

# **Càlcul de la cota superior i inferior de l'estat límit plàstic d'un pòrtic utilitzant el teorema de la cota superior.**

By Rafel Pons Fedelich

## **Resum**

Tradicionalment, l'elasticitat ha estat el model constitutiu utilitzat en el disseny d'estructures. L'elasticitat té l'avantatge que és fàcil d'utilitzar. Les tensions són proporcionals a les deformacions. Però un model tant senzill no pot simular la realitat de tots els materials a estat límit últim. Quan l'estructura es trenca, hi ha materials que permeten que es resisteixin càrregues més grans que les permeses per un estudi elàstic. Això ens porta a considerar altres models constitutius per poder optimitzar el material de l'estructura: plasticitat.

En plasticitat es considera que l'estructura és capaç de resistir càrregues i deformacions més enllà del límit elàstic. L'estructura té deformacions més grans, però no es trenca quan arriba al límit elàstic. D'aquesta manera, el mateix material pot suportar càrregues més grans. Això ens porta a esmentar que la plasticitat necessita ésser combinada amb altres anàlisis de ruptura, com per exemple un anàlisi d'estabilitat. Em d'estar segurs que el col·lapse es produeix per ruptura plàstica.

L'objectiu d'aquesta tesis és trobar la càrrega de ruptura de pòrtics, suposant plasticitat rígida perfecta. Això és conegut com l'estat límit de l'estructura i forma la base del disseny modern i codis de pràctica. En aquests moments, tots els codis de disseny estan basats en l'anàlisi d'estat límit. Dos ben coneguts teoremes governen aquest tipus d'anàlisi, el teorema de la cota inferior, on les variables són tensions generalitzades i el teorema de la cota superior, on les incògnites són els desplaçaments i permet un tractament similar al del tradicional anàlisi elàstic.

Utilitzarem el teorema de la cota superior combinat amb una tècnica de relaxació per obtenir una cota superior i una cota inferior de la càrrega de ruptura, així com un paràmetre que anomenarem "gap" que ens servirà per controlar el procés de refinament de la malla estructural.

És molt important saber quan el mètode proposat es pot utilitzar. Aquest punt serà discutit en el primer capítol. El nostre objectiu és optimitzar una estructura, però abans em d'estar segurs que l'estructura verifica les suposicions que hem realitzat.

El segon capítol introdueix els principals conceptes en plasticitat. És importat recordar aquestes conceptes per entendre millor el mètode proposat en capítols futurs. Comencem descrivint relacions uni-axials de tensió-deformació. Expliquem les relacions entre tensió i deformació per a diferents materials. El concepte de ròtula plàstica ens ajudarà a simplificar l'aspecte matemàtic de la tesina. Finalment, ens centrarem en la teoria d'anàlisi d'estat límit. L'anàlisi d'estat límit ens permet trobar aproximacions a la càrrega de ruptura sense conèixer la història de la resposta del material. Aquesta teoria està basada en el postulat de màxima dissipació plàstica, que ens dóna una manera d'arribar als dos principals teoremes de l'anàlisi d'estat límit: el teorema de la cota superior i el de la cota inferior. Aquests teoremes són la base del nostre treball.

Aquesta tesina ha estat estructurada de manera que el lector pugui entendre fàcilment el mètode que proposem. L'esmentat mètode ha estat proposat per el senyor Javier Bonet, professor en la universitat de Gales Swansea. En el tercer capítol presentem el mètode per el cas de tensió plana. Això ens permet donar una idea més general del que estem fent i del perquè ho podem fer. El quart capítol és un cas particular, apliquem el mètode a bigues contínues. En aquest cas només es considera la contribució del terme de flexió. En el cinquè i sisè capítols ens centrem en un cas més general. El mètode és utilitzat per trobar la càrrega de ruptura de pòrtics plans. En aquest cas es considera la contribució de la flexió i el terme d'axial.

L'objectiu d'aquest treball és presentat en els capítols quatre, cinc i sis. Tota la teoria explicada en aquests capítols està recolzada amb exemples.