

## **Capítol 1: Introducció i Objectius**

### **1.1 Introducció**

L'activitat humana de les diferents civilitzacions de la història ens ha dotat amb un extens patrimoni arquitectònic. El seu elevat valor artístic i històric explica la preocupació de la societat actual per conservar aquest llegat històric del nostre passat.

Aquest és el cas del minaret objecte d'estudi, el Qutb Minar de New Delhi. Aquest minaret és del segle XIII i té una alçada de 75 metres, fet que el converteix amb una de les estructures d'obra de fàbrica de pedra més altes d'entre els minarets i torres construïdes arreu del món. Degut a la seva antiguitat i a diversos sismes que ha sofert, aquesta construcció presenta una certa deterioració general, que ha motivat diversos estudis per assegurar la seva supervivència.

L'envelliment de les construccions antigues les ha convertit en pacients delicats. Això exigeix, abans de realitzar qualsevol actuació, un coneixement previ, el més exhaustiu possible, de l'estat actual i del comportament resistent de la construcció. Es tracta d'un anàlisi complex per les característiques pròpies de les construccions antigues. Són de geometria complicada per estar formades per una combinació de diferents elements estructurals. A més tenim la presència de nombrosos materials de característiques molt distintes com l'obra de fàbrica de maó, la fusta o els metalls. També complica l'anàlisi la dificultat de considerar les accions que afecten a llarg termini la construcció com la fluència, el cansament del material o els cicles ambientals. Per a poder afrontar aquest estudi tan complex es requereix l'ocupació d'eines sofisticades de càlcul estructural en combinació amb un bon coneixement dels paràmetres que defineixen la construcció, obtinguts d'un mesurament in situ.

L'estudi que aquí es presenta és un intent d'aproximació a la realitat estructural en la qual es troba el Qutb de New Delhi (figura 1.1), Índia. Aquesta aproximació a la realitat es realitza a partir d'uns models estructurals basats en mètodes computacionals, volent així afirmar la convicció de que són eines perfectament vàlides per a l'estudi de construccions d'obra de fàbrica. No obstant això, la multitud de variables que influeixen en el resultat obtingut mitjançant l'ús d'aquestes eines de càlcul fa pensar que no s'està en possessió de la veritat absoluta, i que aquesta, precisament, es troba en el propi edifici. De totes maneres, amb la finalitat d'esbrinar quan a prop s'està de la realitat estructural, els resultats obtinguts en el present treball es compararan amb la situació actual, així com amb els resultats obtinguts per altres autors.



*Figura 1.1. Panoràmica del Qutb*

La motivació del present treball sorgeix de la primera conversa que vaig tenir amb el meu tutor Pere Roca, sobre la singularitat del monument. Aquesta admiració s'ha anat incrementant a mesura que ha anat avançant l'estudi.

## 1.2 Objectius

### 1.2.1 Objectius generals

- Realitzar un anàlisi dinàmic i estructural del Qutb, mitjançant mètodes computacionals, amb la finalitat d'extreure conclusions sobre el seu comportament resistent, disseny, organització, així com comprendre les funcions estructurals d'algun dels seus elements particulars. Aquest anàlisi inclou l'identificació modal de vibracions i la resposta front del pes propi i d'un sisme.

- Confirmar la viabilitat de l'anàlisi d'una construcció molt antiga, mitjançant mètodes computacionals.

### **1.2.2 Objectius parcials**

- Elaborar diferents models estructurals i elegir aquell que s'ajusta més a les mesures experimentals.
- Generar un model tridimensional detallat, en base al model escollit.
- Identificar els modes de vibració obtinguts en les diferents mesures preses amb acceleròmetres, mitjançant un anàlisi i processament de tota la informació proporcionada per un equip de l'ETSECCPB.
- Comparar el model generat amb els resultats obtinguts.
- Ajust del model, en base als modes de vibració obtinguts experimentalment, obtenint una caracterització dels materials que conformen l'estructura a nivell resistent.
- Estudiar les respostes enfront accions com el pes propi i un sisme.
- Validar les eines de càlcul utilitzades, i veure que és possible analitzar estructures d'aquest tipus.