartat 4.1.3., de tal manera que no ha calgut una reclassificació inicial.

- Per extreure el valor d'insolació sobre el terreny, s'ha fet ús de l'eina *Hillshade* del Qgis posant com a input principal el MET. La capa resultant s'ha reclassificat tenint en compte que el valor 1 és ombra i la resta és solana. Finalment, com totes les altres variables, s'ha afegit a un ràster 5x5 amb els valors corresponents de l'apartat 4.1.

4.2.6. Càlcul de vulnerabilitat i perill

Per a extreure una capa cartogràfica que compregui tota la informació de les variables de vulnerabilitat, s'ha hagut d'utilitzar la calculadora ràster de Qgis per a realitzar un sumatori entre les diverses capes creades per aquest grup.

Finalment, al obtindre la capa resultant, s'han ajustat els valors per defecte a la taula d'interval·ls creada amb anterioritat, assignant un valor de l'1 al 5 per tal de poder fer els càlculs posteriors encarant-ho al resultat final.

Per altra banda, la capa cartogràfica del Perill, s'ha elaborat de la mateixa manera que la de vulnerabilitat, és a dir, utilitzant la calculadora ràster i reclassificant els valors resultants atenent als interval·ls pertinents.

4.2.7. Càlcul de Risc

Per finalitzar, s'extreu el resultat final de la metodologia a través de multiplicar els valors assignats de l'1 al 5 tant pel grau de perill com pel de vulnerabilitat. El resultat en forma de risc d'aquesta multiplicació es classifica en Molt Alt, Alt, Moderat, Baix i Molt baix tenint en compte el quadre exposat al final de l'apartat 4.1.4.

4.3. Càlculs i automatització de processos

Més enllà de la metodologia manual abans expressada, s'ha volgut dotar d'una automatització al procés per tal de generar el resultat de forma més ràpida i intuïtiva tot fent servei del modelador de processos del software lliure Qgis, el qual permet extreure resultats a través de formar un esquema d'operacions. Visualitzar la *Figura 20*.

Principalment, el que es requereix són tots els inputs, és a dir, les variables de forma que es trobin reclassificades. A continuació cal introduir-les al model que es pretén crear i aplicar les fórmules de la calculadora de ràster i reclassificació que s'han exposat anteriorment en forma d'ordres. Finalment, es realitza la multiplicació de Perill x Vulnerabilitat i es reclassifica per obtenir el resultat final.

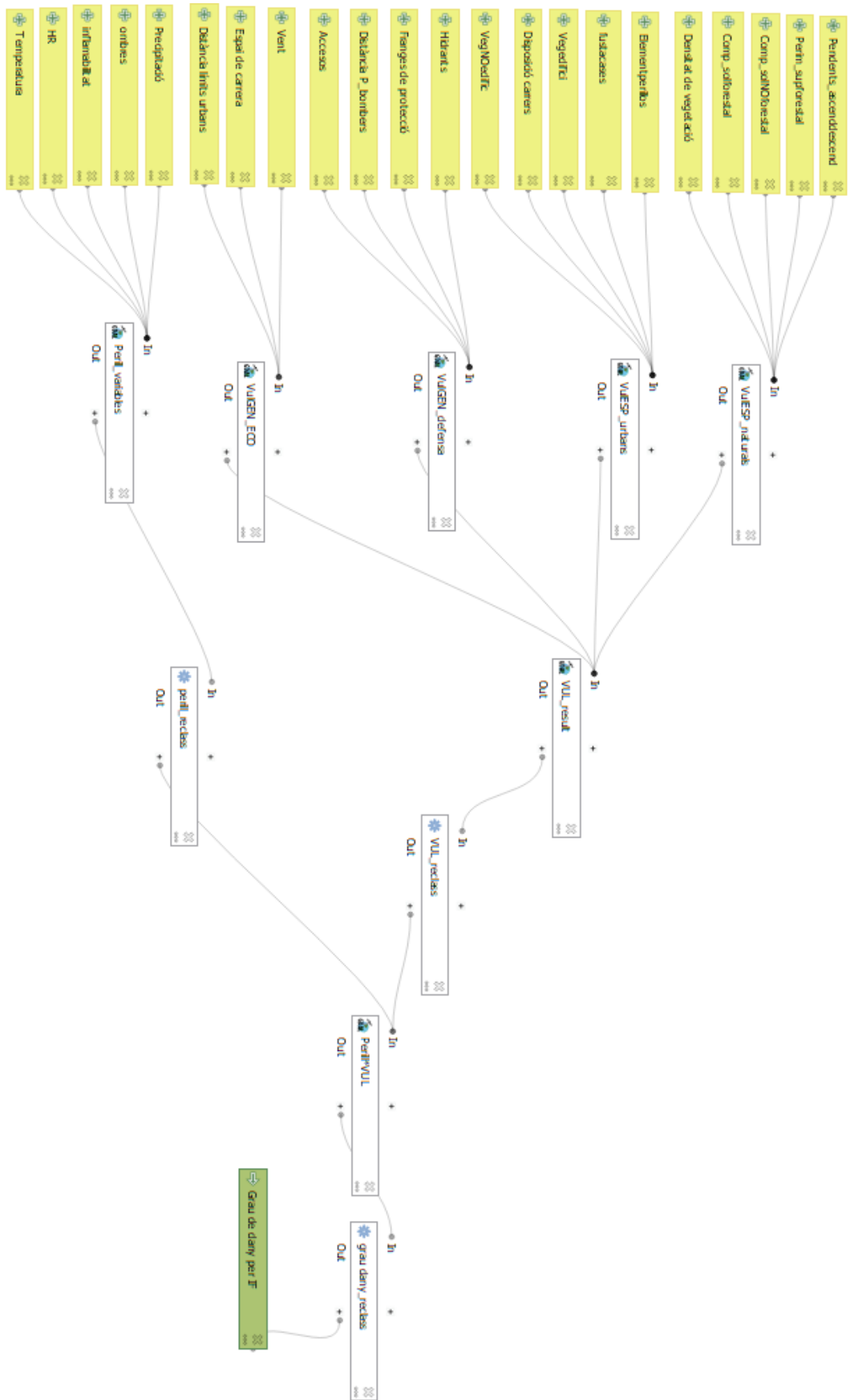


Figura 20: Modelització de l'eina automàtica

Font: Elaboració pròpia

El que permet aquesta eina no és només el fet d'automatitzar el procés, sinó que a més permet guardar el model creat en forma d'eina dins el Qgis (Figura 21) per tal que pugui fer servei si es volen estudiar amb la mateixa metodologia noves àrees d'estudi de forma eficient.

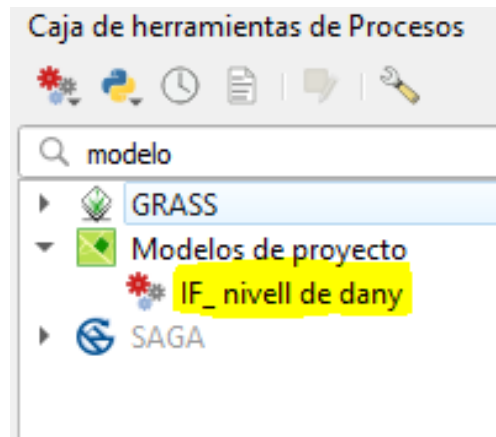


Figura 21: Eina d'anàlisi del nivell de dany per incendi forestal

Font: Elaboració pròpia

5. Resultats

La metodologia creada ha donat com a resultat quatre capes cartogràfiques base que aporten la informació necessària per a poder calcular el nivell d'afectació de la urbanització de Boscos de Tarragona. Aquestes capes es classifiquen de la següent manera:

- **Vulnerabilitat específica natural:**

Aquesta capa cartogràfica conté la informació de les variables corresponents a: Densitat de vegetació, Composició del sòl no forestal, Composició del sòl forestal, perímetre amb superfície forestal i pendents. Aquestes han donat diversos resultats atenent a les característiques de la zona:

- Densitat de vegetació: Els valors resultants per aquesta capa es troben compresos en nombres del 0 al 10 que es sumaran a la capa final d'aquest grup de variables.
- Composició del sòl no forestal: Es troben valors entre 0 i 5
- Composició del sòl forestal: Es troben valors de 0 a 15
- Perímetre amb superfície forestal: es troben valors de 0 a 25
- Pendents: es troben els valors de -5 corresponents a pendents descendents, valors de 5 que són pendents ascendents i valors de 0 corresponents a les planícies.

Cal saber que algunes de les dades extretes requereien sobre zones fora de la mateixa urbanització, per tant, s'ha hagut de traspasar aquesta informació dins aquests límits urbans a través d'afegir les dades corresponents a les parcel·les urbanes limítrofs, atenent que són les que tenen més exposició i es troben en més contacte amb els inputs exteriors.

La capa resultant per aquest grup (Figura 22), acumula valors en una franja de -5,0 a 55. Es visualitzen valors molt elevats de vulnerabilitat es troben a les zones limítrofs, i els valors negatius i baixos es situen a la zona sud i a l'interior de la urbanització, exceptuant una zona est de l'àrea urbana.

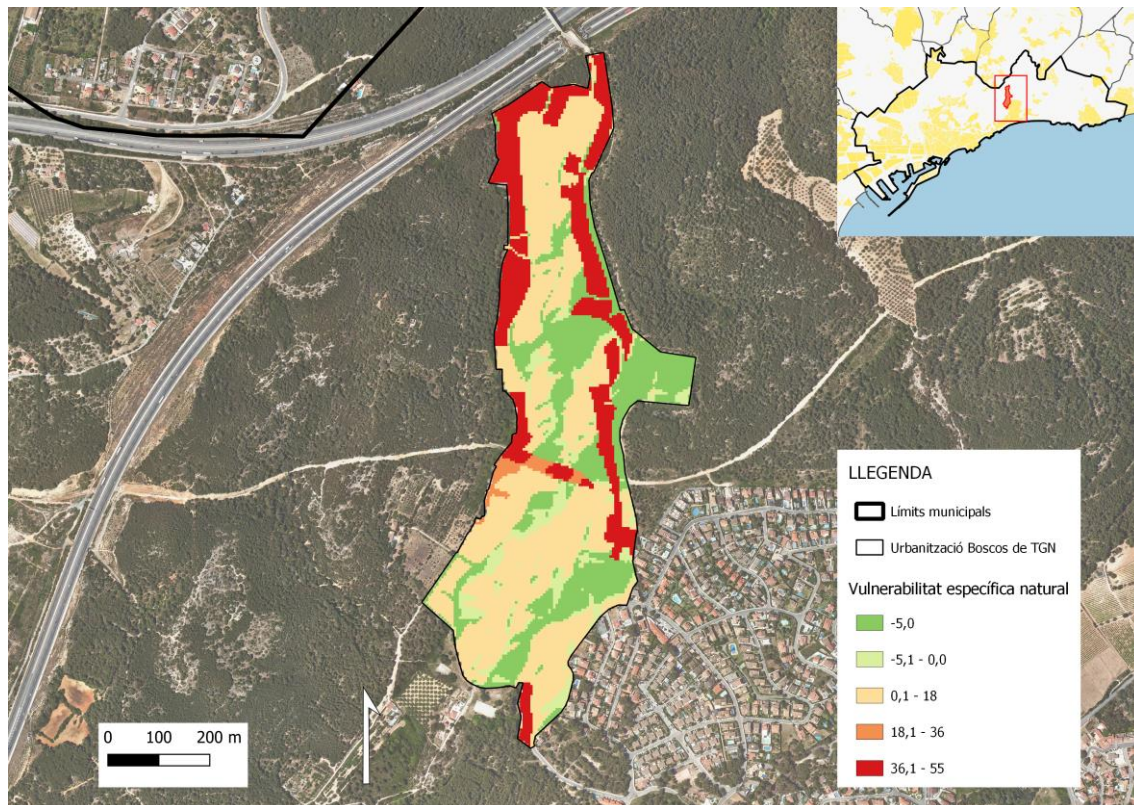


Figura 22: vulnerabilitat específica natural de Boscos de Tarragona

Font: Elaboració pròpia

- **Vulnerabilitat específica urbana**

Aquesta capa cartogràfica conté la informació de les variables corresponents a: Parcel·les edificades amb vegetació, parcel·les no edificades amb vegetació, elements perillosos, cases de fusta i la disposició de carrers. Aquestes han donat diversos resultats atenent a les característiques de la zona:

- Parcel·les edificades amb vegetació: Es dona el cas que 245 parcel·les es troben edificades i amb diversos nivells de vegetació: 65 de valor molt baix (+5), 104 de valor moderat (+15) i 76 de nivell alt (+15).
- Parcel·les no edificades amb vegetació: de les 46 parcel·les, s'han trobat 6 amb valor de 5 (baix), 10 de valor moderat amb un valor de 10, i 30 amb molta vegetació (valor alt: +15).
- Elements perillosos i cases de fusta: Tan sols es té constància que a Boscos de Tarragona hi ha un transformador elèctric i una casa de fusta, els quals han sumat +5 per separat a la zona on s'ubiquen.
- Disposició de carrers: s'han localitzat onze trams de carrers que s'orienten en direcció NW. Aquests se'ls ha poligonitzat i s'ha fet que la seva superfície conti +5.

La capa resultant de sumar les quatre variables anteriors (Figura 23), indica valors de fins a 20 punts de vulnerabilitat urbana. Pel que fa a la distribució del fenomen, es pot dir que la meitat nord de la urbanització és la que més valor elevat de vulnerabilitat urbana aclapara, mentre que la zona sud-oest i est agafa els valors més baixos de vulnerabilitat urbana.

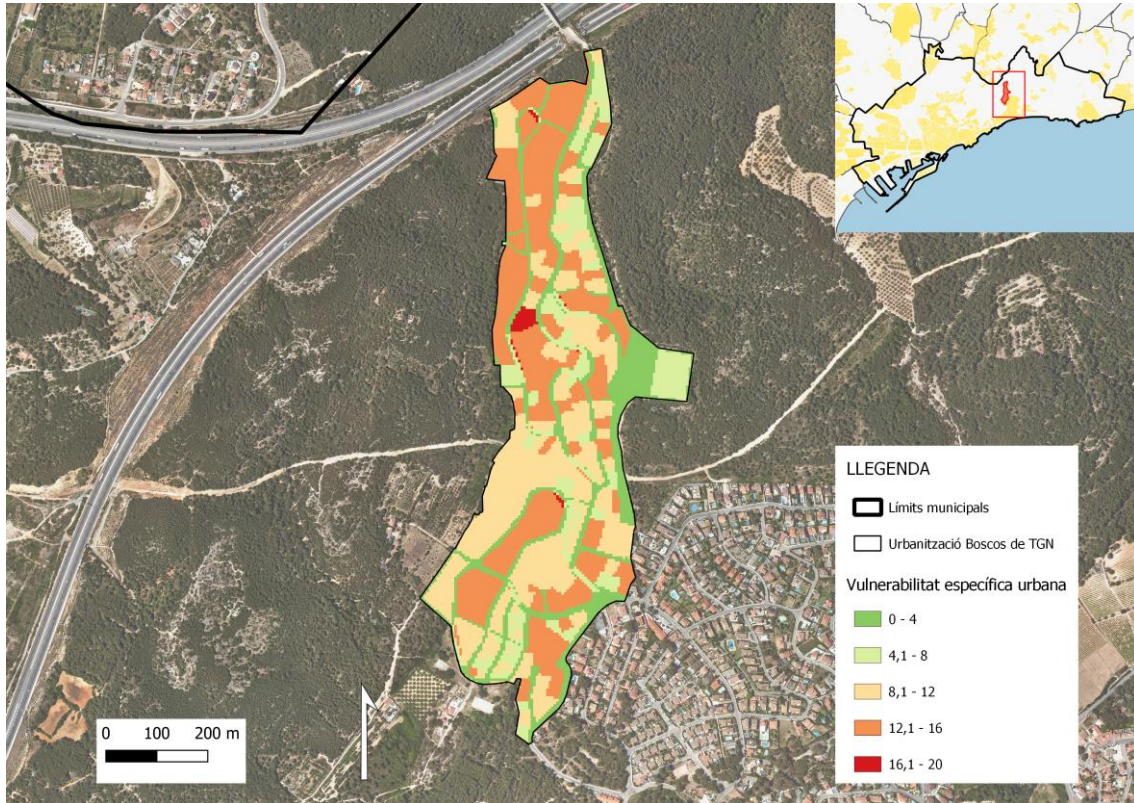


Figura 23: Vulnerabilitat específica urbana de Boscos de Tarragona

Font: Elaboració pròpia

- **Vulnerabilitat general, paràmetres de defensa**

La vulnerabilitat general sobre paràmetres de defensa, s'obté a base de sumar sobre total la urbanització els valors resultats de l'anàlisi de les següents variables: Hidrants, franges de protecció, Distància des del parc de bombers a la urbanització i condicions dels accessos. Els resultats d'aquestes subcapes són:

- Hidrants: es té constància que a la urbanització de Boscos de Tarragona hi ha una xarxa d'hidrants de 22 boques distribuïdes per tota l'àrea urbana, per tant, s'ha procedit a restar -5 punts a la vulnerabilitat total.
- Franges de protecció: en tot el perímetre de la urbanització, no s'han realitzat les actuacions reglamentàries i hi manca una franja de protecció contra incendis forestals, per tant, el valor d'aquesta capa és nul, és a dir, zero.

- Distància des del parc de bombers a la urbanització: Com ja s'ha analitzat en apartats anteriors, el temps de resposta mínim de bombers per aquest cas, és de 14 minuts, per tant, al ser un temps de resposta moderat, tan sols es resta 2,5 punts a la vulnerabilitat total.
- Condicions dels accessos: Tenint en compte que dels 9 accessos presents, quatre en són primaris i 6 són terciaris, el balanç de valors indica que cal sumar 5 punts a la vulnerabilitat total.

Com a resultat, aquest grup de variables genera una capa de paràmetres de defensa que fa disminuir la vulnerabilitat total en 2,5 punts.

- **Vulnerabilitat general ecològica**

De la mateix manera que els paràmetres de defensa, la vulnerabilitat general ecològica, s'obté a base de sumar sobre tota la urbanització els valors resultats de l'anàlisi de les següents variables: Vent, espai de carrera i la distància del front del foc a l'altre límit urbà. El resultat de la metodologia en aquest cas és:

- Vent: tenint en compte que és una variable meteorològica i l'objectiu del treball es plantejar una situació de molt perill, s'ha afegit la regla dels 30 sobre variables meteorològiques, per tant, se li adjudica el major valor possible a aquesta capa, sumant un total de 25 punts al total de vulnerabilitat.
- Espai de carrera: l'espai de carrera màxim iniciant des del punt més allunyat en una zona forestal fins arribar al perímetre urbà sense interrupció és de 410 m, és per aquest motiu que es puntua amb un valor +10.
- distància del front del foc a l'altre límit urbà: aquesta distància per la urbanització estudiada és de 201m, la qual cosa es correspon un valor de +5 al total.

D'aquesta manera s'origina una altra capa general amb un valor total de 40 punts que es sumaran a la vulnerabilitat total.

- **Vulnerabilitat**

La vulnerabilitat o nivell de vulnerabilitat és el resultat de la suma dels valors de les capes ràsters anteriorment exposades.

S'extreu, que la vulnerabilitat en les condicions determinades no augmenta de nivell 4, és a dir, cap superfície es trobaria en una situació de vulnerabilitat molt alta, ja que no hi ha cap valor que passi de 128 punts, tot i així, sí que es pot apreciar franges de valors alts i moderats de vulnerabilitat (64 – 96) al perímetre nord-oest i nord, per altra banda, existeixen valors de vulnerabilitat baixos a la zona sud, a la franja est i a l'interior de la urbanització. Visualitzar la *Figura 21*

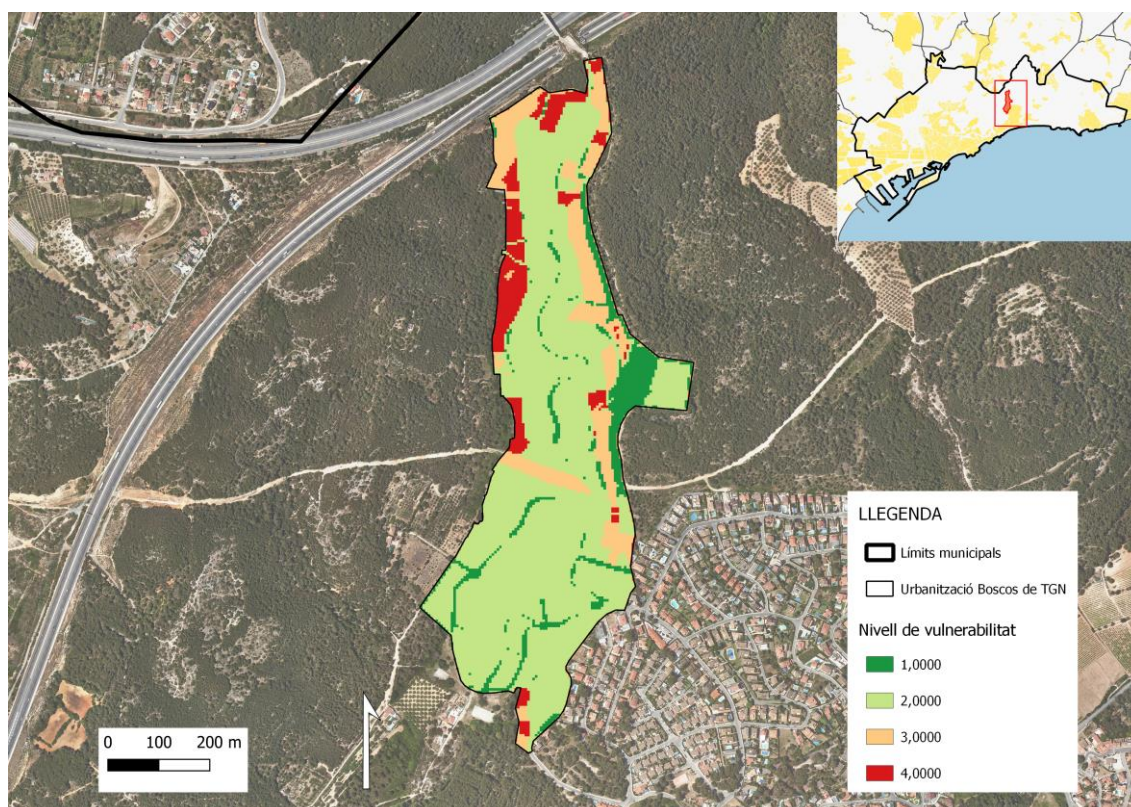


Figura 24: Nivell de vulnerabilitat de Boscos de Tarragona

Font: Elaboració pròpia

- **Perill**

El perill es compon del sumatori de les següents variables: Temperatura, humitat relativa, precipitació i inflamabilitat:

- **Temperatura:** s'aplica la situació de la regla dels trenta i s'aporta el valor més alt a sumar, és a dir, 15 punts. Aquest valor es traspasa a tota la zona d'estudi.
- **Precipitació:** es representa una precipitació 0, per tant, aquesta variable queda anul·lada i no participa al sumatori.

- Humitat relativa: aquesta és la última variable que compon la regla dels tres 30. S'aplica un valor màxim de +10 punts.
- Inflamabilitat: tenint en compte que és un input exterior, s'ha seguit amb el mètode aplicat per les variables específiques naturals, i s'ha traspasat el valor a les parcel·les limítrofs. Aquests valors van del 0 al 20.

El resultat de la suma de les subcapes descrites (Figura 25), és una capa que mostra el nivell de perill de la urbanització. La reclassificació final indica que tan sols es troben nivells alts de perill dins la urbanització i que els més elevats es troben en zones perimetrals menys al sud-oest.

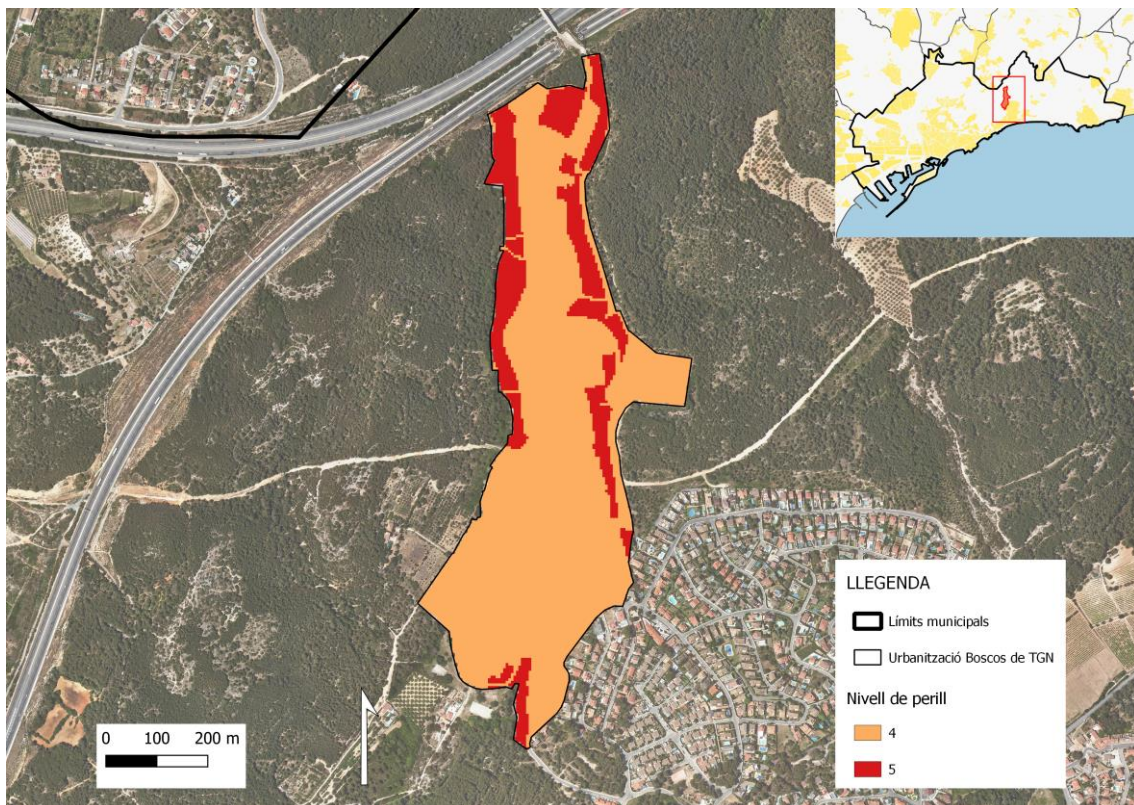


Figura 25: Nivell de perill de Boscos de Tarragona

Font: Elaboració pròpia

Finalment, s'aplica la fórmula de Nivell de Perill X Nivell de vulnerabilitat per tal de donar cabuda al resultat final de risc o nivell d'afectació per incendi forestal a la urbanització de Boscos de Tarragona.

La metodologia aplicada ha donat com a resultat final, que la majoria de superfície de la urbanització (71%), en les condicions analitzades, es trobaria en un risc moderat. Per altra banda, un 13% sofriria una afectació important en cas d'un incendi forestal, tenint en compte que es troba en zona de dany esperat alt. En menor mesura es troba un important 6% de superfície amb una situació força complicada donat el cas de que s'iniciés un incendi forestal tipus mestral, mentre que per altra banda un 10% rebria afectacions mínimes. Cal remarcar que no s'han extret zones amb un grau de dany molt baix corresponent a la classificació del ràster de sortida amb valor 1. Visualitzar la *Figura 26*.

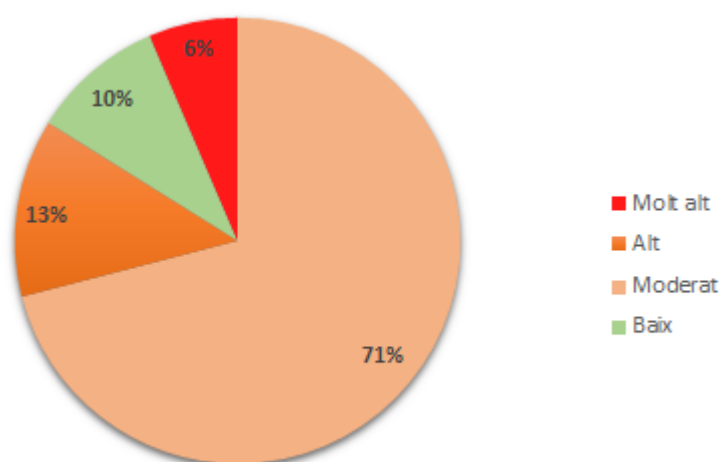


Figura 26: Distribució de superfícies per nivell de dany per Incendi forestal Font: Elaboració pròpia

La distribució d'aquestes categories (Figura 27) es pot distingir en tres zonificacions. Si es visualitza la il·lustració 20, corresponent al mapa final on es mostra el possible grau d'afectació tenint en compte l'incendi tipus estudiat, es pot observar que la zona amb més afectació seria la franja nord-oest de la urbanització, zona on es concentren la majoria de categoria "Molt Alt". Aquesta zona va seguida en escala de grau d'afectació de la franja est, la qual incorpora la majoria de valors d'afectació "Alts" i petites zones disperses distribuïdes per les zones limítrofs al sud i nord.

Es possible visualitzar que la gran zona sud a partir del camí del Mèdol i la part interior de la zona nord de la urbanització contenen els nivells d'afectació més baixos, corresponent-se amb les categories de "Moderat i en menor mesura "Baix".

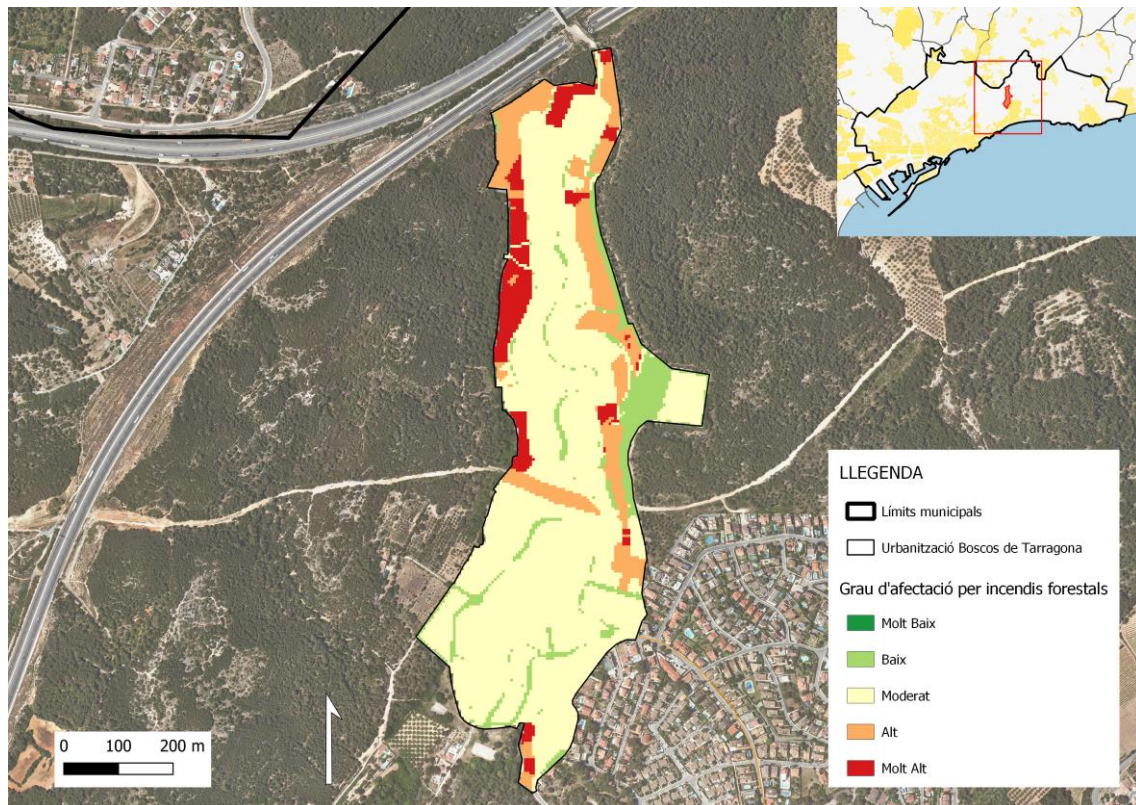


Figura 27: Mapa de Grau d'afectació per incendi forestal tipus mestral a Boscos de Tarragona
Elaboració pròpia

Font:

6. Discussió

Al llarg d'aquest treball, des de l'inici amb la base teòrica fins a la recopilació de dades i el seu procés de transformació a capes cartogràfiques, s'han plantejat aspectes que mostren la justificació dels resultats obtinguts.

En primer lloc, la lògica dels resultats numèrics en quan a superfície es troba ben enquadrada dins el marc d'una situació de perill elevada, com és en la que s'ha plantejat dur a terme la metodologia. El fet de que quatre de les variables que més ponderen per tota la urbanització (precipitació, temperatura, humitat relativa i vent), hagin assolit els seus valors màxims, ha representat al final que no existissin tants valors d'afectació baixos i que s'obvii la categoria de valor "molt baix", la qual cosa apunta a una correcta resposta de la metodologia davant a situacions de perill alt i a teories com la de la regla dels tres 30.

En segon lloc, cal esmentar el fet d'aplicar certs valors de variables externes a la urbanització a parcel·les que s'hi troben dins de la zona urbana. En certa manera aquest fet ha propiciat que les zones limítrofs tinguin una càrrega de valor major que l'interior de la urbanització, una resposta que s'ha d'entendre com que la afectació més gran recau principalment sobre aquelles estructures de la urbanització que estan en contacte estret amb aquell combustible susceptible de ser cremada. La varietat de l'estat dels paràmetres externs a la urbanització ha ajudat també a que la càrrega de valors de les parcel·les limítrofs es distribueixi d'acord a la realitat, per exemple, la zona de conreu situada al sud-oest ha generat una franja de valor moderat vers les parcel·les del nord-oest que es troben en contacte amb sòl plenament forestal, el qual fa incrementar la vulnerabilitat de la zona fins assolir un possible grau d'afectació Molt alt.

Cal remarcar que de les 22 variables aplicades a la metodologia, s'ha fet més representatiu aquesta situació de contacte amb les superfícies forestals atenent a que sobre aquest input se li ha atribuït més valor perquè hi recauen la majoria de teories sobre incendis, ja sigui causant d'ell com propagador o provocador de danys. Principalment és per aquest motiu que la zona nord agafa valors més alts que la sud, ja que aquesta primera es troba rodejada per boscos densos i la segona es troba encerclada majoritàriament per conreus, zones verdes esclarissades i una altra zona urbana.

En tercer lloc, hi ha algunes variables que són casi imperceptibles en la representativitat del mapa final, com són la vegetació de zones edificades o sense edificar, i els pendents. Cal atendre per una banda que la situació dels pendents que s'han extret tenint en compte una direcció de mestral (NW) han contribuït a apujar el valor de la franja oest per sobre de la est, dotant així una major vulnerabilitat sobre la principal zona que sofriria l'impacte d'un incendi forestal. Per altra banda, variables com la vegetació de zones edificades també contribueixen a aquest augment, tot sabent que la majoria de vegetació urbana es troba a la zona nord, tot i que a l'interior

de la urbanització no es representa amb valors d'afectació "Alt" ni "Molt alt" perquè l'espectre de la categoria "Moderat" és força ampli comparat amb la resta, el mateix passa per exemple amb elements perillosos i les estructures fetes de fusta.

En quart lloc, es pot observar a la franja dreta un espai amb valors baixos d'afectació, aquest fet s'explica a través de que és una zona boscosa que encercla la depuradora d'aigua, els valors més alts són presos per aquelles parcel·les contínues a aquesta zona boscosa que sí tenen edificacions, ja que aquestes acaparen valors de variables com vegetació en zones edificades, continuïtat amb superfícies forestals, densitat de vegetació...

Per últim, cal exposar que els paràmetres de defensa són quasi nuls en aquesta zona, ja que tan sols se li ha rebaixat -7.5 de -30 possibles a la vulnerabilitat total, sense comptar accessos en mal estat. Amb aquest valor es podria haver passat d'una situació prou crítica de risc a una altra de més segura, per exemple, el resultat del sumatori de vulnerabilitat dona un màxim de valor de 97 punts, la qual cosa es podria haver convertit en una vulnerabilitat Moderada – Baixa si no fos per la manca de franges de protecció, pla d'autoprotecció, una distància més pròxima al parc de bombers i la falta de diversos accessos en bon estat.

7. Conclusions

En un principi, els objectius han sigut assolits amb satisfacció, tenint en compte que s'ha pogut crear des de zero una metodologia pròpia amb base científica, i que s'ha pogut aplicar amb èxit sobre la urbanització de Boscos de Tarragona en una situació de probabilitat d'incendi elevada i amb vent de Mestral.

En base als resultats obtinguts, s'ha trobat que Boscos de Tarragona en una situació com l'estudiada, patiria danys considerables tenint en compte que un 71% de la seva superfície recau en una afectació moderada i un 24% en superfície d'afectació alta o molt alta.

La zona nord patiria més afectacions que la zona sud de la urbanització atenent a les característiques de l'àrea d'estudi, sobretot pel que fa a la composició i presència de vegetació pròxima a parcel·les urbanitzades.

La vulnerabilitat de la urbanització podria rebaixar-se considerablement a l'aplicar les franges de protecció i la redacció del pla d'autoprotecció que imposa la normativa vigent.

Com a recomanacions, s'hauria de seguir per exemple el fet de deixar una amplada mínima de 25 metres on s'aclareixin els peus de l'arbrat, que en zones d'arbrat adult existeixi una distància de 6m entre peus i sense continuïtat horitzontal de l'estrat arbori, que en zones de matollar s'aclareixi amb una cobertura del 35% prioritant espècies de poca inflamabilitat i que en zones de molt pendent es realitzin estudis forestals per a fer actuacions de franges i aclarides (Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge, n.d.).

Amb la creació i automatització de la metodologia es podrien assentar les bases per a l'estudi futur de les zones d'interfase urbana-forestal, ja que s'innova al conjuntar tant els aspectes tradicionals d'estudi dels incendis com són la vegetació i la meteorologia, amb la mateixa estructura i característiques urbanes. Institucions o altres ens que prenguin cura del territori, no tan en intervenció i més en preveure els desastres, farien servei d'aquestes eines, sense anar més lluny, el propi cos de bombers de la Generalitat podria obrir un nou projecte partint d'aquesta mateixa base teòrica i pràctica per a elaborar una potent eina de predicció de punts crítics i saber sobre quines zones es rellevant actuar abans de que s'iniciï un incendi o mentre aquest es troba en actiu.

Actualment, tal com s'ha pogut observar al llarg del treball, els incendis conformen una problemàtica que cal afrontar de manera transversal, multidisciplinària i amb el suport de tota classe d'agents implicats. No es pot fer front a un incendi si no es coneix l'àrea sobre el qual s'ha iniciat ni les condicions que envolten aquesta mateixa. Amb el panorama actual es requereixen més treballs d'anàlisi per a prevenir desastres i reduir les actuacions de salvament i les pèrdues de materials com ha sigut el cas del Pont de Vilomara.

8. Bibliografia

TERMCAT, Centre de Terminologia (2016). *Definició d'incendi*. Recuperat el 1 de març de 2022 de <https://www.termcat.cat/ca/cercaterm/incendi%20?type=basic>.

IDESCAT, institut d'estadística de Catalunya (18/06/2021). *Usos del sòl 2020*. Recuperat l'1 de març de 2022 de <https://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=202&t=2020>.

IDESCAT, institut d'estadística de Catalunya (23/06/2021). *Meteorologia, observacions principals*. Recuperat el 27 de juliol de 2022 de <https://www.idescat.cat/indicadors/?id=aec&n=15192>

IDESCAT, institut d'estadística de Catalunya (18/06/2009). *Usos del sòl 2001*. Recuperat l'1 de març de 2022 de <https://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=202&t=2001>.

Generalitat de Catalunya (01/03/2010). *Bombers de la Generalitat, compromís de qualitat*. Recuperat el 25 de Juliol de 2022 de https://interior.gencat.cat/ca/serveis/qualitat/cartes_de_serveis/carta_de_serveis_dels_bombers_de_la_generalitat/compromis_de_qualitat/.

Arqué, V. (23 de juny de 2022). "La meitat de les urbanitzacions són irregulars i moltes no compleixen la normativa antiincendis". Notícies 324: <https://www.ccma.cat/324/la-meitat-de-les-urbanitzacions-son-irregulars-i-moltes-no-compleixen-la-normativa-antiincendis/noticia/3177127/>

Arqué, V. (24 de juny de 2022). "La pitjor temporada d'incendis en 10 anys: més terreny cremat i focs més virulents". Notícies 324: <https://www.ccma.cat/324/la-pitjor-temporada-d-incendis-en-10-anys-mes-terreny-cremat-i-focs-mes-virulents/noticia/3177226/>

ICGC, Institut geològic i cartogràfic de Catalunya (n/d). *Informació general sobre riscos geològics, coneixements bàsics*. Recuperat el 28 de juliol de 2022 de <https://www.icgc.cat/Administracio-i-empresa/Serveis/Riscos-geologics/Informacio-general-sobre-riscos-geologics/Coneixements-basics.-Conceptes>

Groot, W. J., Flannigan, M. D., & Stocks, B. J. (2013). El cambio climático y los incendios forestales. *Memorias del Cuarto Simposio Internacional Sobre Políticas, Planificación y Economía de los Incendios Forestales: Cambio Climático e Incendios Forestales* (pp. 1-12).

Alcasena, F. J., Evers, C. R., & Vega-Garcia, C. (2018). The wildland-urban interface raster dataset of Catalonia. *Data in Brief*, 17, 124–128. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2017.12.066>

Arola i Sierra, J. (2010). Risc forestal i territori. *Revista Catalana de Seguretat Pública*, 0(23), 91-110–110.

Badia, A., & Valldeperas, N. (2015). El valor histórico y estético del paisaje: Claves para entender la vulnerabilidad de la interfaz urbano-forestal frente a los incendios. *Scripta Nova*, 19. <https://doi.org/10.1344/sn2015.19.15125>

Glickman, D., & Babbitt, B. (2001). Urban wildland interface communities within the vicinity of federal lands that are at high risk from wildfire. *Federal Register*, 66(3), 751–777.

Gordi, J., Pinto, J., & Vila, J. (1996). L'estudi dels incendis en el mon mediterrani. Documents d'Anàlisi Geogràfica, 28, 135–151. <https://doi.org/10.1234/no.disponible.a.RACO.41728>

Jia, G., Shevliakova, E., Artaxo, P., De Noblet-Ducoudré, N., Houghton, R., Anderegg, W., Bernier, P., Carlo Espinoza, J., Semenov, S., Xu, X., Shevliakova, E., Artaxo, P., De Noblet-Ducoudré, N., Houghton, R., House, J., Kitajima, K., Lennard, C., Popp, A., Sirin, A., ... Malley, J. (2019). Land-climate interactions. Climate Change and Land: An IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems., 148–150.

Martín, L. G. (2012). Las interfaces Urbano-Forestales: Un nuevo territorio de riesgo en España. Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles, 58, 205–226. <https://doi.org/10.21138/bage.2065>

Achotegui-Castells, A., Calvo, E. M., Pelejero, C., Simó, R., Ballesteros, E., & Estrada, M. (2016). *Tercer informe sobre el canvi climàtic a Catalunya*. Generalitat de Catalunya.

Mell, W. E., Manzello, S. L., Maranghides, A., Butry, D., & Rehm, R. G. (2010). The wildland – urban interface fire problem – current approaches and research needs. International Journal Of Wildland Fire, 2005, 238–251.

Mira i Pou, N., & Badia i Perpinyà, A. (2008). La Vulnerabilitat de les zones d'interfase urbana i forestal davant els incendis: estudi de cas de l'incendi de Mont-roig del Camp (Baix Camp). Treballs de La Societat Catalana de Geografia, 2008(66), 29–51. <https://doi.org/10.2436/tscg.v0i66.37537>

Modugno, S., Balzter, H., Cole, B., & Borrelli, P. (2016). Mapping regional patterns of large forest fires in Wildland-Urban Interface areas in Europe. Journal of Environmental Management, 172, 112–126. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.02.013>

Nunes Alonso, J., Cerdan Heredia, R., Sanchez Martinez, F., Badia Perpinya, A., & Ferrero Beato, I. (1996). Desenvolupament d'un sistema d'informació geogràfica per a la lluita contra els incendis forestals. El projecte SIGIF. Documents d'Anàlisi Geogràfica, 28, 55–78. <https://doi.org/10.1234/no.disponible.a.RACO.41724>

Radeloff, V. C., Hammer, R. B., Stewart, S. I., Fried, J. S., Holcomb, S. S., & McKeefry, J. F. (2005). The wildland-urban interface in the United States. Ecological Applications, 15(3), 799–805. <https://doi.org/10.1890/04-1413>

Ruiz Sinoga, J., & Reyes Peralta, F. (2006). Geografía física aplicada (F. J. Reyes Peralta (ed.); pp. 448–469) [Book]. Universidad, Servicio de publicaciones e intercambio científico.

Senande-Rivera, M., Insua-Costa, D., & Miguez-Macho, G. (2022). Spatial and temporal expansion of global wildland fire activity in response to climate change. Nature Communications, 13(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-28835-2>

U.S. Fire Administration (09/07/2021). *What is the WUI?* Recuperat el 8 de març de 2022 de <https://www.usfa.fema.gov/wui/what-is-the-wui.html>

Lecina-Díaz, J., Álvarez, A., & Retana, J. (2014). Extreme fire severity patterns in topographic, convective and wind-driven historical wildfires of Mediterranean pine forests. *PLoS one*, 9(1), e85127. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085127>

Institut Català de Seguretat i Salut Laboral, & Iserte, M. E. i. (2020). *Seguretat contra incendis*. Generalitat de Catalunya, Departament de Treball, Afers socials i Famílies.

Catalunya. Llei 6/1988, de 30 de març, forestal de Catalunya. *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya*, 15 d'abril de 1988, núm. 978.

Catalunya. Decret 64/1995, de 7 de març, pel qual s'estableixen mesures de prevenció d'incendis forestals. *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya*, 10 de març de 1995, núm. 2022.

Catalunya. Llei 5/2003, de 22 d'abril, de mesures de prevenció dels incendis forestals en les urbanitzacions sense continuïtat immediata amb trama urbana. *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya*, 8 de maig de 2003, núm. 3879.

Catalunya. Decret 123/2005, de 14 de juny, de mesures de prevenció dels incendis forestals en les urbanitzacions sense continuïtat immediata amb la trama urbana. *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya*, 16 de juny de 2005, núm. 4407.

Catalunya. Decret 155/2014, de 25 de novembre, pel qual s'aprova el contingut mínim per a l'elaboració i homologació dels plans de protecció civil municipals i s'estableix el procediment per a la seva tramitació conjunta. *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya*, 27 de novembre de 2014, núm. 6759.

Catalunya. Decret 20/2015, de 3 de març, pel qual s'aprova el catàleg d'activitats i centres obligats a adoptar mesures d'autoprotecció i es fixa el contingut d'aquestes mesures. *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya*, 5 de març de 2015, núm. 6824.