

Estudi d'identificació dels trams de concentració d'accidents frontals (TCAF) i itineraris d'acumulació d'accidents frontals (IAAF) de la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya (2015-2019)



Abril 2021

Quadern d'infraestructures i mobilitat

61

Responsable de l'estudi:

Laia Pou Reguant, Servei de Seguretat Viària i Sistemes de Gestió
Albert Gómez Ametller, Sub-direcció General d'Explotació Viària

Coordinació:

Fèlix Burgos Campo
Abel Pineda Segarra

Equip redactor:

Ingeniería de Tráfico, SL
Daniel Jordi Bibiloni
Joan Carmona Mercadé
Jordi Parés Estela

Col·laboradors:

Albert Bové Chic, Infraestructures de la Generalitat de Catalunya, S.A.U.

Control de versions:

Versió núm. 1
Abril de 2021



Índex de continguts

1	Introducció	8
1.1	PRESENTACIÓ	8
1.2	OBJECTIUS	9
2	Caracterització dels accidents frontals	10
2.1	DADES BASE	10
2.2	TIPOLOGIES D'ACCIDENT	11
2.3	EVOLUCIÓ DELS ACCIDENTS FRONTALS.....	13
2.4	DISTRIBUCIÓ TEMPORAL I TERRITORIAL DELS ACCIDENTS.....	16
3	Metodologia	18
3.1	DADES BASE PER AL CÀLCUL DELS TCAF / IAAF	18
3.2	DETERMINACIÓ DE LA UNITAT D'ANÀLISI.....	19
3.2.1	<i>Metodologia de la finestra flotant per a la identificació de TCAF i IAAF</i>	19
3.2.2	<i>Longitud de la finestra flotant per a l'actual estudi</i>	22
3.2.3	<i>Ponderació dels accidents</i>	22
3.3	PARÀMETRES DE CÀLCUL	23
3.3.1	<i>Model estadístic</i>	23
3.3.2	<i>Anàlisi estadística</i>	23
3.4	DEFINICIÓ DELS IAAF I TCAF	26
3.5	APLICACIÓ DEL FILTRE D'ACCIDENTS GREUS ALS TCAF	27
3.6	PRIORITZACIÓ A PARTIR DE L'ÍNDEX DE GRAVETAT (IG).....	27
3.7	RESUM DE PARÀMETRES D'ESTUDI	28
4	Identificació i anàlisi dels IAAF i TCAF	30
4.1	IDENTIFICACIÓ DELS IAAF I TCAF.....	30

4.1.1	Caracterització dels IAAF i TCAF	31
4.1.2	Comparatiu dels TCAF i IAAF amb els quinquennis anteriors	31
4.1.3	Localització territorial general	37
5	Conclusions	41

Índex de taules

<i>Taula 1. Accidents considerats en la caracterització i en els TCAF/IAAF. Període 2015-2019.</i>	11
<i>Taula 2. Evolució dels accidents frontals per àmbit territorial.....</i>	12
<i>Taula 3. Evolució dels accidents frontals mortals i greus per àmbit territorial.....</i>	12
<i>Taula 4. Evolució dels accidents frontals per tipus de xarxa.....</i>	16
<i>Taula 5. Accidents segons el tipus de col·lisió per àmbit territorial.....</i>	17
<i>Taula 6. Accidents inclosos en el quinquenni segons la metodologia.....</i>	18
<i>Taula 7. Validació de l'ajust a una distribució teòrica de la variable accidents/km.....</i>	25
<i>Taula 8. Paràmetres d'ajust a una distribució binomial negativa.....</i>	26
<i>Taula 9. Llindar per determinar els TCAF.....</i>	26
<i>Taula 10. Criteris d'identificació d'IAAF i TCAF.....</i>	27
<i>Taula 11. Bases de càlcul dels TCAF i IAAF.....</i>	29
<i>Taula 12. Resum dels IAAF identificats.....</i>	30
<i>Taula 13. Resum dels TCAF identificats.....</i>	30
<i>Taula 14. Classificació dels IAAF i TCAF identificats per àmbit territorial.....</i>	31
<i>Taula 15. Classificació dels IAAF i TCAF identificats per tipus de xarxa.....</i>	31
<i>Taula 16. Comparativa TCAF de gravetat amb els quinquennis anteriors.....</i>	32
<i>Taula 17. Comparativa TCAF de freqüència amb els quinquennis anteriors.....</i>	32
<i>Taula 18. Comparativa IAAF de gravetat amb els quinquennis anteriors.....</i>	32
<i>Taula 19. Comparativa IAAF de freqüència amb els quinquennis anteriors.....</i>	32

Índex de figures

<i>Figura 1. Esquema dels accidents considerats</i>	10
<i>Figura 2. Distribució dels accidents amb víctimes segons el tipus d'accident.....</i>	11
<i>Figura 3. Distribució dels accidents mortals i greus segons el tipus d'accident</i>	12
<i>Figura 4. Distribució de la gravetat dels accidents frontals en comparació amb la resta d'accidents</i>	13
<i>Figura 5. Evolució dels accidents segons el tipus de col·lisió</i>	13
<i>Figura 6. Distribució de la gravetat segons el tipus de col·lisió</i>	14
<i>Figura 7. Evolució dels accidents mortals i greus segons el tipus de col·lisió.....</i>	14
<i>Figura 8. Evolució dels accidents mortals segons el tipus de col·lisió</i>	15
<i>Figura 9. Evolució horària dels accidents amb víctimes segons el tipus de col·lisió.....</i>	16
<i>Figura 10. Distribució territorial segons tipus de col·lisió</i>	17
<i>Figura 11. Esquema dels accidents considerats per al càlcul de TCAF/IAAF</i>	19
<i>Figura 12. Segmentació directa d'una carretera</i>	19
<i>Figura 13. Segmentació directa d'una carretera a partir dels hectòmetres +700</i>	20
<i>Figura 14. Exemple de finestra flotant.....</i>	20
<i>Figura 15. Procés d'identificació de TCA a partir de la finestra flotant</i>	21
<i>Figura 16. Model estadístic de concentració.....</i>	23
<i>Figura 17. Histograma de freqüències d'accidents frontals a la xarxa de carreteres</i>	24
<i>Figura 18. Semblança de valors reals d'accidents amb distribucions teòriques.....</i>	24
<i>Figura 19. Comparativa de l'ajust a una distribució de Poisson i binomial negativa.....</i>	25
<i>Figura 20. Mapa comparatiu dels IAAF de gravetat dels darrers quinquennis</i>	33
<i>Figura 21. Mapa comparatiu dels IAAF de freqüència dels darrers quinquennis</i>	34
<i>Figura 22. Mapa comparatiu dels TCAF de gravetat dels darrers quinquennis.....</i>	35

<i>Figura 23. Mapa comparatiu dels TCAF de freqüència dels darrers quinquennis.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 24. Localització dels IAAF de gravetat a la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 25. Localització dels IAAF de freqüència a la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 26. Localització dels TCAF de gravetat a la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 27. Localització dels TCAF de freqüència a la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya.....</i>	<i>40</i>

1 Introducció

1.1 PRESENTACIÓ

Els estudis de trams de concentració d'accidents (TCA) es basen en la identificació dels trams de carretera on es registra una accidentalitat (expressada en freqüència o gravetat) superior a l'esperada per les característiques viàries i de mobilitat de la carretera. Aquests estudis treballen normalment amb la totalitat dels accidents, sense diferenciar-se per la tipologia dels vehicles implicats o per la tipologia de l'accident.

Hi ha, però, elements de la infraestructura, d'especial interès per a les administracions gestores de carreteres, que requereixen una anàlisi diferenciada. És el cas dels separadors de fluxos de sentits de circulació, que ajuden principalment a evitar les col·lisions frontals, els accidents que tenen una major gravetat.

Així, amb l'objectiu de determinar els trams de carretera on una actuació d'instal·lació d'elements de separació de sentits sigui més eficaç, es calculen els *trams de concentració d'accidents frontals* (TCAF) i els *itineraris d'acumulació d'accidents frontals* (IAAF). Per tant, a diferència dels TCA generals, que engloben totes les carreteres i totes les tipologies d'accidents, en aquest estudi només es considera l'accidentalitat específica succeïda en carreteres de calçada única, en què els vehicles participants porten una trajectòria frontal abans de la col·lisió.

Aquest tipus d'accident queda recollit als fitxers d'accidentalitat mitjançant l'especificació de "col·lisió frontal" al camp de "tipologia d'accident". No obstant això, s'observa que hi ha vegades en què accidents amb vehicles que portaven trajectòria frontal es cataloguen com a "envestida frontolateral", en aquells casos en què un dels vehicles perd la seva alineació i acaba impactant amb el seu lateral contra l'altre vehicle.

Per aquest motiu en aquest estudi es consideren els dos tipus d'accidents: col·lisions frontals i envestides frontolaterals.

A més, a diferència dels estudis anteriors amb accidents frontals, enguany es decideix incloure els accidents frontals a dins d'intersecció (exceptuant si són en rotonda), ja que es considera que si han estat catalogats com a frontals, s'entén que els vehicles implicats circulaven per la mateixa via però en sentit contrari, però que la col·lisió va ser a l'alçada de la intersecció per una qüestió purament probabilística.

Així, en endavant, en aquest document es podrà fer referència a l'accidentalitat de forma diferenciada (col·lisions frontals i envestides frontolaterals), o de forma genèrica –accidents frontals. En aquest últim cas s'entendrà que inclou ambdós tipus d'accidents: col·lisions frontals (fora o dins d'intersecció) i envestides frontolaterals fora d'intersecció.

Aquest criteri de selecció d'accidents és vàlid tant per als TCAF com per als IAAF. Les dades utilitzades són els accidents amb resultat de víctimes mortals, greus o lleus registrats en el període estudiat 2015-2019.

En aquest estudi s'avalua la problemàtica dels accidents frontals respecte dels accidents en general i s'exposa la metodologia definida per a la identificació dels trams amb més accidentalitat d'aquesta tipologia d'accidents.

Els TCAF fan referència a aquelles zones de caràcter més local on es detecta un problema puntual de seguretat viària, essent trams d'entre 1 i 3 quilòmetres. En canvi, els IAAF tenen com a objectiu localitzar itineraris complets o carreteres amb problemes d'accidentalitat de caràcter generalitzat i constants al llarg de la carretera, en trams d'entre 5 i 20 quilòmetres de carretera aproximadament.

Els TCAF estan en molts casos dins d'IAAF, fet que serveix per localitzar les zones més crítiques d'una carretera o itinerari ja problemàtic en termes d'accidentalitat frontal.

1.2 OBJECTIUS

L'objectiu principal de l'estudi és continuar aplicant una metodologia estadísticament robusta i tècnicament efectiva per identificar tant els trams de concentració d'accidents frontals (TCAF), com els itineraris d'acumulació d'accidents frontals (IAAF), de la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya.

Per assolir aquest objectiu s'han treballat els continguts següents:

- Caracterització de l'accidentalitat de tipologia col·lisió frontal i investida frontolateral.
- Revisió de la metodologia utilitzada anteriorment.
- Introducció de millores metodològiques justificades.
- Anàlisi i definició dels paràmetres dels models de detecció dels TCAF i IAAF.
- Càlcul d'indicadors que actuïn com a eines per a la prioritització dels TCAF identificats.
- Localització dels accidents, dels TCAF i dels IAAF sobre el mapa.

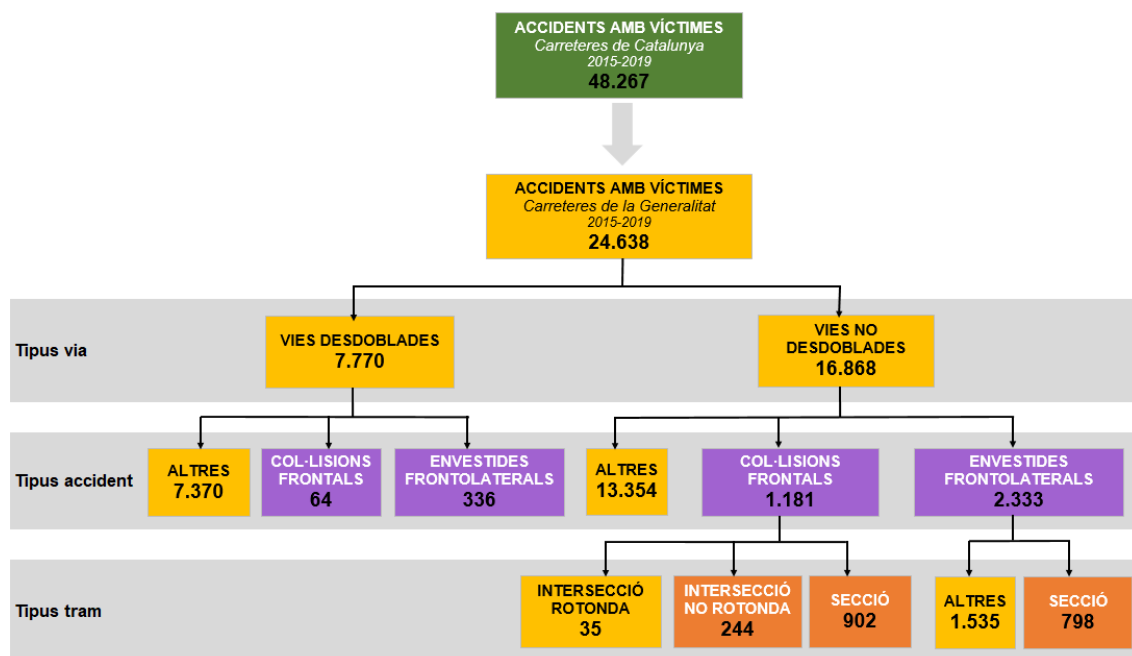
2 Caracterització dels accidents frontals

2.1 DADES BASE

En el període 2015-2019 han tingut lloc a la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya 3.914 col·lisions frontals o envestides frontolaterals. D'aquestes, un 10% han tingut lloc en carreteres desdoblades.

El present capítol de caracterització dels accidents té en compte el conjunt de tots aquests accidents, si bé per al càlcul dels TCAF/IAAF només es treballarà amb aquells que han tingut lloc en vies no desdoblades, en secció per al cas de les envestides frontolaterals i en secció, però també en intersecció (excepte rotondes), per al cas de les col·lisions frontals.

Figura 1. Esquema dels accidents considerats



Així, doncs, es treballa amb el conjunt de 3.914 accidents frontals a la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya i amb un subconjunt de 1.944 accidents per al càlcul dels TCAF/IAAF.

Es pren de referència la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya a 31 de desembre de 2019 per al conjunt dels accidents ocorreguts en els 5 anys.

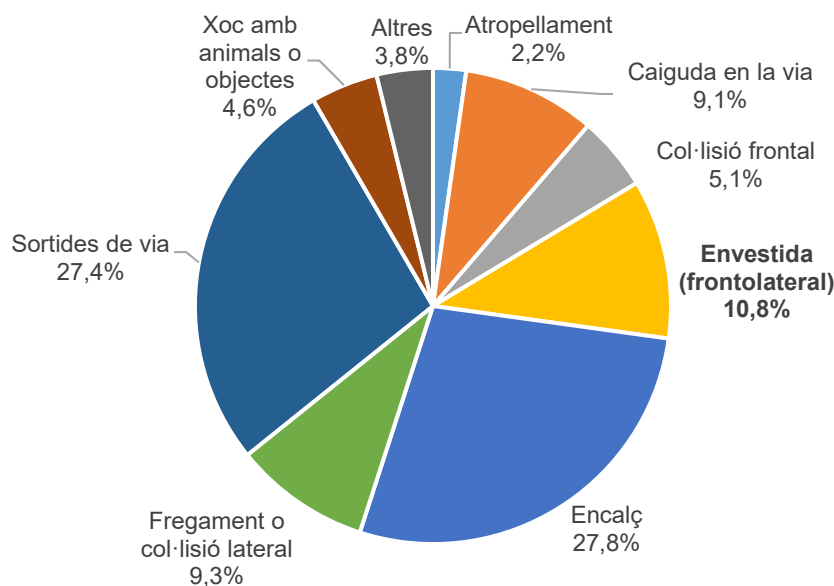
Taula 1. Accidents considerats en la caracterització i en els TCAF/IAAF. Període 2015-2019

Tipologia d'accident	Xarxa Generalitat de Catalunya	Per a TCAF/IAAF
Col·lisió frontal	1.245	1.181
Investida frontolateral	2.669	798
Total	3.914	1.944

2.2 TIPOLOGIES D'ACCIDENT

L'accident frontal no és la tipologia més freqüent pel que fa a accidents amb víctimes, ja que suposen un 15,9% del total d'accidents amb víctimes. En termes absoluts, entre el 2015 i el 2019 es registren 24.642 accidents amb víctimes a la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya, dels quals solament 3.914 són accidents frontals.

Figura 2. Distribució dels accidents amb víctimes segons el tipus d'accident

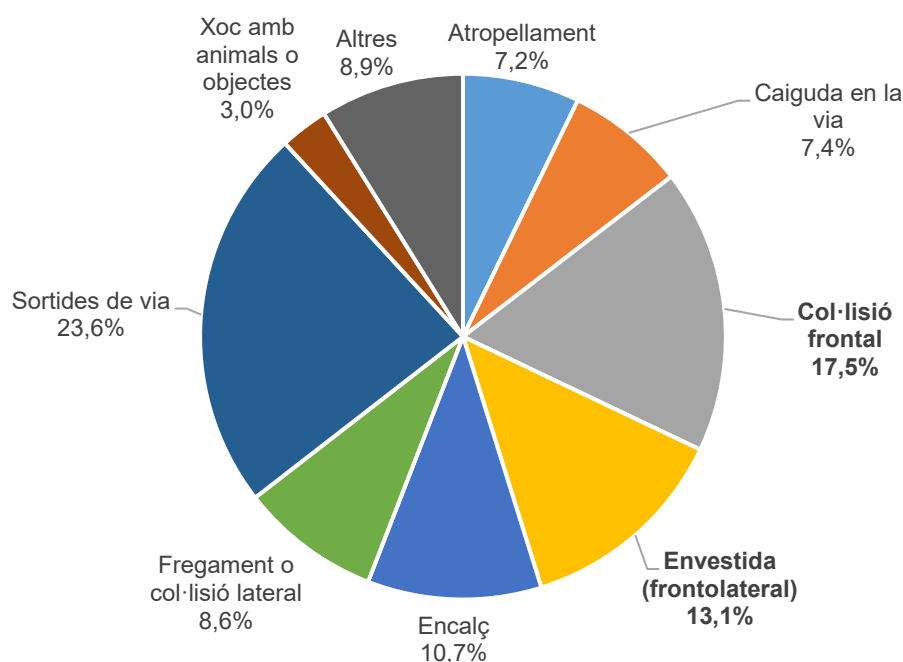


Taula 2. Evolució dels accidents frontals per àmbit territorial

Any	Barcelona	Girona	Lleida	Tarragona	Terres de l'Ebre	Total
2015	4	148	62	66	24	745
2016	427	175	70	58	28	758
2017	427	161	97	65	21	771
2018	503	173	88	61	23	848
2019	455	161	82	68	26	790
Total	2.257	818	399	318	122	3.914

Però si es consideren només els accidents mortals i greus, són la tipologia més destacada amb un 30,6% (752 sobre 2.457 accidents mortals i greus). Es presenta a continuació l'impacte d'aquesta tipologia d'accidents sobre el total d'accidents de la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya, amb dades entre els anys 2015 i 2019.

Figura 3. Distribució dels accidents mortals i greus segons el tipus d'accident

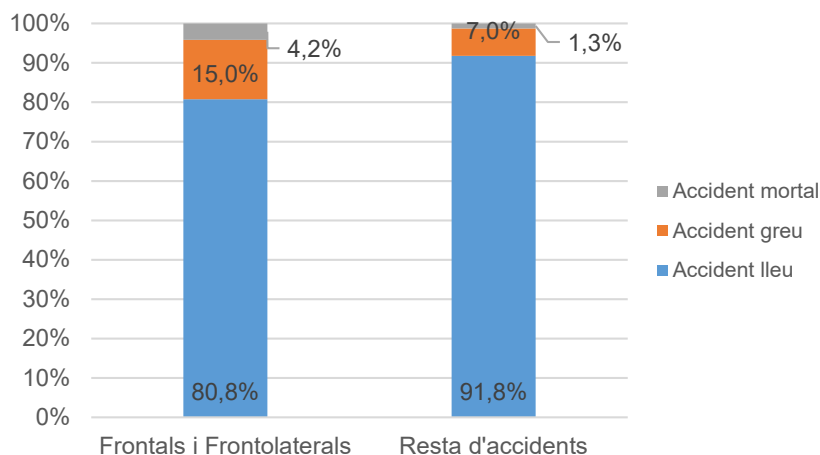


Taula 3. Evolució dels accidents frontals mortals i greus per àmbit territorial

Any	Barcelona	Girona	Lleida	Tarragona	Terres de l'Ebre	Total
2015	90	15	16	11	7	139
2016	72	51	17	13	6	159
2017	69	33	30	14	9	155
2018	77	35	23	15	5	155
2019	73	26	25	13	7	144
Total	381	160	111	66	34	752

La lesivitat dels accidents frontals és notablement superior a la resta dels accidents. El percentatge d'accidents mortals i greus en accidents frontals és quasi dues vegades i mitja el de la resta d'accidents.

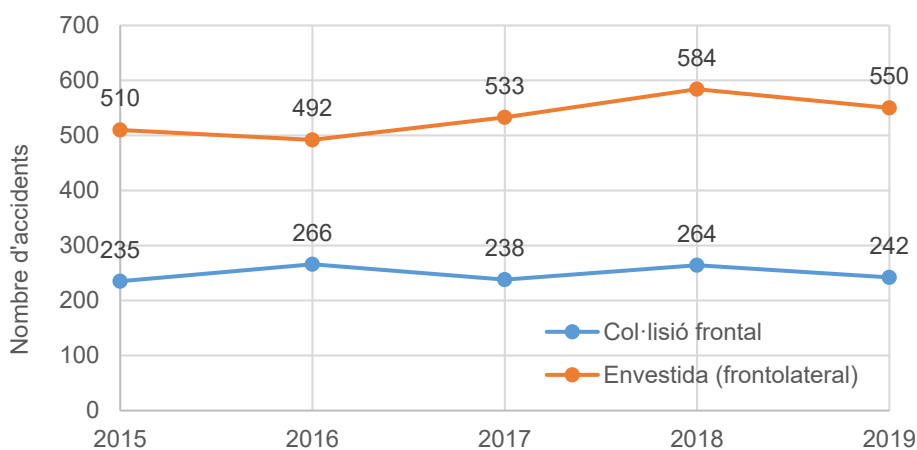
Figura 4. Distribució de la gravetat dels accidents frontals en comparació amb la resta d'accidents



2.3 EVOLUCIÓ DELS ACCIDENTS FRONTALS

L'evolució dels accidents segons el tipus de col·lisió és semblant. En els dos casos hi ha hagut un descens en el darrer any (8,7% en les col·lisions frontals i un 6% en les envestides frontolaterals), tot i que en el total del quinquenni han augmentat un 2,6% i un 7,6% respectivament.

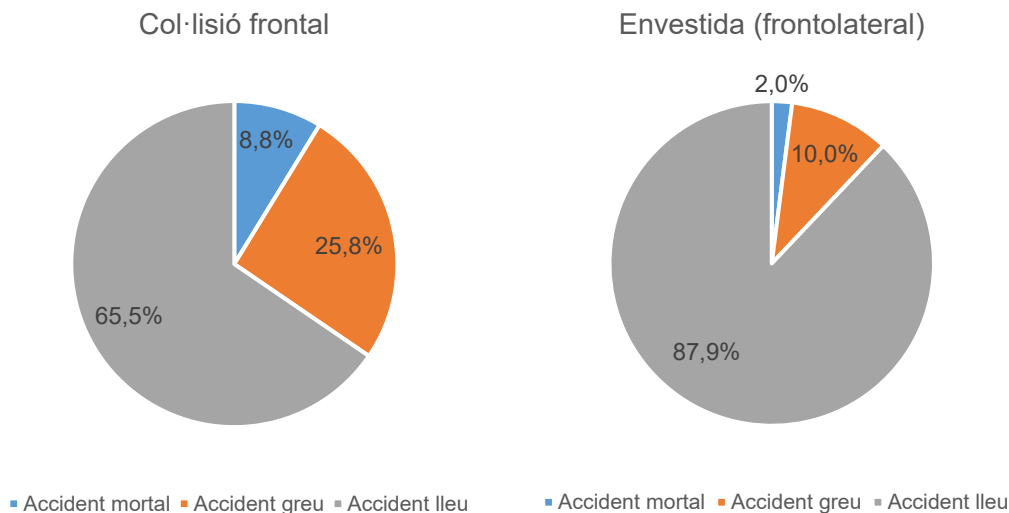
Figura 5. Evolució dels accidents segons el tipus de col·lisió



El fet que els valors dels anys 2015 a 2017 no coincideixin amb l'estudi anterior es deu al fet de partir de catàlegs diferents. Pot passar, en conseqüència, que un tram de carretera hagi canviat de titularitat i deixen de considerar-se aleshores els accidents que hi havia.

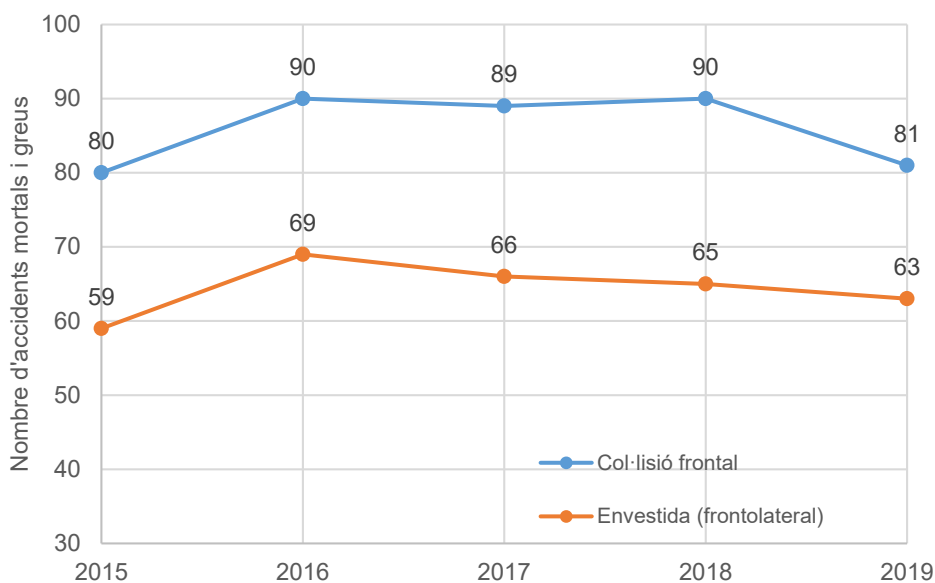
La lesivitat més gran es dona en els accidents per col·lisió frontal, ja que quasi el 9% dels accidents són amb morts i el 25,8% amb víctimes greus.

Figura 6. Distribució de la gravetat segons el tipus de col·lisió



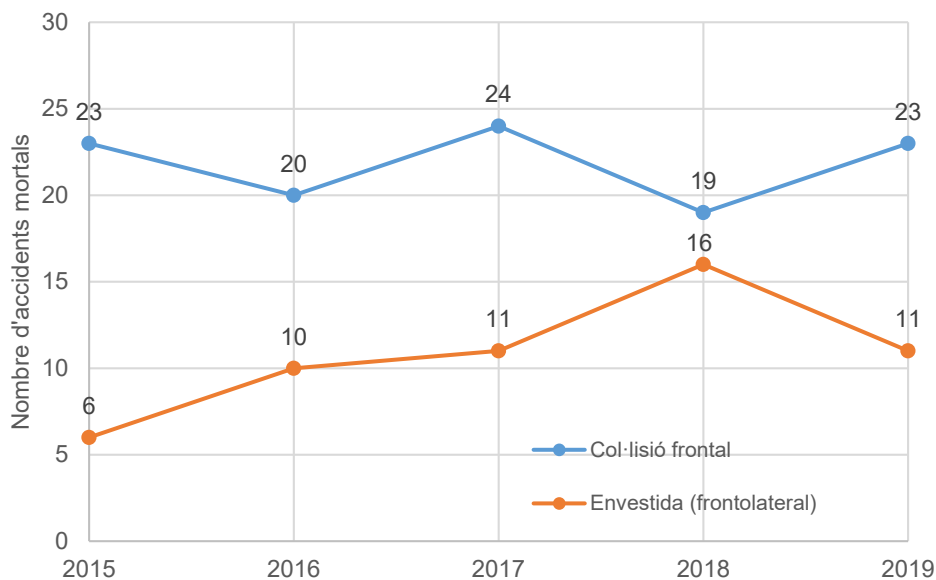
Els accidents mortals i greus de tipologia col·lisió frontal i investida frontolateral estan al 2019 pràcticament al mateix nivell que al 2015, després de reduir-se un 10% i un 3% respectivament el darrer any.

Figura 7. Evolució dels accidents mortals i greus segons el tipus de col·lisió



Si només es consideren els accidents mortals, les xifres mostren més oscil·lacions entre els anys. Per al conjunt dels cinc anys, tenen lloc de mitjana 22 col·lisions frontals mortals l'any, per 11 envestides frontolaterals mortals.

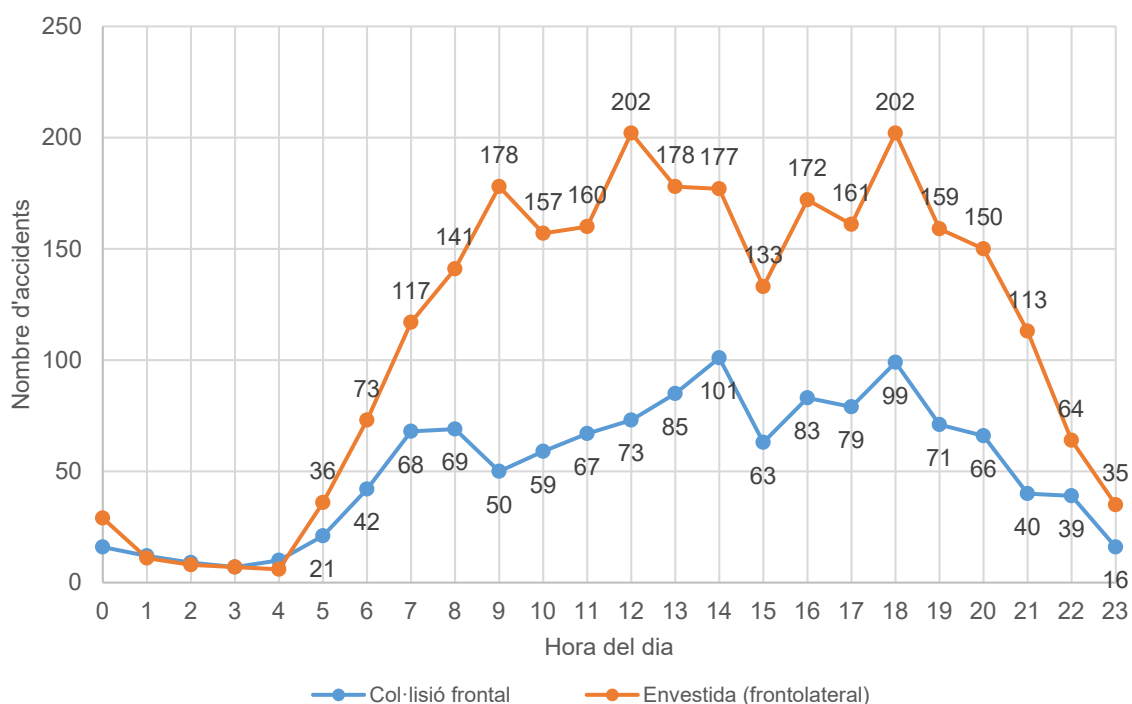
Figura 8. Evolució dels accidents mortals segons el tipus de col·lisió



2.4 DISTRIBUCIÓ TEMPORAL I TERRITORIAL DELS ACCIDENTS

La distribució dels accidents al llarg del dia mostra com els accidents frontals s'acumulen al migdia (entre 12h i 14h) i a les hores punta (a les 9h i a les 18h). La corba, a excepció de l'hora punta del matí, és força coincident amb les corbes habituals de trànsit en carretera.

Figura 9. Evolució horària dels accidents amb víctimes segons el tipus de col·lisió



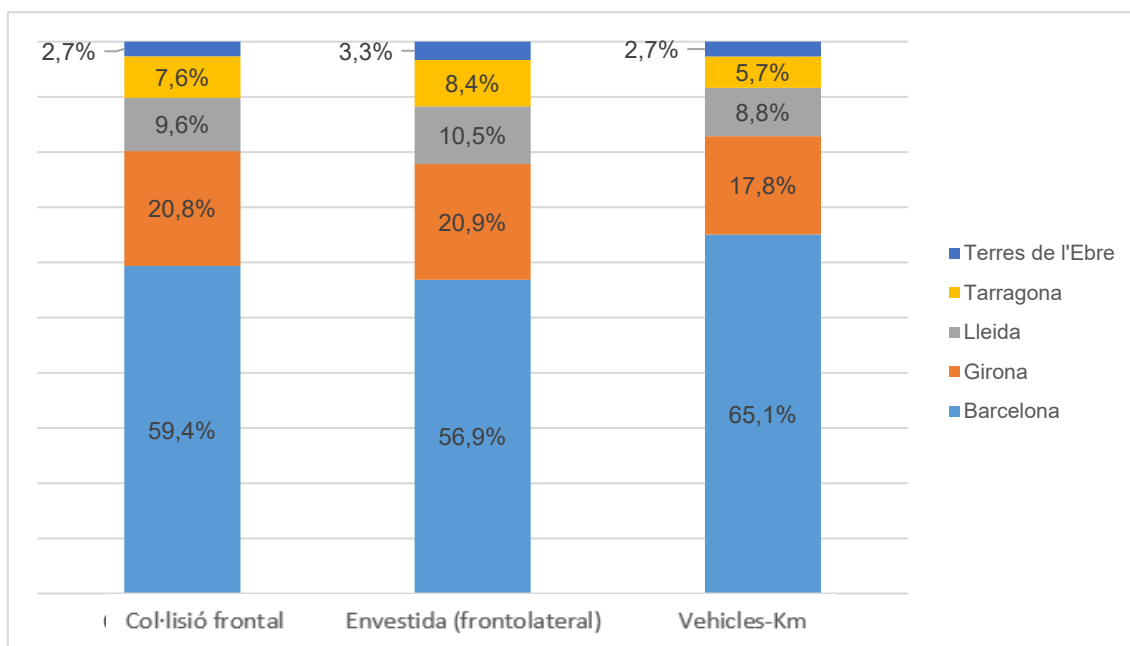
Segons el tipus de xarxa, en termes absoluts les xarxes bàsica i comarcal presenten valors similars, amb uns 1.600 accidents durant el quinquenni. En termes d'accident per quilòmetre de xarxa, però, és la xarxa local la de major accidentalitat, amb 0,85 accidents per quilòmetre.

Taula 4. Evolució dels accidents frontals per tipus de xarxa

Xarxa	Long.	2015	2016	2017	2018	2019	Total 2015-2019	% sobre total d'accidents	Acc/km de xarxa
Bàsica	2.279,9	299	309	299	367	333	1.607	41,1%	0,71
Comarcal	2.866,5	308	311	324	342	311	1.596	40,8%	0,56
Local	840,1	138	138	148	139	148	711	18,2%	0,85
Total	5.985,9	745	758	771	848	792	3.914	100,0%	0,65

En les carreteres de Barcelona es concentra prop del 60% dels accidents frontals, percentatge inferior al trànsit que suporta (65% dels vehicles-quilòmetre). En canvi, els altres àmbits territorials presenten un percentatge més elevat d'accidents frontals que de mobilitat.

Figura 10. Distribució territorial segons tipus de col·lisió



Taula 5. Accidents segons el tipus de col·lisió per àmbit territorial

Àmbit territorial	Col·lisió frontal	Envestida (frontolateral)	Total
Barcelona	739	1.518	2.257
Girona	259	559	818
Lleida	120	279	399
Tarragona	94	224	318
Terres de l'Ebre	33	89	122
Total	1.245	2.669	3.914

3 Metodologia

El procés d'identificació dels trams de concentració d'accidents frontals (TCAF) i dels itineraris d'acumulació d'accidents frontals (IAAF) consisteix en l'aplicació d'una finestra flotant als trams estudiats, per detectar amb més precisió els trams conflictius i la implementació de criteris amb base estadística, que serveixin per establir un llindar a partir del qual es considera que un tram té una accidentalitat elevada.

Els criteris per detectar trams conflictius de TCAF i IAAF s'estableixen des de la perspectiva de la concentració dels accidents tenint en compte la seva **freqüència** i **gravetat**. Per tenir en compte la gravetat en els IAAF i en els TCAF, es ponderen els accidents amb un pes relatiu diferent per als accidents frontals de cada tram de carretera en funció de la seva gravetat, donant més importància als accidents de més gravetat.

3.1 DADES BASE PER AL CÀLCUL DELS TCAF / IAAF

Les dades utilitzades per identificar els TCAF i els IAAF són els accidents amb víctimes registrats entre els anys 2015 i 2019 a la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya, que compleixen una de les dues següents condicions:

- Accidents de tipologia col·lisió frontal o envestida frontolateral ocorreguts en secció.
- Accidents de tipologia col·lisió frontal en intersecció (excepte en rotonda). Aquest segon grup d'accidents representa una novetat respecte de l'estudi anterior (2012-2016), en què només es van tenir en compte els accidents frontals en secció.

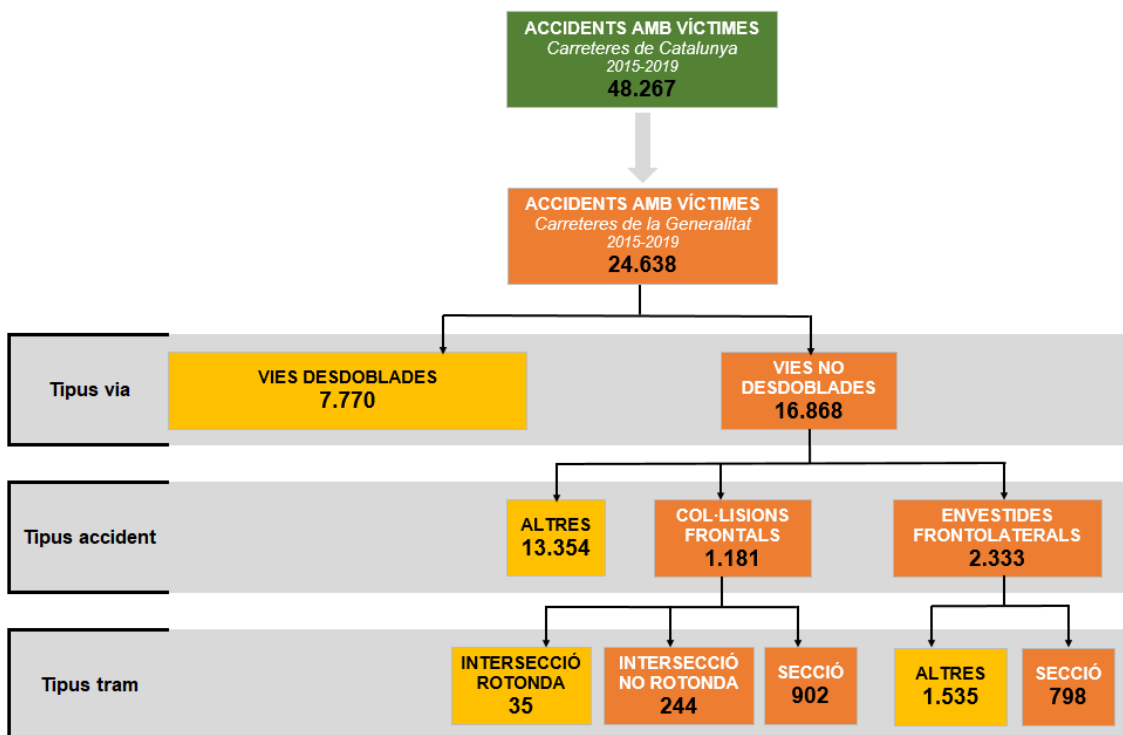
S'exclouen de les anàlisis els accidents que es produeixen en carreteres de doble calçada, ja que les mesures de seguretat viària s'apliquen en vies de calçada única (generalment separadors de fluxos).

La incorporació d'aquest nou grup d'accidents implica treballar amb més d'un 14% d'accidents en comparació amb el mètode antic. Per al cas dels mortals, l'increment és del 5,8%:

Taula 6. Accidents inclosos en el quinquenni segons la metodologia

Mètode	Mortals	Greus	Lleus	Total
Antic (només accidents en secció)	121	361	1.218	1.700
Nou (afegint frontals en intersecció)	128	413	1.403	1.944
Diferència	7	52	185	244
Diferència (%)	5,8%	14,4%	15,2%	14,4%

Figura 11. Esquema dels accidents considerats per al càlcul de TCAF/IAAF



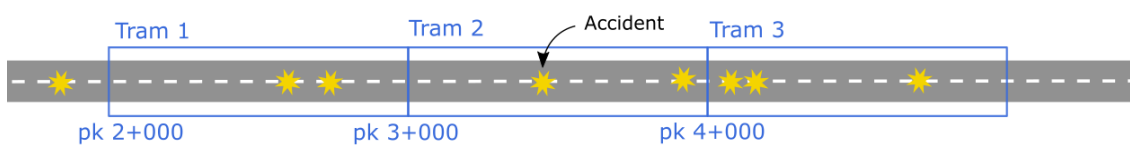
3.2 DETERMINACIÓ DE LA UNITAT D'ANÀLISI

3.2.1 Metodologia de la finestra flotant per a la identificació de TCAF i IAAF

Per determinar els punts d'especial accidentalitat d'una carretera s'ha de fer l'anàlisi dividint la carretera en segments parcials. En aquest apartat s'expliquen diversos mètodes de segmentació de la carretera aplicables als estudis de TCA en general, per concretar, després, el cas particular d'aquest estudi de TCAF i IAAF.

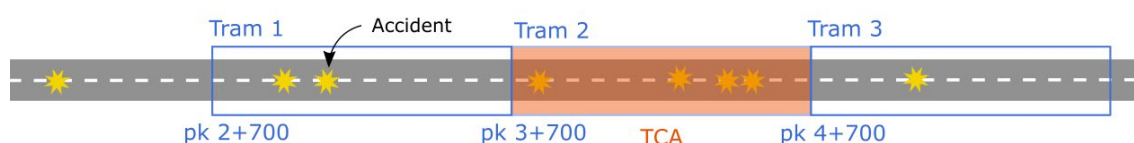
La segmentació de la xarxa de carreteres és un tema clau per a la correcta identificació dels trams de concentració d'accidents. La metodologia més senzilla utilitzada en diversos estudis de TCA és la segmentació directa de la xarxa per trams homogenis. Aquest procediment té els seus avantatges però també presenta una alta probabilitat de perdre informació important i passar per alt zones amb alta concentració d'accidents. Per exemple, la següent figura representa una segmentació directa d'una carretera en tres trams homogenis. Si el criteri per definir un tram com a TCA és que es registrin un mínim de 4 accidents, en aquest exemple no s'identificaria cap TCA.

Figura 12. Segmentació directa d'una carretera



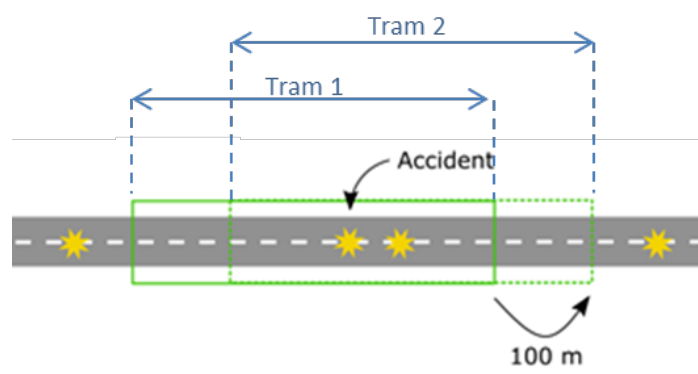
En els darrers estudis de TCA realitzats en la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya s'han introduït millores en la segmentació de la xarxa, per reduir les probabilitats de perdre informació. En el seu moment, es va estudiar que si es dividia la xarxa prenent com a referència els hectòmetres +700 de cada quilòmetre de xarxa, es minimitzaven les probabilitats de perdre informació d'accidents. Això és així perquè hi ha un gran error a l'hora de situar els accidents en el moment del seu registre i amb gran probabilitat es situen prop dels quilòmetres enters. En l'exemple anterior, si es segmenta la xarxa entre els hectòmetres +700 trobem un TCA, ja que se supera el criteri de concentració establert de mínim 4 accidents.

Figura 13. Segmentació directa d'una carretera a partir dels hectòmetres +700



Una alternativa a la segmentació fixa de la carretera és **la segmentació dinàmica en forma de finestra flotant**. Una finestra és, com en l'anterior cas, un tram de carretera d'una determinada longitud, que serveix com a unitat bàsica d'anàlisi. La diferència, però, és que per passar d'un tram al següent el que es fa és un petit decalatge de 100 metres (el tram "flota", per això se'n diu "finestra flotant"), tal com es mostra a la figura següent:

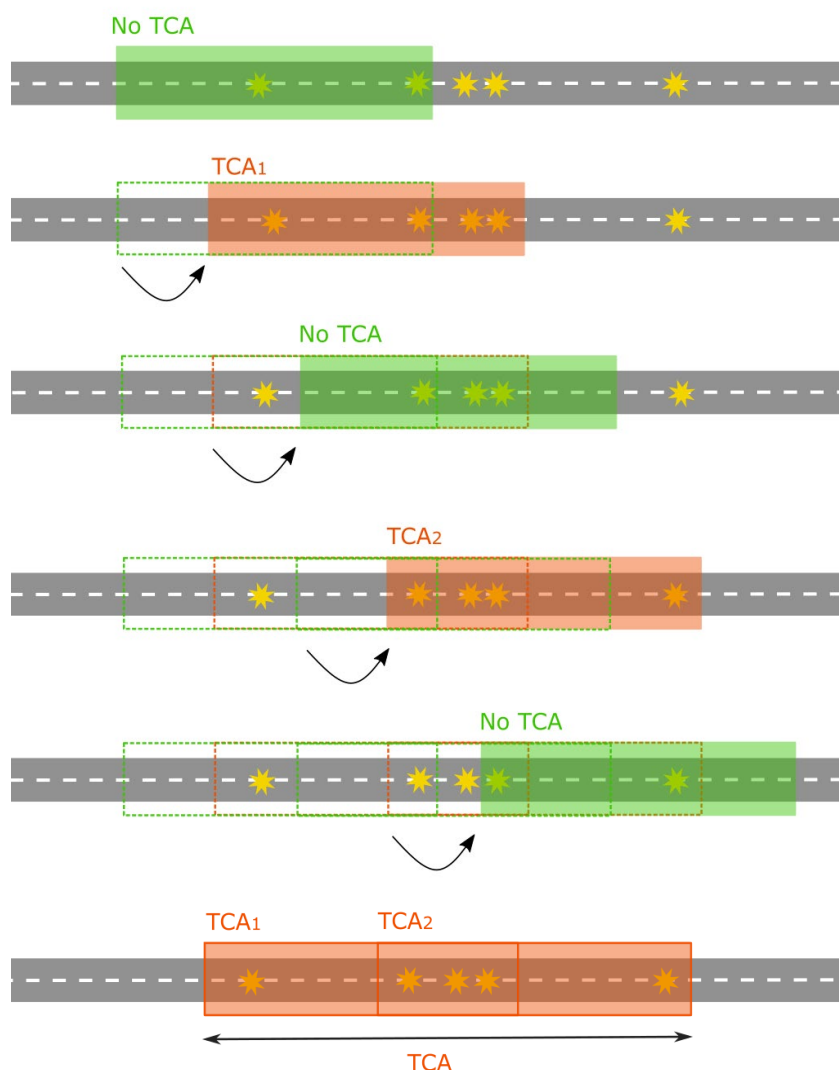
Figura 14. Exemple de finestra flotant



La finestra flotant és un procediment que incrementa la precisió a l'hora d'identificar trams amb problemes d'accidentalitat.

En cada finestra es comprova si es compleixen els criteris definits per identificar el tram com a TCA. Es mostra el procediment per identificar TCA a partir de finestra flotant seguint l'exemple anterior, en què el criteri és que dins la finestra s'han d'haver registrat un mínim de 4 accidents.

Figura 15. Procés d'identificació de TCA a partir de la finestra flotant



Aplicant el procediment de la finestra flotant s'identifiquen amb més exactitud els trams de carretera amb alta accidentalitat. Seguint l'exemple, amb la finestra flotant s'identifiquen dos trams d'1 km de longitud on es supera el criteri de 4 accidents.

Tanmateix, hi ha la possibilitat d'identificar trams TCA que estiguin superposats. En aquest cas, es defineix un sol tram TCA a partir d'agrupar les diferents finestres on s'han superat els criteris establerts. D'aquesta manera, es poden tenir TCA superiors a la longitud de la finestra (que als exemples anteriors és d'1 km de longitud).

Com a conclusió, es pot afirmar que la finestra flotant és un procediment de segmentació de la xarxa molt eficaç quan la mostra d'accidents és baixa, com és el cas de l'estudi de TCA d'accidents frontals.

3.2.2 Longitud de la finestra flotant per a l'actual estudi

La longitud adequada de la finestra flotant per a la redacció d'un estudi de TCA depèn de la distribució real dels accidents a la xarxa de carreteres, i del tipus de problemes que es volen detectar.

En general, longituds curtes (prop d'1 quilòmetre o menys) permeten identificar trams amb problemes locals d'accidentalitat (per exemple el cas d'una intersecció amb accidentalitat, o un pas de fauna amb accidents amb animals), però no són tan adequats per identificar itineraris llargs amb problemes generals d'accidentalitat (per exemple, un itinerari amb característiques de traçat que provoquen accidents dispersos no concentrats).

Així, succeeix a vegades que, per a determinats estudis, s'han de fer dues anàlisis amb longituds de finestra diferent per poder identificar els dos tipus de problemes (locals i generals).

És el cas del present estudi d'accidentalitat de tipologia frontal, on aquesta doble anàlisi permet identificar trams amb problemes d'accidentalitat locals (longitud de finestra baixa), i trams o itineraris amb problemes generalitzats d'accidentalitat (longitud de finestra més gran).

Així, per a aquest estudi d'identificació de TCAF i IAAF la unitat d'anàlisi ha estat **una finestra flotant de 5.000 m de longitud per als IAAF i de 1.000 m de longitud per als TCAF**.

En els IAAF, a més, en aquells casos en què una carretera tingui algun tram aïllat de menys de 5 quilòmetres, però superi el llindar absolut que s'exigeix a un tram de 5 km, aquest tram també es considerarà a l'anàlisi, tot i no arribar a la longitud mínima del tram flotant.

3.2.3 Ponderació dels accidents

El càlcul per freqüència estableix un llindar en termes de nombre d'accidents amb víctimes absolut. En canvi, el càlcul per gravetat, estableix un llindar en termes d'accidents ponderats, donant un pes més elevat als accidents de més gravetat.

La ponderació dels accidents segons la seva gravetat consisteix en aplicar un pes específic diferent al nombre d'accidents en un tram segons la seva gravetat. Es pondera utilitzant diferents pesos per calcular els IAAF i els TCAF.

En els IAAF interessa englobar tots aquells trams de carretera on s'hagi registrat algun accident frontal mortal. És per això que se li dona molta més importància als accidents mortals, però sense descartar els accidents lleus del càlcul. Els pesos específics per a la ponderació dels accidents en el càlcul dels IAAF:

Accidents mortals: 100

Accidents greus: 25

Accidents lleus: 1

En la determinació dels TCAF s'utilitza una ponderació menys estricta, ja que la gran majoria dels accidents mortals i greus quedaran englobats en els IAAF. Els pesos específics per a la ponderació dels accidents en el càlcul dels TCAF són:

Accidents mortals: 8

Accidents greus: 5

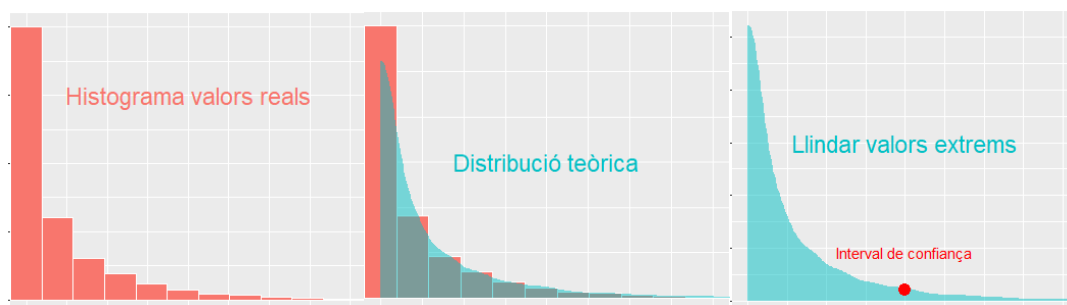
Accidents lleus: 1

3.3 PARÀMETRES DE CàLCUL

3.3.1 Model estadístic

El present estudi d'identificació dels IAAF i TCAF es basa en la detecció d'una elevada concentració d'accidents a la xarxa de carreteres. Aquest model de concentració té com a objectiu identificar els trams de la xarxa de carreteres amb un registre d'accidents frontals extrem en comparació amb la globalitat de la xarxa. Per determinar el llindar a partir del qual es considera que un tram ha registrat una accidentalitat extrema s'ajusten les dades d'accidentalitat a una distribució teòrica. El llindar correspondrà a l'interval de confiança de la funció teòrica ajustada. En el següent gràfic es pot observar la similitud entre la distribució dels valors reals (accidents per tram) i la de la distribució binomial negativa teòrica:

Figura 16. Model estadístic de concentració

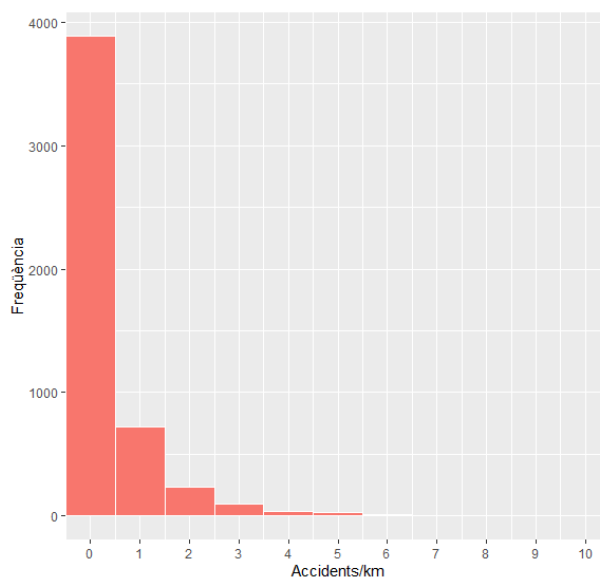


3.3.2 Anàlisi estadística

3.3.2.1 Anàlisi descriptiva de les dades d'accidents

Els accidents frontals es distribueixen per la xarxa de carreteres seguint una distribució de freqüències que segueix una funció de la família exponencial, amb molts valors amb 0, és a dir, molts trams de carretera on no hi ha hagut cap accident, i després cada vegada menys trams segons s'incrementa el nombre d'accidents ocorreguts.

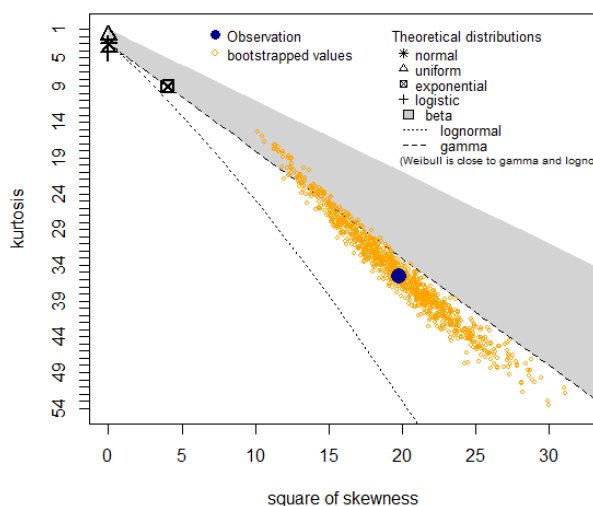
Figura 17. Histograma de freqüències d'accidents frontals a la xarxa de carreteres



3.3.2.2 Ajust a una distribució teòrica

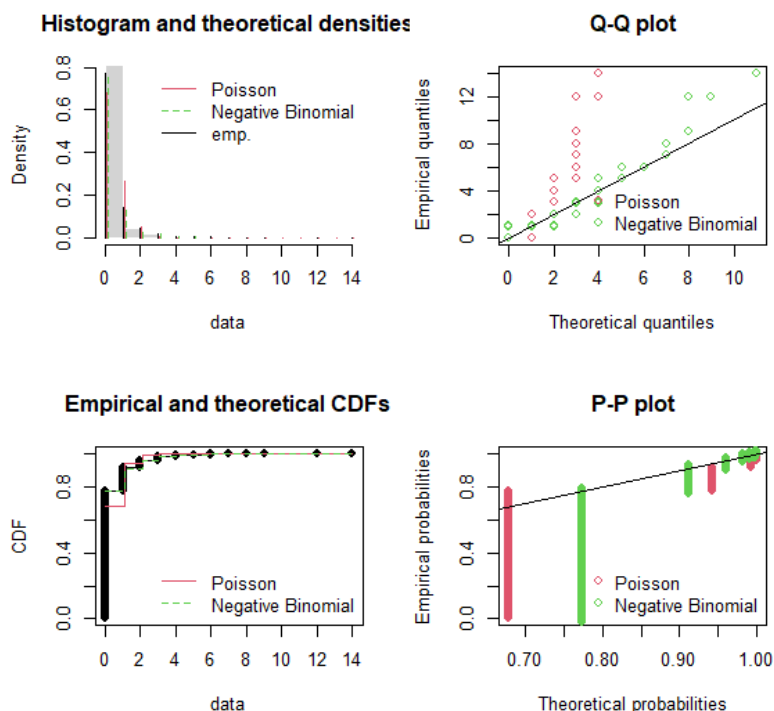
La figura següent mostra el gràfic anomenat *skewness-kurtosis*, que determina la semblança de la distribució real vers diferents distribucions teòriques a partir dels paràmetres descriptius d'una distribució empírica. Les distribucions teòriques exponencial i gamma són les més adequades per ajustar les dades. Ateses les característiques de la variable accidents (variable discreta amb forta presència de valors nuls) s'estudia l'ajust d'aquesta distribució a una funció teòrica de Poisson i binomial negativa, ambdues de la família exponencial i gamma.

Figura 18. Semblança de valors reals d'accidents amb distribucions teòriques



L'anàlisi d'ajust a una distribució teòrica mostra com el nombre d'accidents no s'ajusta a una funció de Poisson (Figura 19.), però sí s'ajusta amb molt bona qualitat a una funció binomial negativa (BN). Per validar l'ajust a una distribució BN s'observa gràficament com la mostra de dades reals segueix la distribució teòrica de manera molt ajustada. Es constata que els quantils empírics (*Q-Q plot*) segueixen la tendència dels quantils teòrics d'una BN.

Figura 19. Comparativa de l'ajust a una distribució de Poisson i binomial negativa



Tot i que les anàlisis gràfiques mostren com les dades s'ajusten a una distribució BN i no s'ajusten bé a una distribució de Poisson, es realitza el test de khi-quadrat per confirmar amb termes estadístics aquesta conclusió. La prova de khi-quadrat és una prova no paramètrica que mesura la discrepància entre una distribució observada i una altra de teòrica amb un test d'hipòtesis. Com més gran sigui el valor de khi-quadrat menys probable serà que les dues distribucions siguin iguals, i com més petit sigui el valor voldrà dir que hi ha més probabilitat de que les dues distribucions siguin iguals.

Els valors de khi-quadrat per ambdues distribucions són:

Taula 7. Validació de l'ajust a una distribució teòrica de la variable accidents/km

Distribució	khi-quadrat	p-valor
Poisson	24.665,7	0
Binomial Negativa	43,8	1,64e-05

Es confirma, doncs, que la distribució d'accidents frontals s'ajusta millor a una distribució binomial negativa que a una de Poisson. Això és així atès que el valor de khi-quadrat és menor per a l'ajust a una distribució BN.

Cal apuntar que a mesura que es realitzen intervencions a la carretera s'està modificant el component aleatori de la distribució i, en conseqüència, es perd bondat en l'ajust de la funció. Per això, tot i que s'ajusta bastant a una binomial negativa, el test de khi-quadrat no és del tot favorable, sobretot per al cas d'accidents ponderats.

3.3.2.3 Determinació del llinar d'elevada concentració d'accidents

S'utilitzen els paràmetres d'ajust de la distribució binomial negativa per calcular el quantil amb una probabilitat determinada. La funció binomial negativa té la funció de densitat següent:

$$\Gamma(x + n)/(\Gamma(n)x!)p^n(1 - p)^n$$

Els paràmetres d'ajust són el paràmetre d'escala (n) i la mitjana (μ), que es relaciona amb la probabilitat (p) amb l'expressió següent:

$$p = \frac{n}{n + \mu}$$

Els paràmetres d'ajust per al nombre d'accidents ponderats frontals en general són els següents:

Taula 8. Paràmetres d'ajust a una distribució binomial negativa

Paràmetre	Valors per model gravetat	Valors per model freqüència
Escala	$n=0.1212508$	$n=0.3282604$
Mitjana	$\mu=0.8947078$	$\mu=0.38715$

S'utilitzen els paràmetres d'ajust per calcular els quantils amb diferents valors de probabilitat:

Taula 9. Llinar per determinar els TCAF

Interval (p)	Quantil del nombre d'accidents ponderats (Gravetat)	Quantil del nombre d'accidents (Freqüència)
95%	5	2
97,5%	8	3
99%	13	6

A partir d'aquests nivells de confiança superiors al 95%, tots ells estadísticament robustos, s'escullen els llinars que es considerin adequats, en base als següents criteris:

- Considerar la incorporació dels accidents frontals en intersecció, fet que faria augmentar sensiblement el nombre de TCAF de freqüència.
- Facilitar la comparativa amb els TCAF anteriors.

Així, doncs, un tram **serà identificat com a TCAF de gravetat si conté 13 accidents o més accidents frontals ponderats ocorreguts en un tram de 1.000 metres, en el període de 5 anys analitzats, i de freqüència si conté o supera els 6 accidents frontals.**

3.4 DEFINICIÓ DELS IAAF I TCAF

Resumint tot això explicat als punts anteriors, els elements essencials per a la determinació dels IAAF i els TCAF són la finestra flotant i el llinar d'accidents que defineix els trams amb problemes d'accidentalitat. A més, tenint en compte la complexitat d'anàlisi dels accidents frontals i amb

l'objectiu de no perdre informació rellevant, s'estudien els IAAF i els TCAF des de dues perspectives; analitzant la **frequència** dels accidents i analitzant la **gravetat**.

Per tant, els criteris de definició dels IAAF i els TCAF són:

Taula 10. Criteris d'identificació d'IAAF i TCAF

Criteri	IAAF	TCAF
Longitud de finestra flotant	5 km	1 km
Llindar del càlcul per freqüència	2 accidents frontals/km	6 accidents frontals/km
Llindar del càlcul per gravetat	35 accidents frontals ponderats/km	13 accidents frontals ponderats/km

3.5 APLICACIÓ DEL FILTRE D'ACCIDENTS GREUS ALS TCAF

Una vegada obtinguda la llista definitiva de TCAF, i només per al cas dels TCAF de gravetat, s'aplica un filtre per tal d'obtenir aquells trams realment rellevants i on l'efecte d'un possible error estadístic pogués portar a intervenir en un tram on podria no haver-hi accidents en els propers anys.

Els trams inclosos en el llistat final de TCAF de gravetat presenten una mitjana de 5 accidents frontals i el 37% dels trams presenten menys de 4 accidents. Segons una distribució de Poisson, la probabilitat que en posteriors anys hi hagi 1 accident o fins i tot cap és relativament elevada. Aquest fenomen succeeix donada la naturalesa del grup d'accidents que s'analitza. No hi ha tants accidents frontals greus en trams de menys de 2 km.

Així, per evitar aquesta possible aleatorietat en l'accidentalitat, es filtren els trams escollint-ne només aquells que presenten un mínim de 2 accidents mortals o 3 accidents greus o mortals en el període de 5 anys analitzat. Per al present estudi es passarà de 59 TCAF de gravetat a 32.

La resta de trams es reserven per a estudis posteriors, en el sentit que es tindran en compte en el càlcul de la reincidència de trams, donant a entendre, en el cas de continuar registrant-se accidents, que l'aleatorietat no estava present en el tram en concret.

3.6 PRIORITZACIÓ A PARTIR DE L'ÍNDEX DE GRAVETAT (IG)

El procediment d'identificació dels trams de concentració d'accidents frontals (TCAF) i dels itineraris d'acumulació d'accidents frontals (IAAF) té l'objectiu d'inventariar els trams de carretera que presenten registres d'accidentalitat elevats en comparació amb la resta d'infraestructura, identificar tant problemes locals com globals, i donar importància a la freqüència i a la gravetat dels accidents. Aquestes definicions es formulen des d'una perspectiva de màxims, que pretén considerar tots els trams de carretera amb problemes d'accidentalitat amb accidents frontals. Tot i així, hi ha trams que presenten problemes més greus i trams on l'accidentalitat és menor.

Per jerarquitzar els IAAF i els TCAF i així obtenir llistes ordenades per prioritat, es calcula l'índex de gravetat (IG) amb una ponderació exponencial, donant més pes específic als accidents

mortals en funció del nombre d'accidents mortals registrat en el tram, d'acord amb l'expressió següent:

$$IG = 8M^2 + 5G + 0,5LL$$

en què M fa referència als accidents mortals, G als accidents greus i LL als lleus. Aquesta priorització exponencial dona especial importància als accidents mortals. L'IG es presenta normalitzat entre els valors 0 i 10.

3.7 RESUM DE PARÀMETRES D'ESTUDI

El present estudi analitza la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya des de dues perspectives. En primer lloc, identifica els itineraris d'acumulació d'accidents frontals (IAAF), amb l'objectiu de definir aquelles carreteres o itineraris amb un problema generalitzat quant a accidents frontals. Per altra banda, s'identifiquen els trams de concentració d'accidents frontals (TCAF) amb l'objectiu de trobar els trams de menys longitud on la concentració d'accidents és elevada en relació amb el conjunt de la xarxa.

La principal problemàtica dels accidents frontals és l'elevada gravetat i és per aquest motiu que per als IAAF i els TCAF es realitza un càlcul tant per freqüència (tenint en compte la concentració dels accident amb víctimes), com per gravetat (ponderant els accidents en funció de si s'han registrat víctimes mortals, greus o lleus).

Taula 11. Bases de càlcul dels TCAF i IAAF

Bases de càlcul	Descripció	Valor
Longitud del tram	Finestra flotant.	Finestra de 5 km en el cas dels IAAF i d'1km de longitud en el cas dels TCAF.
Període d'anàlisi	Es consideren els accidents registrats del període estudiat.	2015-2019
Xarxa	Trams de carretera on s'estudia la perillositat.	Carreteres de calçada única de la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya.
Unitat d'anàlisi	Dades registrades d'accidents frontals en secció i en intersecció (excepte rotondes) i d'envestides frontolaterals només en secció, en carreteres de calçada única provinents de la base de dades del SIDAT.	Accidents amb resultat de víctimes mortals, greus i/o lleus.
Tipologia de TCA	Es calculen els IAAF i TCAF per tenir en compte diversos aspectes que afecten l'accidentalitat.	Els IAAF inclouen trams llargs amb accidentalitat dispersa i els TCAF fan referència a trams puntuals de concentració d'accidents.
Metodologies de càlcul	Es basa en la concentració d'accidents, tenint en compte la freqüència i la gravetat dels accidents.	Tant els IAAF com els TCAF es calculen a partir d'un llindar de freqüència i un de gravetat.
Ponderació dels accidents	Coeficients aplicats en els accidents en funció del resultat de les víctimes de l'accident a utilitzar en la metodologia del càlcul per gravetat.	Per als IAAF la ponderació utilitzada és de 100-25-1 per als accidents mortals, greus i lleus respectivament. Per als TCAF s'utilitza una ponderació de 8-5-1.
Model estadístic	Tècnica matemàtica per determinar el llindar d'accidents a partir del qual la concentració és elevada en un tram determinat. Aquest llindar es determina ajustant les dades a una distribució de probabilitat binomial negativa.	En els IAAF el llindar se situa en 35 accidents ponderats/km per al càlcul de gravetat i de 2 accidents per quilòmetre en el cas del càlcul per freqüència. En els TCAF el llindar se situa en 13 accidents ponderats per quilòmetre per al càlcul de gravetat i de 6 accidents/km per al càlcul de freqüència.
Priorització dels IAAF i TCAF	Eina per establir un ordre d'actuació en els IAAF i TCAF identificats.	S'utilitza l'índex de gravetat exponencial, que es defineix com: $IG=8M^2+5G+0,5LL$ en què M són el nombre d'accidents mortals, el nombre d'accidents greus i LL el nombre d'accidents lleus dins els IAAF i els TCAF.

4 Identificació i anàlisi dels IAAF i TCAF

4.1 IDENTIFICACIÓ DELS IAAF I TCAF

La identificació dels trams de la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya, pel que fa a accidents frontals, es determina segons un llistar de concentració de freqüència i de gravetat:

- IAAF de freqüència: llistar de 2 accidents/km (finestra flotant de 5 km).
- IAAF de gravetat: llistar de 35 accidents ponderats/km (finestra flotant de 5 km).
- TCAF de freqüència: llistar de 6 accidents/km (finestra flotant d'1 km).
- TCAF de gravetat: llistar de 13 accidents ponderats/km (finestra flotant d'1 km).

Aplicant els criteris definits anteriorment s'identifiquen els IAAF i TCAF següents a la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya:

Taula 12. Resum dels IAAF identificats

	Càlcul per gravetat	Càlcul per freqüència
Nombre de IAAF	28	29
Quilòmetres de xarxa que és IAAF	278,9	269,3
Percentatge de xarxa que és IAAF	4,7%	4,5%
Accidents frontals en IAAF	369	629
Percentatge d'accidents en IAAF respecte del total	19,0%	32,4%

Taula 13. Resum dels TCAF identificats

	Càlcul per gravetat	Càlcul per freqüència
Nombre de TCAF	32	34
Quilòmetres de xarxa que és TCAF	55,0	55,4
Percentatge de xarxa que és TCAF	0,9%	0,9%
Accidents frontals en TCAF	180	306
Percentatge d'accidents en TCAF respecte del total	9,3%	15,7%

Alguns dels TCAF de freqüència ho són també de gravetat, així com alguns IAAF de freqüència també són coincidents amb IAAF de gravetat. De la mateixa manera, dintre dels IAAF, que presenten una longitud mitjana de 10 km, s'hi troben inclosos un o varis TCAF, que tenen una longitud mitjana de 1,7 km.

Així, dels 5.986 km de la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya, 450,6 km (el 7,5%) formen part d'algun dels dos grups de IAAF o d'algun dels dos grups de TCAF.

4.1.1 Caracterització dels IAAF i TCAF

L'àmbit territorial de Barcelona és el que concentra el nombre més gran de quilòmetres de trams i itineraris de concentració d'accidents frontals. L'àmbit amb menys trams, tant TCAF com IAAF és el de les Terres de l'Ebre, on no s'identifica cap tram de concentració d'accidents frontals i només 2 itineraris de gravetat.

Taula 14. Classificació dels IAAF i TCAF identificats per àmbit territorial

Àmbit Territorial	TCAF de gravetat		TCAF de freqüència		IAAF de gravetat		IAAF de freqüència	
	Nombre	Longitud (km)	Nombre	Longitud (km)	Nombre	Longitud (km)	Nombre	Longitud (km)
Barcelona	18	53,5	30	48,9	14	144,7	24	218,0
Girona	9	22,1	3	4,6	6	60,7	4	44,8
Lleida	2	10,3	0	0,0	1	9,9	0	0,0
Tarragona	3	8,4	1	1,9	5	46,1	1	6,5
Terres de l'Ebre	0	0,0	0	0,0	2	17,6	0	0,0
Total	32	94,3	34	55,4	28	278,9	29	269,3

Les carreteres de la xarxa bàsica concentren el nombre més gran d'itineraris i trams de concentració d'accidents frontals per al càlcul de gravetat. El 75% dels TCAF de gravetat i el 82,1% dels IAAF de gravetat s'identifiquen en carreteres de xarxa bàsica. En el càlcul per freqüència, és a les carreteres de la xarxa comarcal on s'identifica el nombre més gran d'itineraris i trams. El 58,8% dels TCAF de freqüència i el 44,8% dels IAAF de freqüència s'identifiquen en carreteres de xarxa comarcal.

Taula 15. Classificació dels IAAF i TCAF identificats per tipus de xarxa

Tipus de xarxa	TCAF de gravetat		TCAF de freqüència		IAAF de gravetat		IAAF de freqüència	
	Nombre	Longitud (km)	Nombre	Longitud (km)	Nombre	Longitud (km)	Nombre	Longitud (km)
Bàsica	24	41,0	11	15,7	23	237,1	9	99,2
Comarcal	7	12,1	20	35,1	4	31,9	13	111,9
Local	1	1,9	3	4,6	1	9,9	7	58,2
Total	32	55,0	34	55,4	28	278,9	29	269,3

4.1.2 Comparatiu dels TCAF i IAAF amb els quinquennis anteriors

Es compara la llista de trams obtinguts en l'actual quinquenni (2015-2019) amb els trams obtinguts a l'estudi anterior, corresponents al quinquenni 2012-2016. Per analitzar millor l'evolució, es calculen també els quinquennis intermedis 2013-2017 i 2014-2018, fent servir els

mateixos paràmetres que en l'estudi actual, tant pel que fa al conjunt d'accidents considerats (col·lisions frontals + envestides frontolaterals fora d'intersecció i sempre en carretera no desdoblada), com pel que fa als llinars d'accidents de freqüència i gravetat.

Es presenta a continuació un resum del grau de coincidència entre quinquennis, basat en dues variables definides com coincidència i persistència.

Així, es defineix la **coincidència** com el nombre de trams de cada període que coincideixen amb el darrer període. I la **persistència** com el nombre de trams de cada període que apareixen en tots els períodes posteriors.

Taula 16. Comparativa TCAF de gravetat amb els quinquennis anteriors

TCAF de gravetat					
Període	Nombre de TCAF	Coincidents amb darrer període	% Coincidència	Persistents fins al darrer període	% Persistència
2012-2016	48	12	37,5%	9	28,1%
2013-2017	55	20	62,5%	19	59,4%
2014-2018	64	28	87,5%	28	87,5%
2015-2019	32	-	-	-	-

Taula 17. Comparativa TCAF de freqüència amb els quinquennis anteriors

TCAF de freqüència					
Període	Nombre de TCAF	Coincidents amb darrer període	% Coincidència	Persistents fins al darrer període	% Persistència
2012-2016	26	12	35,3%	10	29,4%
2013-2017	35	19	55,9%	16	47,1%
2014-2018	35	26	76,5%	26	76,5%
2015-2019	34	-	-	-	-

Taula 18. Comparativa IAAF de gravetat amb els quinquennis anteriors

IAAF de gravetat					
Període	Nombre d'IAAF	Coincidents amb darrer període	% Coincidència	Persistents fins al darrer període	% Persistència
2012-2016	27	16	57,1%	13	46,4%
2013-2017	31	22	78,6%	22	78,6%
2014-2018	34	27	96,4%	27	96,4%
2015-2019	28	-	-	-	-

Taula 19. Comparativa IAAF de freqüència amb els quinquennis anteriors

IAAF de freqüència					
Període	Nombre d'IAAF	Coincidents amb darrer període	% Coincidència	Persistents fins al darrer període	% Persistència
2012-2016	27	20	69,0%	20	69,0%
2013-2017	28	22	75,9%	22	75,9%
2014-2018	26	21	72,4%	21	72,4%
2015-2019	29	-	-	-	-

Figura 20. Mapa comparatiu dels IAAF de gravetat dels darrers quinquennis

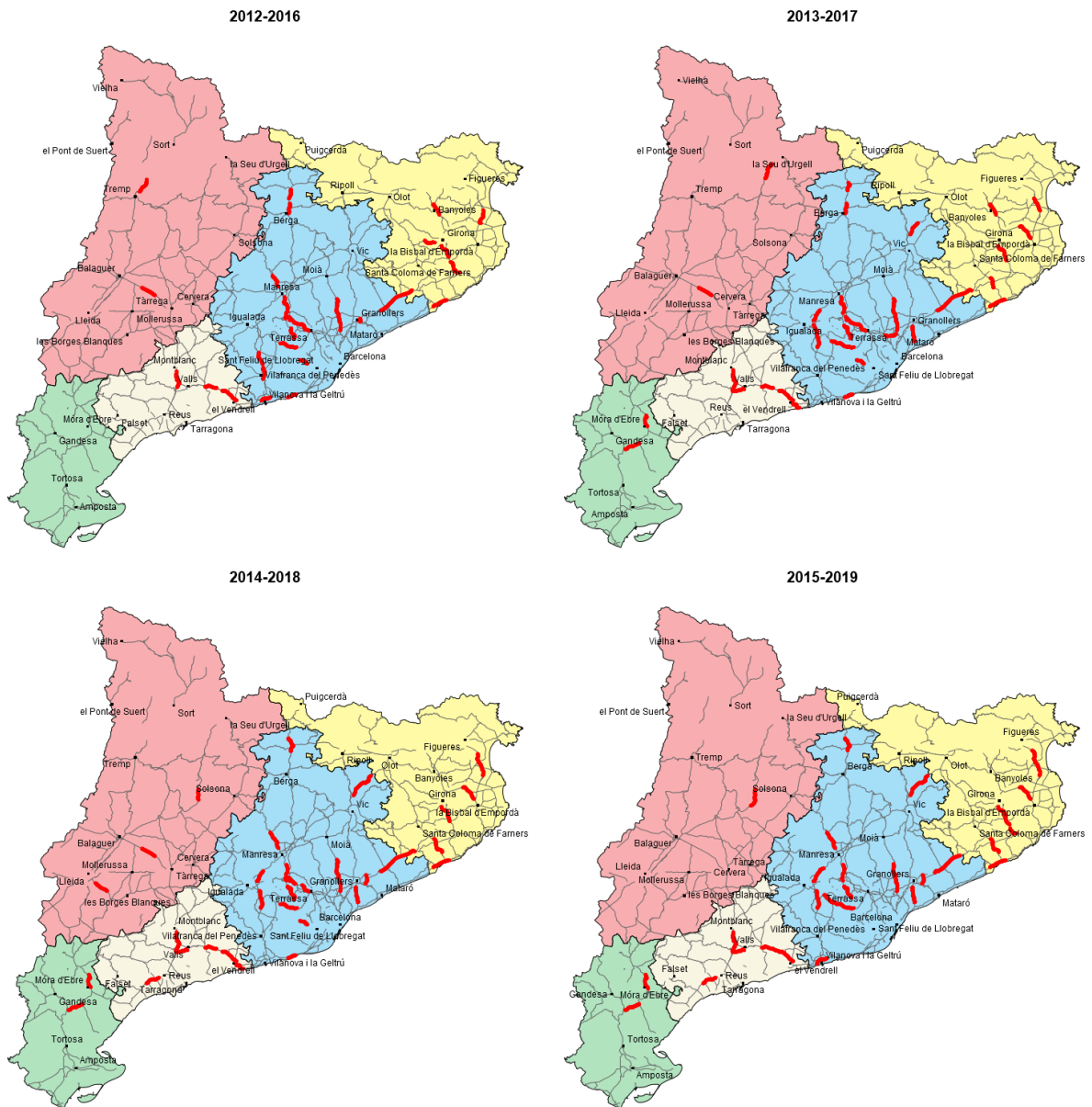


Figura 21. Mapa comparatiu dels IAAF de freqüència dels darrers quinquennis

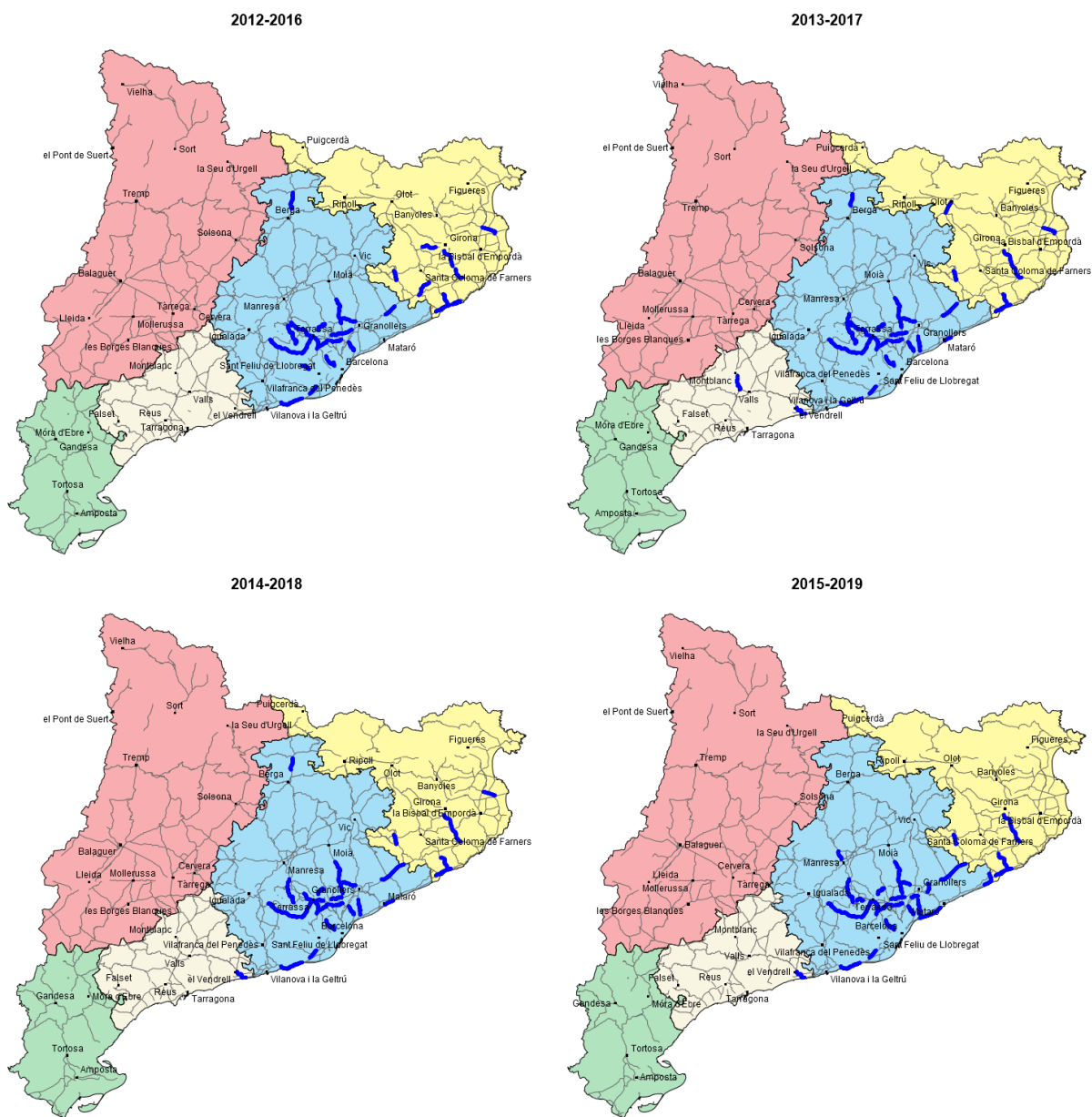


Figura 22. Mapa comparatiu dels TCAF de gravetat dels darrers quinquennis

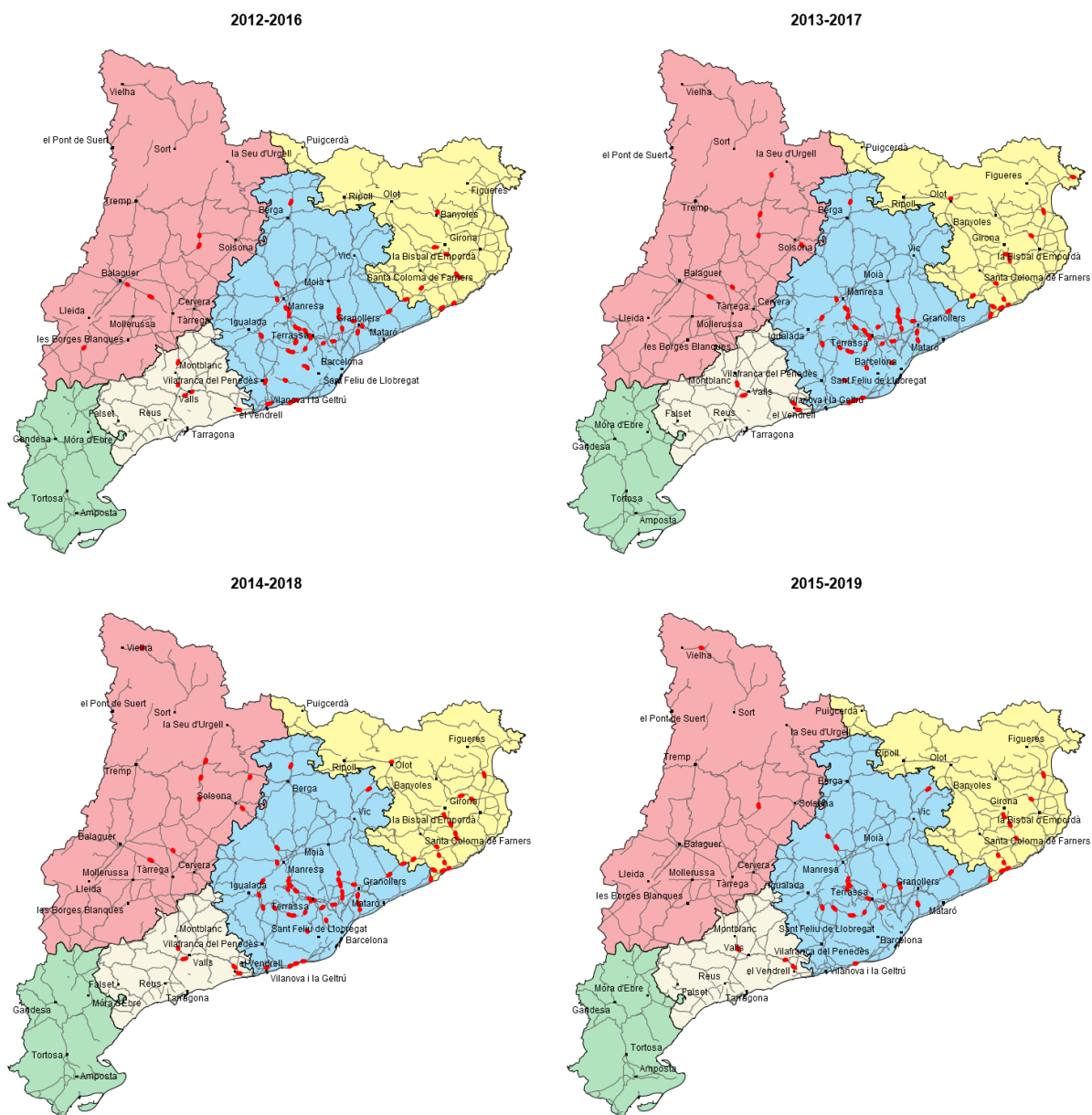
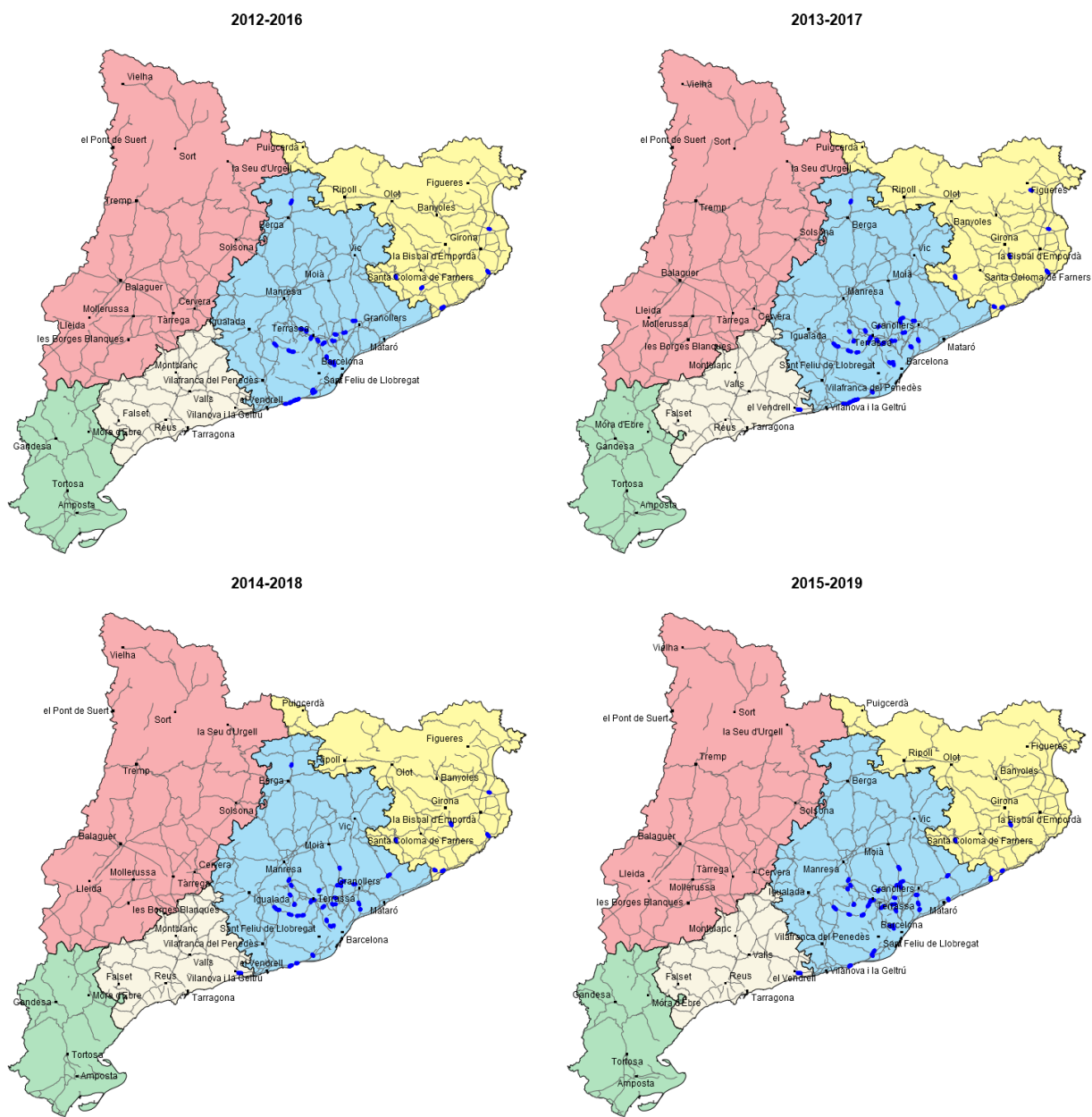


Figura 23. Mapa comparatiu dels TCAF de freqüència dels darrers quinquennis



4.1.3 Localització territorial general

Figura 24. Localització dels IAAF de gravetat a la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya

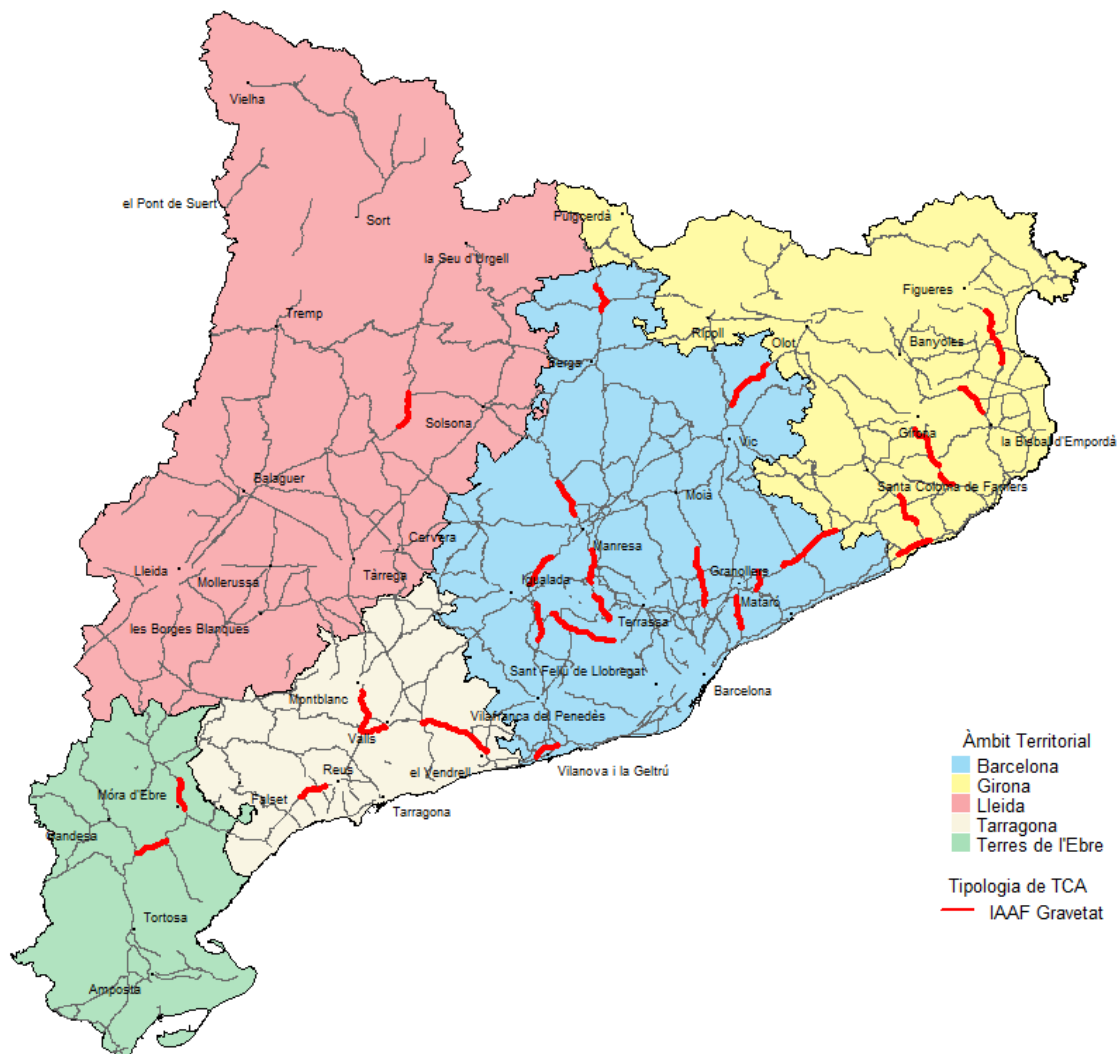


Figura 25. Localització dels IAAF de freqüència a la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya

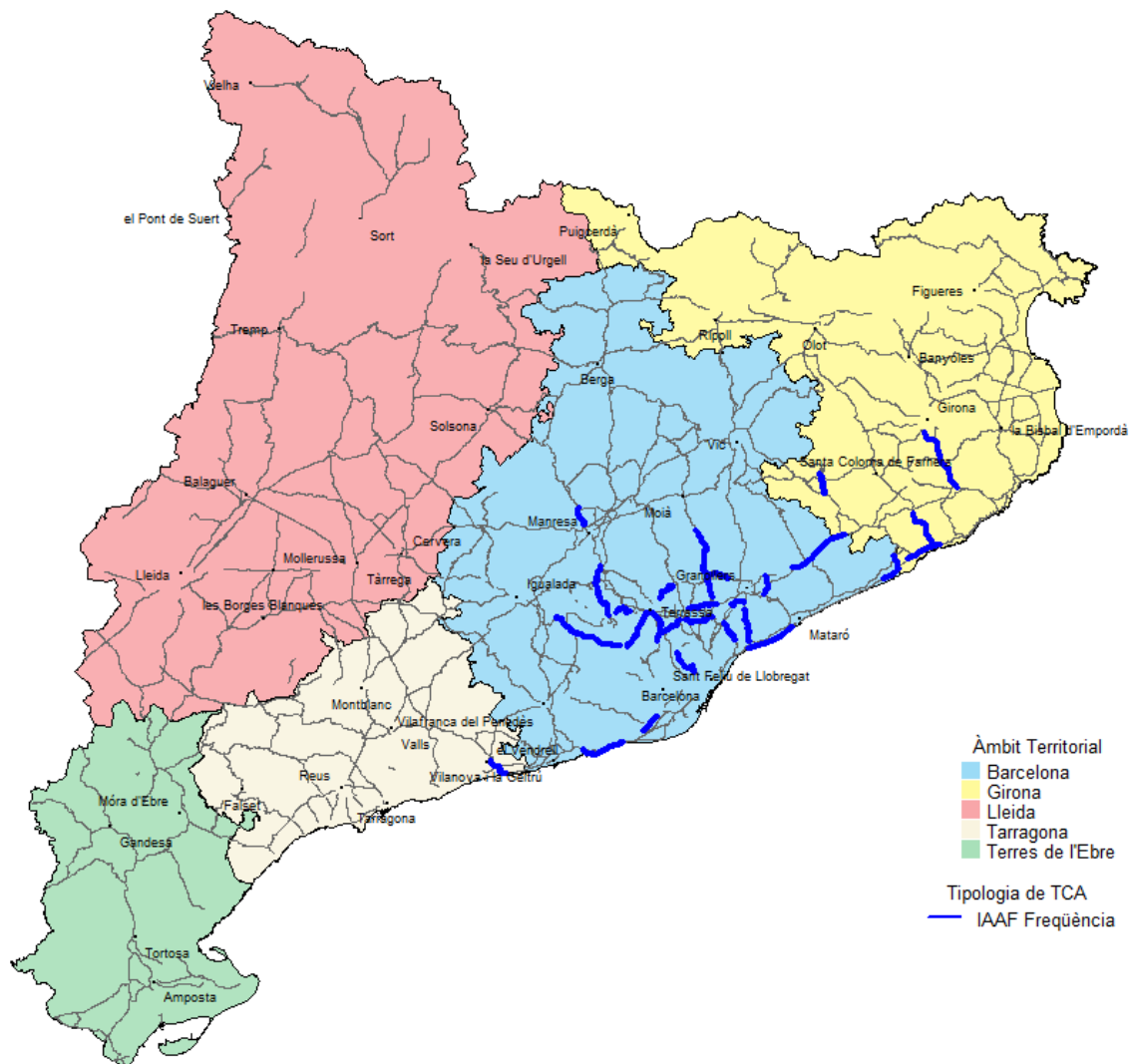


Figura 26. Localització dels TCAF de gravetat a la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya

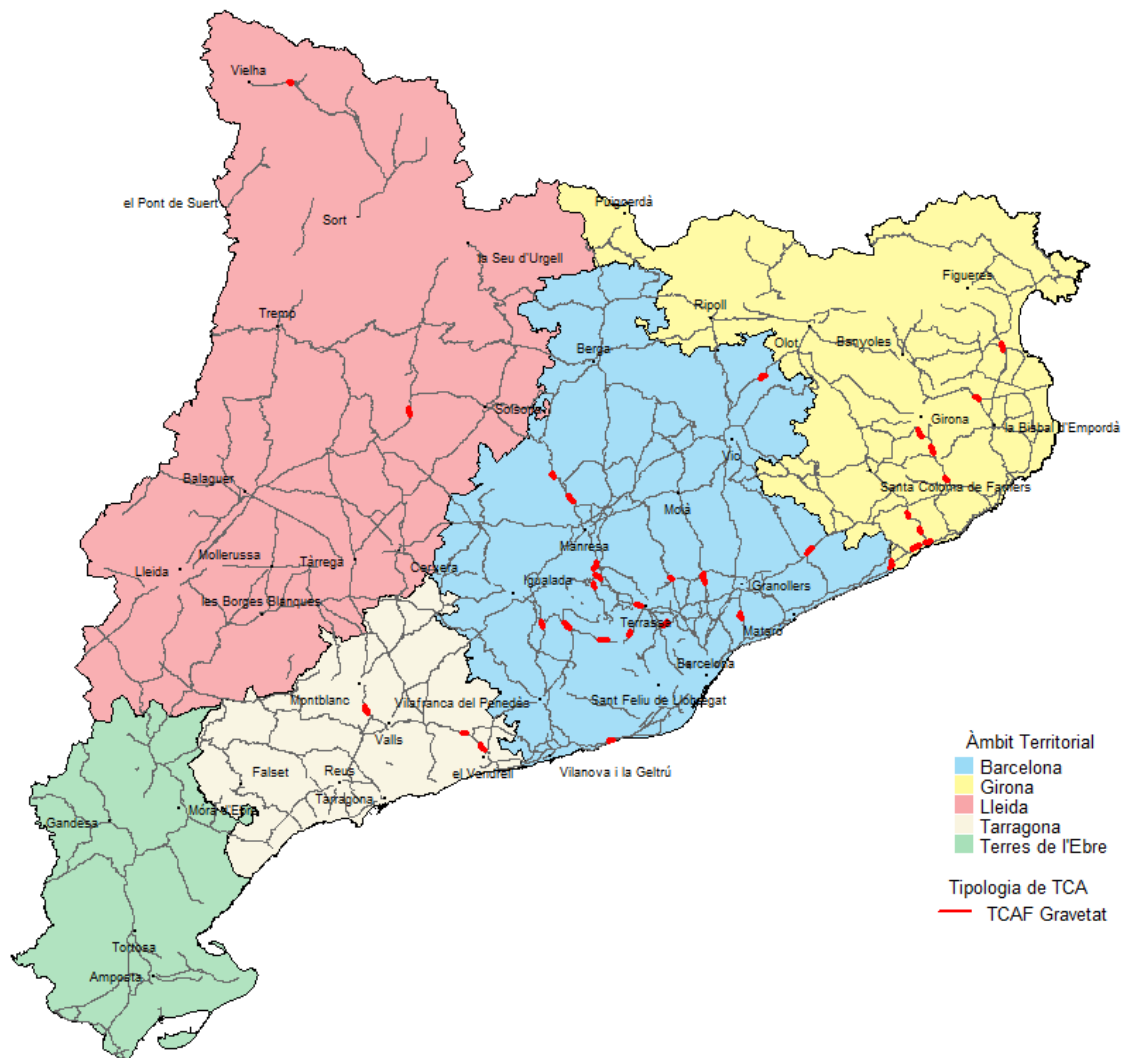
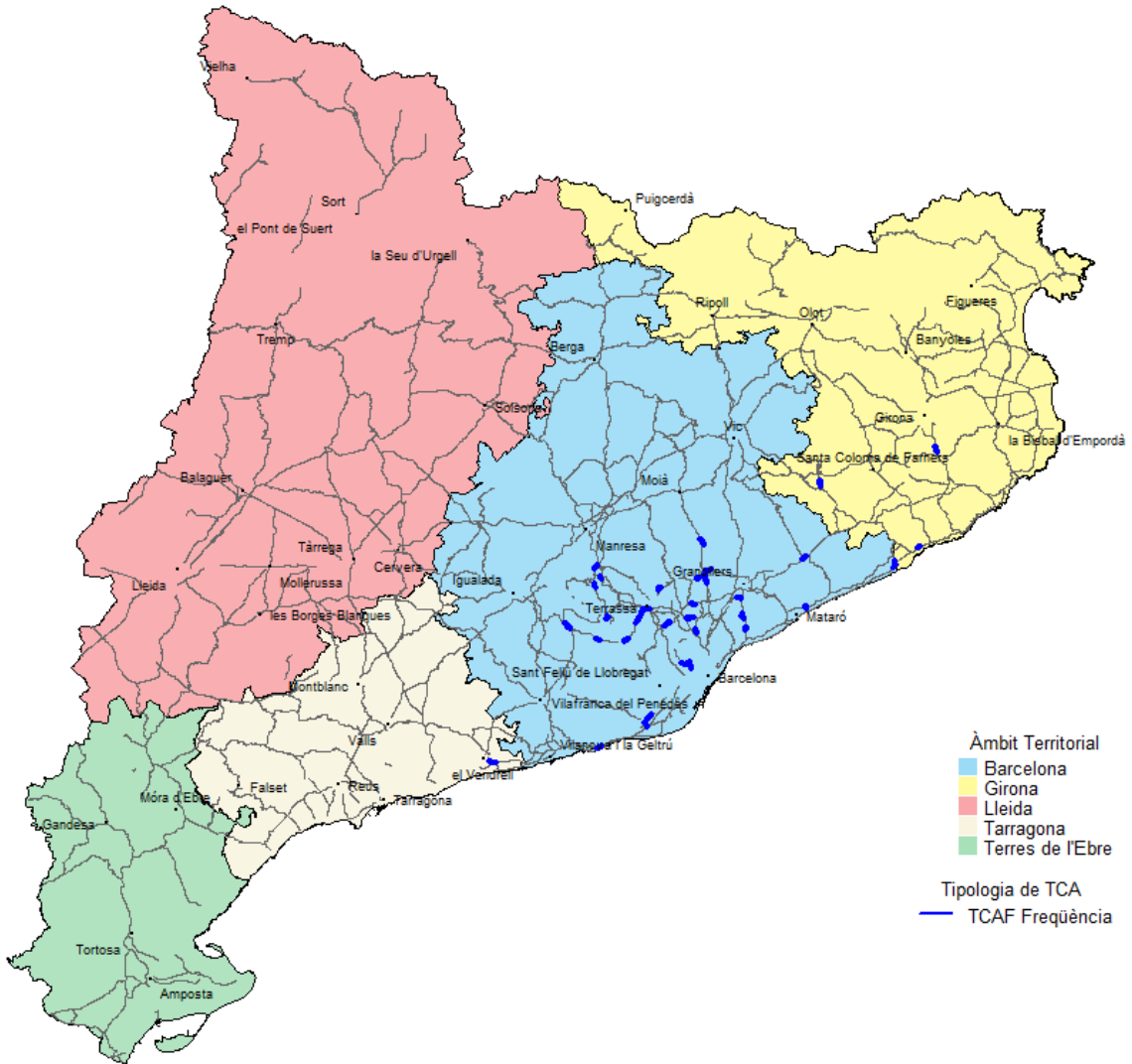


Figura 27. Localització dels TCAF de freqüència a la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya



5 Conclusions

Per a aquest estudi d'identificació de trams de concentració d'accidents frontals (TCAF) i itineraris d'acumulació d'accidents frontals (IAAF) de la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya es treballa amb un total de 3.914 accidents amb víctimes de col·lisions frontals o envestides frontolaterals entre els anys 2015 i 2019.

D'aquests accidents es consideren només els que han tingut lloc en vies no desdoblades, i d'aquest grup s'escullen les col·lisions frontals en secció i en intersecció (excepte rotondes) i les envestides frontolaterals només en secció, obtenint un total de 1.944 accidents.

En relació als estudis de TCAF i IAAF precedents, s'incorporen en aquest estudi, com a novetat metodològica, els accidents frontals en intersecció. Això suposa un increment en el nombre d'accidents del 14,4% en comparació amb la utilització del mètode antic.

Tant els TCAF com els IAAF s'estudien des de la perspectiva de la freqüència com de la gravetat. A partir d'un model estadístic de concentració d'accidents basat en una distribució binomial negativa s'estableix un llindar de 6 accidents frontals per quilòmetre, que serveix com a criteri per identificar els TCAF de freqüència i un llindar de 13 accidents ponderats per quilòmetre, per identificar els de gravetat. Els criteris s'apliquen a través d'una finestra flotant de 1.000 metres de longitud. En el cas dels IAAF, el criteri de freqüència s'estableix en 2 accidents frontals per quilòmetre i pel de gravetat en 35 accidents ponderats per quilòmetre amb una finestra flotant de 5 km.

Aplicant aquesta metodologia s'identifiquen 32 TCAF de gravetat i 34 de freqüència. Els TCAF de gravetat suposen el 0,9% de la xarxa i concentren el 9,3% dels accidents, i en el cas dels valors de freqüència són 0,9% i 15,7%, respectivament.

	Càlcul per gravetat	Càlcul per freqüència
Nombre de TCAF	32	34
Quilòmetres de xarxa que és TCAF	55,0	55,4
Percentatge de xarxa que és TCAF	0,9%	0,9%
Accidents frontals en TCAF	180	306
Percentatge d'accidents en TCAF respecte del total	9,3%	15,7%

Quant als IAAF, se n'identifiquen 28 de gravetat i 29 de freqüència en el període 2015-2019. Els IAAF de gravetat suposen el 4,7% de la xarxa i concentren el 19,0% dels accidents, i en el cas dels valors de freqüència són el 4,4% i 32,4% respectivament.

	Càlcul per gravetat	Càlcul per freqüència
Nombre de IAAF	28	29
Quilòmetres de xarxa que és IAAF	278,9	269,3
Percentatge de xarxa que és IAAF	4,7%	4,5%
Accidents frontals en IAAF	369	629
Percentatge d'accidents en IAAF respecte del total	19,0%	32,4%

Alguns dels TCAF de freqüència ho són també de gravetat, així com alguns IAAF de freqüència també són coincidents amb IAAF de gravetat. De la mateixa manera, dintre dels IAAF, que presenten una longitud mitjana de 10 km, es troben inclosos un o varis TCAF, que tenen una longitud mitjana de 1,7 km. Així, dels 5.986 km de la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya, 450,6 km (el 7,5%) formen part d'algun dels dos grups de IAAF o d'algun dels dos grups de TCAF.

El 75% dels TCAF de gravetat i el 82,1% dels IAAF de gravetat s'identifiquen en carreteres de xarxa bàsica.

El 58,8% dels TCAF de freqüència i el 44,8% dels IAAF de freqüència s'identifiquen en carreteres de xarxa comarcal.

En relació a l'anterior estudi, corresponent al quinquenni 2012-2016, el 37,5% dels TCAF de gravetat i el 35,3% dels de freqüència tornen a aparèixer en els llistats. Les coincidències en els itineraris són més altes, coincidint un 59% dels IAAF de gravetat i un 74% dels IAAF de freqüència.

