

Document A_grues. Informe justificatiu de no afectació a la infraestructura ferroviària

En el cas d'implantació de grues en la via pública, l'informe justificatiu de no afectació a la infraestructura ferroviària haurà de contenir els següents aspectes, que caldrà adaptar segons el tipus d'actuació:

Índex

1	Objecte	2
2	Descripció de l'actuació a executar	2
3	Descripció de la infraestructura ferroviària	2
4	Plànols	3
5	Geologia i geotècnia	3
6	Accions considerades	3
7	Avaluació de l'estat tenso-deformacional de la infraestructura ferroviària	4
7.1	Mètode de càlcul utilitzat	4
7.1.1	Mètodes simplificats	4
7.1.2	Models numèrics	5
7.2	Seccions o punts analitzats	5
7.2.1	Mètodes simplificats	5
7.2.2	Models numèrics	6
7.3	Resultats	6
8	Verificació dels Estats Límits	7
9	Conclusions	8
Annex 1.	Estudi geotècnic	8



1 Objecte

La geologia en el territori català es caracteritza per una gran variabilitat i per mostrar un ample ventall de riscos geotècnics. La necessitat de realitzar accions que comportin variacions en l'estat tenso-deformacional del sòl, a prop d'infraestructures ferroviàries requereix d'anàlisis predictius i mesures de protecció a fi d'evitar incidents que puguin comportar elevats costos de reparació. Per aquest motiu, i d'acord a la Llei Ferroviària, la Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat sol·licita als promotors que implanten grues a la via pública un informe justificatiu de la no afectació a aquestes infraestructures.

L'informe justificatiu de la no afectació a infraestructura ferroviària és un requisit mínim per a l'obtenció de l'Autorització corresponent, incorpora tant la informació sobre les operacions a executar, com als mètodes d'anàlisi i de càlcul i ha d'estar signat per part d'un tècnic competent.

L'objectiu de l'informe justificatiu de la no afectació a infraestructura ferroviària és analitzar com es modifica l'estat tenso-deformacional de la infraestructura ferroviària sota les noves sol·licitacions introduïdes pels treballs a executar i concloure que en cap cas comporten un risc per a la infraestructura ferroviària.

2 Descripció de l'actuació a executar

En la descripció de l'actuació caldrà incloure com a mínim els aspectes següents:

- a) **Informació d'actuació** on s'inclogui com a mínim el següent:
 - Ubicació exacta de la grua
 - Tipus d'operació
 - Promotor de l'actuació
 - Autor de l'informe justificatiu de no afectació
 - Dates previstes de les operacions a realitzar
- b) **Tipus, geometria de la grua i el seus recolzaments**, en relació amb la urbanització existent. Veure Annex 1 de gràfics d'acotació.
- c) **Operacions a realitzar**:
 - Fases crítiques
 - Càrregues màximes introduïdes en el sòl

3 Descripció de la infraestructura ferroviària

En la descripció de la infraestructura ferroviària caldrà incloure com a mínim els aspectes següents:

Descripció geomètrica i estructural on s'inclogui com a mínim el següent:

- a) Secció tipus
- b) Procediment constructiu (en mina, a cel obert entre pantalles...)



- c) Característiques dels materials, si es disposa d'aquesta informació
- d) Detalls d'armat, si es disposa d'aquesta informació

En aquells casos on el grau d'afectació a la infraestructura ferroviària sigui elevat aquesta Direcció General pot requerir la realització d'un replanteig i una caracterització de les dimensions, l'estat de conservació i la resistència estructural de la infraestructura ferroviària mitjançant una campanya d'inspecció del túnel i extracció i assaig de testimonis

4 Plànols

Caldrà incloure com a mínim els plànols següents:

- a) Plànols de **planta** amb la geometria de la **grua** i els seus recolzaments, degudament referenciat amb la urbanització i la seva superposició amb la **infraestructura ferroviària**, amb les acotacions de la distància entre elles.
- b) Plànol/s de **secció/ns crítica/ques** amb la geometria de la **grua** i els seus recolzaments, degudament referenciat amb la urbanització i la superposició amb la **infraestructura ferroviària**, amb les acotacions de la distància entre elles.

(Veure Annex 1 de gràfics d'acotació)

5 Geologia i geotècnia

Per al tipus d'actuacions que ho requereixin, caldrà fer una descripció del terreny que abasti la zona de la nova actuació així com tot el terreny que es consideri que pot tenir influència sobre la infraestructura ferroviària.

Caldrà incloure la informació següent:

- a) Referència de l'informe geotècnic realitzat (cal afegir-lo com annex al document)
- b) Descripció de les capes del terreny, potències i paràmetres geotècnics (pesos específics, cohesions, angles de fricció, coeficients d'empenta, propietats resistents, deformacionals, dades de permeabilitat...)
- c) Perfil geològic-geotècnic on s'ubiqui la infraestructura ferroviària i la nova actuació
- d) Posició del nivell freàtic

6 Accions considerades

En la descripció de les accions considerades caldrà incloure com a mínim els aspectes següents:

- a) Càrregues prèvies existents en la ubicació on s'implantarà la grua, actuant sobre a la infraestructura ferroviària (pes de terreny, trànsit,...)
- b) Càrregues que introduiran les operacions de la grua
- c) Combinacions d'accions considerades
- d) Coeficients de majoració i coeficients de simultaneïtat. Cal indicar la normativa de referència considerada

7 Avaluació de l'estat tenso-deformacional de la infraestructura ferroviària

L'objectiu d'aquest apartat és obtenir la variació de les tensions/esforços i desplaçaments en la infraestructura ferroviària produïdes per la nova actuació.

Aquest apartat haurà de contenir, com a mínim, els aspectes següents:

7.1 Mètode de càlcul utilitzat

Cal especificar el mètode de càlcul utilitzat per a l'obtenció de la variació de l'estat tenso-deformacional de la infraestructura ferroviària.

Poden ser **mètodes simplificats** basats en la Teoria de l'Elasticitat i el principi de superposició o bé **models numèrics** (Elements Finites, Diferències Finites,...) amb programes comercials.

7.1.1 Mètodes simplificats

En cas d'utilitzar mètodes simplificats basats en la Teoria de l'Elasticitat i el principi de superposició, dels quals en resulten diagrames de distribució de tensions en el terreny, cal que provenguin de publicacions amb suficient renom i cal incloure la referència de la publicació.

Aquests mètodes han de servir per obtenir la variació de tensions i deformacions al terreny que envolta la infraestructura ferroviària.

Serà suficient justificar la no afectació a la infraestructura ferroviària mitjançant aquests mètodes simplificats, sempre que la variació de tensions al terreny de l'entorn de la infraestructura ferroviària no superi el 2% i els moviments (verticals i horitzontals) previstos al terreny de l'entorn del túnel siguin petits.

En cas d'obtenir variacions de tensions en el terreny de l'entorn de la infraestructura ferroviària superiors al 2%, caldrà elaborar un model numèric que permeti estimar la variació de tensions/esforços i deformacions en l'estructura ferroviària (no només en el terreny).

Aquests mètodes simplificats NO es podran utilitzar per justificar la no afectació a la infraestructura ferroviària en els següents casos (i per tant caldrà realitzar un model numèric):

- Si mitjançant un mètode simplificat s'ha obtingut una variació de tensions en el terreny que envolta el túnel superior al 2%.
- En cas de presència de múltiples estrats o nivells geològics amb diferents mòduls de deformació.
- Si cal dur a terme l'auscultació de la infraestructura ferroviària (Document Pla d'auscultació/Pla de contingències).
- Si es transmeten esforços transversals elevats deguts a l'excentricitat de la seva ubicació, a l'acció del vent o per altres causes.
- En presència de llims col·lapsables i/o argiles expansives.
- Altres casos que consideri aquesta Direcció General.

Alguns dels mètodes simplificats que es poden fer servir, n'hi ha d'altres, s'indiquen a continuació:

- Boussinesq, 1885 per a sabates aïllades
- Boussinesq, 1885 per a sabates corregudes/continues
- Boussinesq, 1885; Poulos and Davis, 1968 per pilots aïllats
- Holl, 1940; Fadum, 1948; Giroud, 1970 per càrregues rectangulars
- Newmark, 1935

7.1.2 Models numèrics

En cas d'utilitzar un model numèric caldrà especificar el programa comercial amb el que s'ha elaborat i la seva versió.

L'anàlisi numèric ha d'acoblar l'estat tenso-deformacional amb el càlcul de pressions intersticials, ha de ser elaborat amb lleis de comportament de sòls que siguin elastoplàstiques i cal que incorpori totes les fases de les operacions.

El model numèric ha de servir per obtenir la variació de tensions/esforços i desplaçaments en l'estructura ferroviària.

Serà suficient justificar la no afectació a la infraestructura ferroviària sempre que la variació de tensions/esforços en l'estructura ferroviària no superi el 2%.

En cas d'obtenir variacions de tensions/esforços en l'estructura ferroviària superiors al 2%, caldrà verificar els estats límits d'acord a l'apartat 8.

Cal inserir captures de pantalla de les finestres on s'introdueixen les dades amb què es modelitzen els sòls i les estructures del programari de càlcul emprat. Caldrà que s'hi mostri, entre d'altres, quin és el paràmetre emprat per a modelitzar la interacció sòl-estructura (típicament anomenat R_{inter}).

7.2 Seccions o punts analitzats

Caldrà incloure una planta i seccions on s'identifiqui la posició de les seccions o punts d'anàlisi considerats.

Tant si es fa servir un mètode simplificat com un model numèric caldrà justificar que les seccions o punts d'anàlisi considerats són els més desfavorables per avaluar la variació de tensions/esforços i desplaçaments que es produeixen en la infraestructura ferroviària.

7.2.1 Mètodes simplificats

En cas d'utilitzar un **mètode simplificat**, en els punts d'anàlisi caldrà incloure, com a mínim, el següent:

- a) **Gràfic de l'abast del bulb** de variació de tensions considerat superposat amb la infraestructura ferroviària, en cas que la publicació del mètode considerat disposi del gràfic d'aquest bulb.
- b) Càlcul de l'increment de tensió i desplaçaments produïts a la infraestructura ferroviària deguts la nova actuació.

7.2.2 Models numèrics

En cas d'utilitzar un **model numèric**, caldrà especificar també el següent:

- a) Mètode d'anàlisi emprat (2D o 3D)
- b) Model constitutiu del terreny considerat
- c) Perfil geològic-geotècnic modelat amb la indicació dels paràmetres del terreny considerats i la font.
- d) Característiques de les interfases terreny-estructura
- e) Justificació dels paràmetres per modelar els elements de l'estructura
- f) En cas de modelitzar elements de formigó en massa o d'obra de fàbrica mitjançant models constitutius del terreny caldrà aportar una justificació dels paràmetres basada en publicacions de suficient renom degudament referenciades.
- g) Condicions hidràuliques de l'anàlisi (drenat, no drenat, consolidació...).
- h) Condicions inicials del model.
- i) Condicions de contorn del model.
- j) Fases considerades en el model tant de la construcció de la infraestructura ferroviària com de les operacions a realitzar.
- k) Anàlisi de sensibilitat o anàlisi de variabilitat de paràmetres en cas que hi hagin incerteses sobre les dades de terreny o les estructures existents.
- l) Anàlisi de sifonament, en cas que hi hagi una variació de nivell freàtic significatiu.
- m) Anàlisi dels resultats obtinguts per a l'estat actual de la infraestructura ferroviària i concloure si són versemblants.
- n) Criteri de no afectació a estructures de formigó en massa o d'obra de fàbrica.

7.3 Resultats

En cas d'utilitzar un mètode simplificat, cal desenvolupar tot el càlcul fins a l'obtenció del resultat final.

En cas d'utilitzar un model numèric, **per a cada secció** analitzada i per a cadascuna de les fases representatives del model s'ha d'incloure com a mínim els següents resultats:

- **Esforços/tensions en ELU i ELS previstos en la infraestructura ferroviària**, on es vegi amb claredat quins són els valors crítics i a quin/s punt/s de la infraestructura ferroviària es produeixen.
- **Desplaçaments horitzontals i verticals previstos en la infraestructura ferroviària**, on es vegi amb claredat quins són els valors màxims i a quin/s punt/s de la infraestructura ferroviària es produeixen.
- Estat tensional del terreny a l'entorn de la infraestructura ferroviària.
- Camp de **desplaçaments verticals i horitzontals del terreny** a l'entorn de la infraestructura ferroviària.

Aquests resultats del model numèric han de servir de base per a l'elaboració del Pla d'auscultació i contingències, en cas que sigui necessari presentar-lo. Si es duu a terme l'auscultació de la infraestructura ferroviària, cal tenir present que si durant l'execució dels treballs els resultats de l'auscultació no es corresponen amb els resultats previstos pel model numèric, caldrà refer aquest model i calibrar-lo perquè respongui als resultats mesurats pels dispositius d'auscultació.

A més, per a cada secció o punt d'anàlisi, s'ha d'incloure una taula resum on es compari l'estat tenso-deformacional actual amb el derivat de les noves sol·licitacions per justificar si la variació és nul·la o negligible o bé si cal tornar a verificar tots els Estats Límits (veure apartat 7).

Aquesta taula resum ha d'incloure com a mínim el següent:

a) Variació de tensions/esforços en la infraestructura ferroviària

Elaborar una **taula resum** on es visualitzin les tensions i/o esforços crítics en la infraestructura ferroviària en totes les fases representatives, que com a mínim seran les següents:

- Estat inicial
- Fase més crítica del procés

En aquesta taula caldrà indicar també el percentatge de variació corresponent de cada fase respecte l'estat actual.

b) Desplaçaments en la infraestructura ferroviària

Elaborar una **taula resum** on es visualitzin els desplaçaments màxims (verticals i horitzontals) en la infraestructura ferroviària en totes les fases representatives, que com a mínim seran les següents (es parteix de desplaçament nul en l'estat actual):

- Fase inicial
- Fase més crítica del procés
- Fase final

Caldrà indicar en quins punts de la infraestructura ferroviària es produeixen aquests desplaçaments.

Finalment, en base a l'anàlisi fet en els dos punts anteriors, en general es considerarà que els efectes de la nova actuació sobre la infraestructura ferroviària són menyspreables sempre i quan la màxima variació de tensions i/o esforços sigui igual o inferior al 2%. Si és superior al 2% cal que estigui degudament justificat, i que els desplaçaments siguin admissibles.

En cas que la variació sigui superior al 2%, caldrà verificar els Estats Límits Últims (ELU) i Estats Límits en Servei (ELS) d'acord amb la normativa corresponent.

8 Verificació dels Estats Límits

Aquest apartat es requerirà només si en l'apartat anterior es conclou que **la variació de tensions i/o esforços en la infraestructura ferroviària supera el 2% en qualsevol de les fases** de la nova actuació (procés constructiu o fase de servei). En aquells casos on el grau d'afectació a la infraestructura ferroviària sigui elevat o es vulgui comprovar la validesa del model de càlcul realitzat aquesta Direcció General pot requerir la verificació dels Estats Límits Últims també en l'estat actual.



S'han d'incloure totes les comprovacions que estableixi la normativa per tal de verificar els Estats Límit Últim (ELU) i els Estats Límit de Servei (ELS). Si alguna verificació no es considera pertinent i no s'inclou, tot i que la normativa ho estableixi, s'ha de justificar perquè no es considera.

Respecte els ELS de deformacions s'ha de garantir que les distorsions obtingudes en els elements estructurals del túnel no suposin una afectació en el trànsit ferroviari o l'ús de les estacions. A tals efectes es fa referència a la següent normativa:

- Que les distorsions en zona de via siguin admissibles segons les limitacions de peralt establertes a la norma NAV 7-3-5.0 o altres recomanacions o normatives vigents que l'autor de l'informe de no afectació cregui oportú sempre sota l'aprovació d'aquesta Direcció General.
- Que les distorsions en les pantalles del túnel/estació siguin admissibles segons recomanacions en bibliografia especialitzada (OTEO 2003) o altres recomanacions o normatives vigents que l'autor de l'informe de no afectació cregui oportú sempre sota l'aprovació d'aquesta Direcció General.

En cas que aquesta Direcció General no disposi de suficient informació de detall dels elements resistents (armadura de la secció, resistència del formigó, etc.) de la infraestructura ferroviària i per tant no se us hagi facilitat, per tal de verificar els Estats Límits s'acceptaran hipòtesis raonables al respecte - que caldrà justificar -, sempre i quan les comprovacions posteriors dels estats límit es compleixin folgadamente. Altrament, tal i com s'indica a l'apartat 3, caldrà realitzar una caracterització de les dimensions, l'estat de conservació i la resistència estructural de la infraestructura ferroviària mitjançant una campanya d'inspecció del túnel i extracció de testimonis.

En cas que s'hagi de dur a terme un pla d'auscultació i contingències, caldrà verificar també els estats límit de les situacions corresponents a cadascun dels llindars de notificació (veure Document C. Pla d'auscultació i contingències).

9 Conclusions

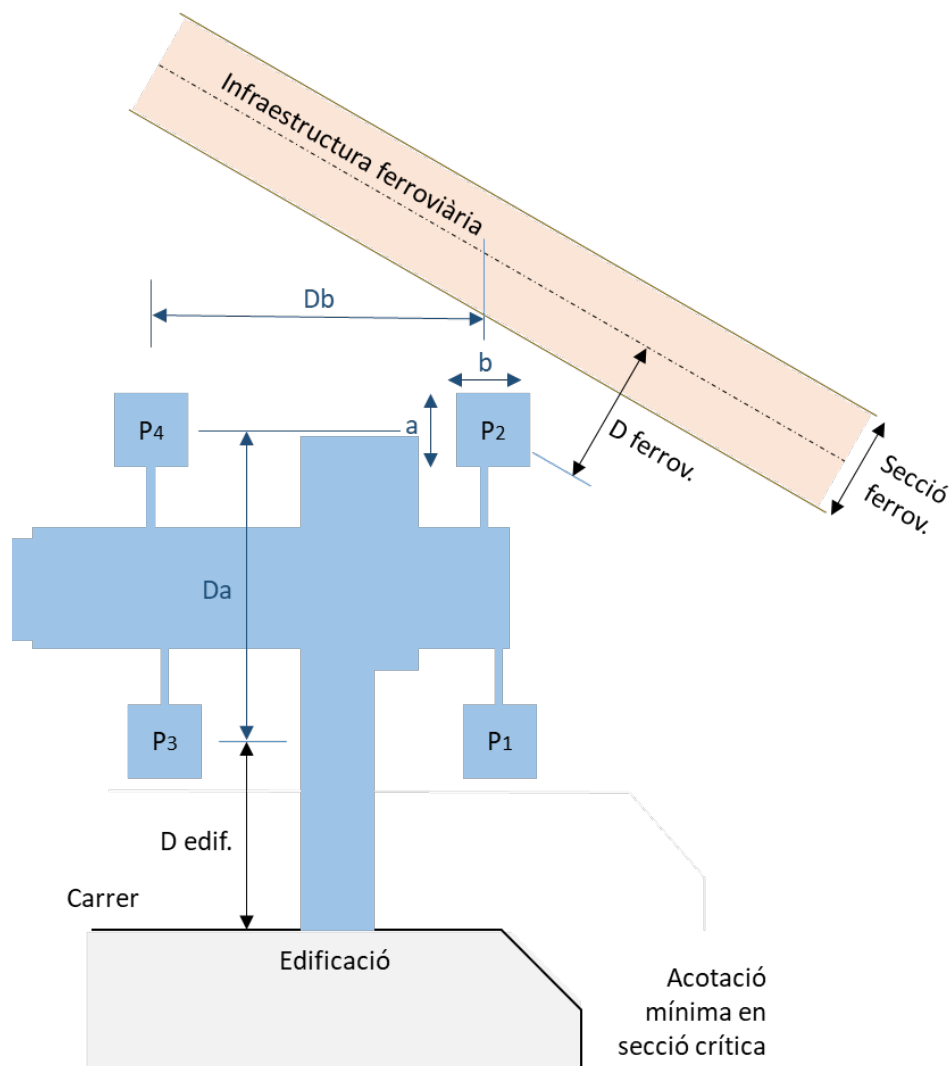
Caldrà incloure les conclusions del document.

Annex 1. Estudi geotècnic

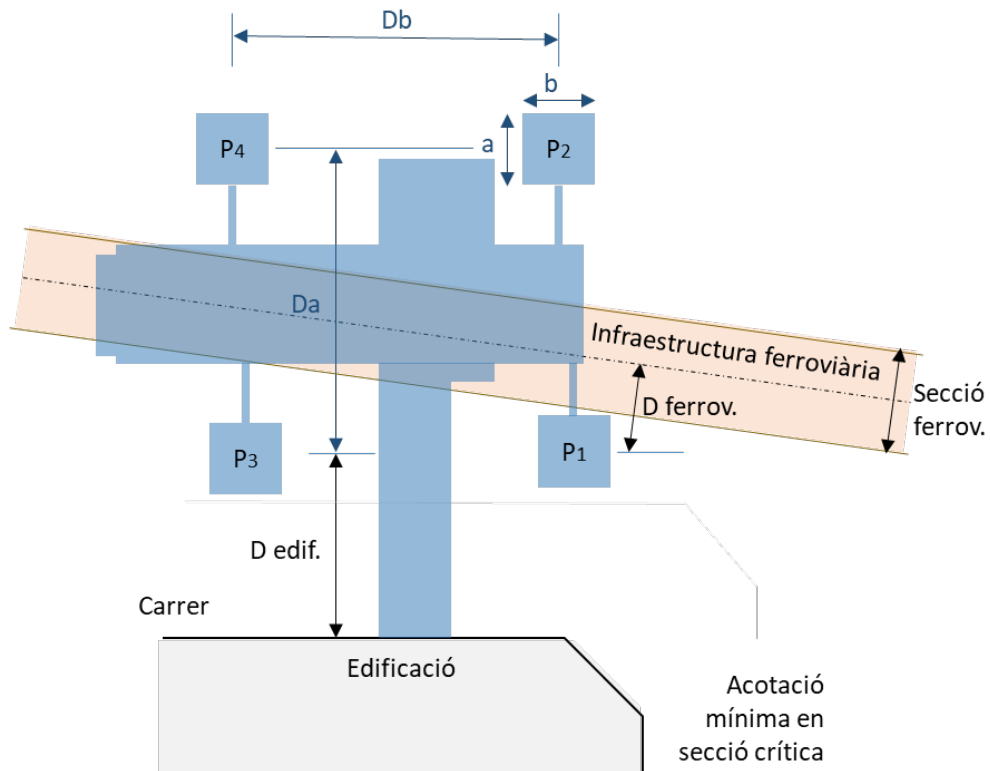
Annexar estudi geotècnic

Annex 1. Gràfics d'acotació

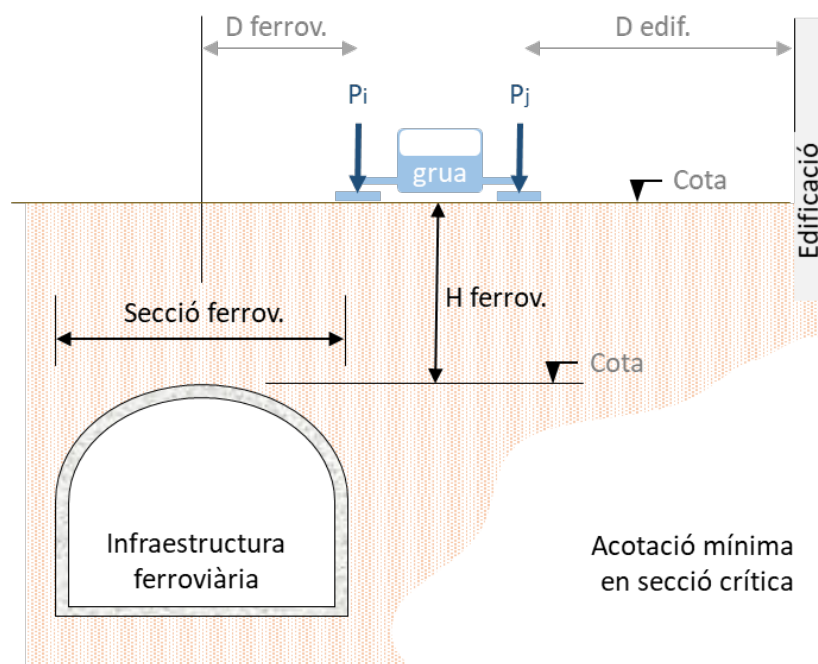
Exemple 1. Planta



Exemple 2. Planta



Exemple. Secció



Annex 2. Estudi geotècnic

Annexar estudi geotècnic