

Tecnologia

Permet valorar, en un temps mínim, diverses solucions tipològiques d'un pont

PONT: ITEC, un programa informàtic per a avantprojectes de ponts de carretera

Lluís Pallàs

Carles Solà

ENGINYERS DE CAMINS, CANALS I PORTS

El programa informàtic PONT: ITEC, elaborat per l'ITEC i patrocinat per la Generalitat de Catalunya, la qual disposa des del mes de setembre de 1988 d'una versió de treball, serveix com a mètode ràpid per a preparar l'avantprojecte i l'avaluació econòmica prèvia de ponts de formigó de llums mitjanes (de fins a 40 m de llum). Aquest programa inclou com a tipologies els ponts de llosa armada, de llosa posttesa i de bigues prefabricades.

El PONT: ITEC està concebut com un sistema expert, molt interactiu amb l'usuari, al qual subministra el disseny de tots els elements del pont amb la possibilitat de dibuixar-los a escala mitjançant un programa de CAD, els mesuraments i el pressupost.

Hom preveu que molt aviat el PONT: ITEC podrà ser combinat amb un altre programa de plec de condicions.

Abans de començar a elaborar un projecte constructiu, cal fer un estudi previ que demostrï, per una banda, la viabilitat tècnica de les solucions possibles i, per una altra, que en fixi la inversió necessària. Aquesta informació ens permet decidir si el projecte és viable o no, tant des del punt de vista tècnic com econòmic i, a partir d'aquí, establir les prioritats d'inversió. Per tot això, interessa aconseguir aquestes dades amb la màxima rapidesa, el mínim cost i la màxima precisió.

En el cas concret d'un projecte de carreteres, hi podem distingir una sèrie de capítols ben definits: Les obres de drenatge transversal, el tractament de talussos, els túnels, els fermes, el drenatge longitudinal, el moviment de terres i els ponts.

Per començar, s'ha treballat en el capítol dels ponts aconseguint un mètode d'avantprojecte força acurat que descriurem tot seguit.

Objectius del PONT: ITEC

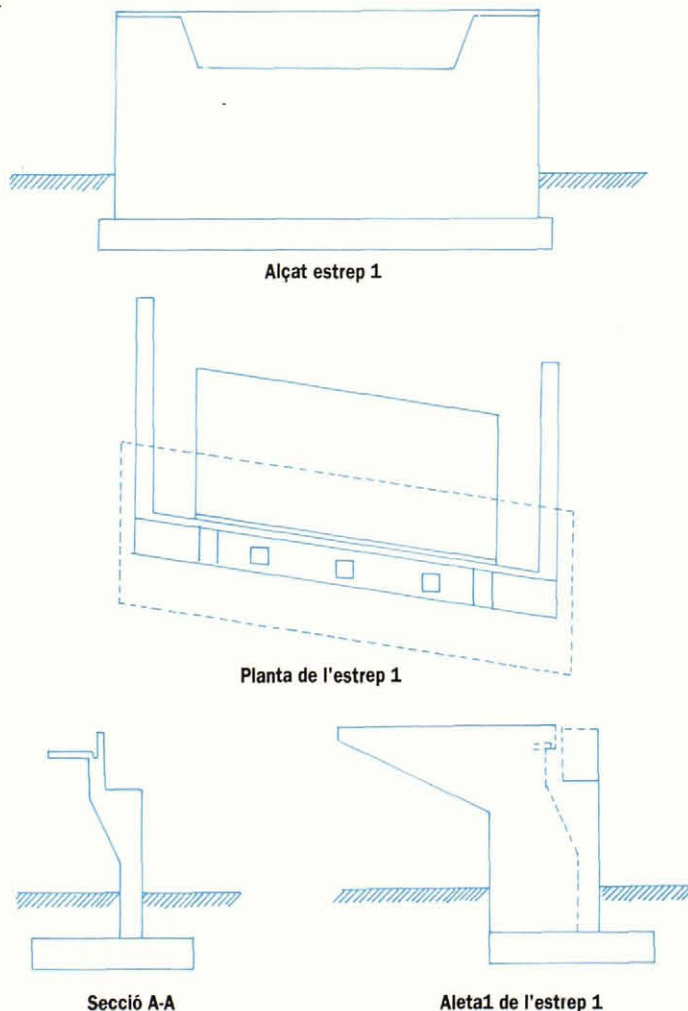
L'objectiu que es vol atànyer és elaborar un mètode ràpid de definició d'un pont de llum mitjana (fins a 40 m) en fase d'avantprojecte, per a obtenir-ne el cost i validar-ne la possibilitat tècnica.

Mètode

Per aconseguir l'objectiu esmentat s'ha desenvolupat un sistema expert molt interactiu que permet definir un pont complet en poc temps i que també permet de definir-ne la solució formal, els mesuraments i el pressupost.

Pel que fa al primer punt, són definits uns fitxers estàndards de transferència a programes de

Fig. 1



CAD (fixers tipus .DFX), que proporcionen dibuixos acotats, i a l'escala desitjada per l'usuari, de tots els elements del pont (tauler, estreps, pilars i fonaments) (vegeu la figura núm. 1).

Pel que fa als mesuraments i el pressupost, s'ha utilitzat la codificació d'elements i partides del Banc Estructurat de Dades d'Elements Constructius de l'ITEC (BEDEC) (vegeu la revista ESPAIS núm. 19, setembre-octubre de 1989). A més, això permetrà, molt aviat, obtenir automàticament els plecs de condicions associats a un pressupost (vegeu la fig. núm. 2).

Fig. 2

PONT
ITEC

Pont actiu:

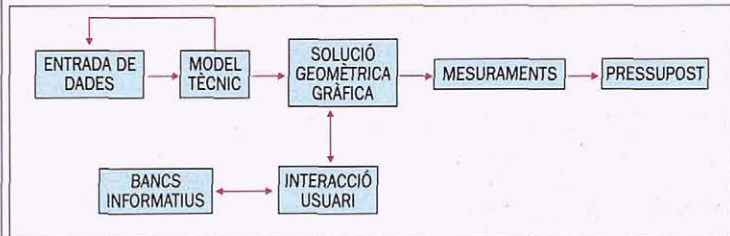
Nom: PONRT
Clau: CC-002

Opcions possibles

1. TAULER
2. PILARS
3. ESTREPS
4. FONAMENTS
5. MESURAMENTS I PRESSUPOST
6. QUADRE DE PREUS
7. IMPRESSIO DE RESULTATS
8. BANC DE DADES
9. SORTIDA GRAFICA
0. FINALITZACIO TREBALL

ESQUEMA GENERAL DE FUNCIONAMENT DEL PROGRAMA PONT: ITEC

Figura 3



A partir d'unes dades bàsiques senzilles (nombre d'ulls, amplària, llums, baix, etc.), el model tècnic obté una primera solució, que és presentada a l'usuari en forma gràfica. Aquest podrà validar la solució directament o introduir-hi les modificacions que vulgui i les veurà immediatament reflectides en un dibuix a escala.

Figures 4 i 5

REPRESENTACIÓ A ESCALA

Escala gràfica en metres

Premeu qualsevol tecla per a continuar.

SISTEMA I MESURAMENTS DEL TALLER DE LLIGA POSTCOMPRESSADA

n1 = Nombre d'allegueridura
 d = DIÀMETRE Allegueridura

1. a = 14 2. h = 8.7 3. w = 2.5 4. w = 10 5. p = 1.1
 6. p = 1.6 7. s = 1.35 8. n1 = 4 9. w = 1.1

Número per corregir (0=continuar/11=finir a escala) = 0

Les modificacions poden provenir del seu propi criteri o bé d'una recerca estadística dins del banc de dades de ponts construïts que s'inclou en el programa.

Figures 6 i 7

SISTEMA I MESURAMENTS DEL TALLER DE LLIGA POSTCOMPRESSADA

DETERMINACIÓ DE LA VARIABLE PUNT (segon d'acord per a PRESSUPOST)

VALOR PROPRIETAT DEL MODEL PRODIGAM: 24.75

PARÀMETRE DE SELECCEIÓ: CANTIDAT = 2.70

TOLERÀNCIA ADMISSIBLE EN LA CONSULTA (en %): 0.1

NOMBRE DE PUNTS CONSULTATS: 6

VALOR MITJA DE LA VARIABLE D'ESTUDI: 24.37350

RESERVA TIPICA DE LA VARIÀBLA: 0.370242

Valors identificats als punts consultats: 154012 740

SISTEMA I MESURAMENTS DEL TALLER DE LLIGA POSTCOMPRESSADA

DETERMINACIÓ DE LA VARIABLE PUNT (segon d'acord per a PRESSUPOST)

VALOR PROPRIETAT DEL MODEL PRODIGAM: 24.75

RELACIÓ DELS PUNTS CONSULTATS EN LA CONSULTA INTERIOR

| NOM PUNT | CANTIDAT | VALOR |
|----------|----------|-------|
| 10 | 1.10 | 24.85 |
| 14 | 1.00 | 24.70 |
| 15 | 1.10 | 24.80 |

Valors consultats al Banc de dades: 154012 754

Un cop acceptada la definició geomètrica, el programa obté els mesuraments. Uns són directes, per exemple, el volum de formigó, però uns altres, com les quanties d'acer, s'obtenen a partir de criteris procedents del model màquina i, per això, el programa dona l'opció a l'usuari de canviar-les.

El pressupost s'obté aplicant els mesuraments particulars al quadre de preus intern. Aquest quadre pot correspondre estrictament al BEDEC i aprofitar així les possibilitats d'obtenir automàticament els pressupostos, justificació de preus i plecs de condicions.

Figura 8

| MESURAMENTS I PRESSUPOST DE PUNTS DE CONSULTA | | | |
|---|---|------------|------------|
| PRESSUPOST PUNTS: TALLER DE LLIGA | | | |
| NOM_PUNT | UNITAT | PREU UNIT. | PREU TOTAL |
| 21.50 | m ³ Formigó afertat a la massa i roman | 8751.00 | 188191 |
| 21.51 | m ³ a les lliges posttensionades | 13700.00 | 414480 |
| 18.44 | kg acer B460S en barres corrugades | 10790.00 | 355511 |
| 12.27 | kg acer A303 en barres corrugades | 22922.00 | 281227 |
| 10.27 | mm ² acer A303 en barres corrugades | 2470.00 | 252741 |
| 10.27 | mm ² acer A303 en barres corrugades | 3205.00 | 329205 |
| 10.27 | kg acer A303 en barres corrugades | 2470.00 | 252741 |
| 10.27 | kg acer A303 en barres corrugades | 3205.00 | 329205 |
| 10.27 | kg acer A303 en barres corrugades | 5355.00 | 537235 |
| 10.27 | kg acer A303 en barres corrugades | 5355.00 | 537235 |
| 10.27 | kg acer A303 en barres corrugades | 2800.00 | 280000 |
| TOTAL: | | | 1417793 |

El model màquina: Fonaments i limitacions

El model màquina del PONT: ITEC es basa en dues fonts d'informació. D'una banda, els criteris professionals experts en la matèria¹, i d'altra, una sèrie de bancs d'informació, com ara els catàlegs d'elements prefabricats, dades de ponts ja construïts (de la Generalitat, ACESA, etc.), les col·leccions de ponts de llosa armada del MOPU, dades hidrològiques d'avingudes màximes (T: 500 anys) en els rius de Catalunya (vegeu la fig. núm. 9), la biblioteca de solucions constructives (disposició de pilots, etc).

Cal destacar que en el model no es fan càlculs complexos. S'ha aconseguit un treball de síntesi important que permet obtenir resultats amb gran rapidesa. Òbviament, i com a conseqüència d'això, el programa queda a nivell d'avantprojecte i no és capaç de situar, per exemple, l'acer en les seccions del pont.

Tipologies incloses en el PONT: ITEC

El programa PONT: ITEC està estructurat en els apartats que se segueixen habitualment en el projecte d'un pont: tauler, pilars, estreps i fonaments. Les tipologies incloses en el programa són les més comunes en ponts de llums mitjanes.

Fig. 9

| ANALISI DE SOSCAVACIO | |
|---|---------------------|
| LOCALITZACIO I DEFINICIO DEL LLIT DEL RIU | |
| Rius considerats en el model màquina: (Premeu 0 si el pont no travessa cap d'aquests rius) | |
| 1 | MUGA |
| 2 | FLUVIA |
| 3 | TER |
| 4 | TORDERA |
| 5 | LLOBREGAT |
| 6 | CARDENER |
| 7 | SEGRE |
| 8 | NOGUERA PALLARESA |
| 9 | NOGUERA RIBAGORÇANA |
| 10 | EBRE |
| Indiqueu el riu on es troba el pont (número)* | |

Fig. 10



TAULA 1

| TIPUS DE TAULERS | LLUM MÀXIMA DE L'ULL (metres) | | | | | | | |
|---------------------|--|----|----|----|----|----|----|-----|
| | 5 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | ... |
| LLOSA ARMADA | ————— (màx = 12 m) | | | | | | | |
| LLOSA POSTTESA | ————— (màx = 36 m long. total < 120 m) | | | | | | | |
| TAULER BIGUES | ————— (màx = 45 m) | | | | | | | |

Taulers

Taulers de bigues prefabricades, lloses de formigó armat i lloses postteses de cantell constant. Dins d'aquest grup hi ha les opcions de lloses d'inèrcia concentrada, d'inèrcia distribuïda i les de lloses nervades. La figura 10 ens mostra uns exemples de cada tipologia i la taula 1 mostra els marges d'aplicació de cadascuna.

Pilars

Es consideren pilars de fust cilíndric, pilars pantalles per a taulers de llosa i pilars tipus martell i pòrtic per a taulers de bigues (vegeu la fig. núm. 11).

Estreps

Es consideren les tipologies d'estreps tancats, oberts, flotants en terraplè i carregadors amb mur de terra armada (vegeu les figures 12 i 13).

Fonaments

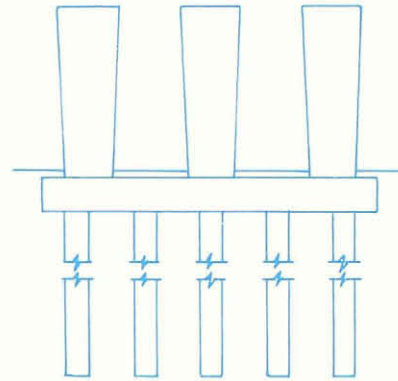
Es donen com a opcions de fonamentació les tipologies superficial, semi-profunda i profunda. Dins del darrer grup es consideren les pantalles, els pilons sense cep, els pilons amb cep i els caixons indis.

És important de destacar que en l'avaluació del pressupost del pont són tinguts en compte alguns factors constructius com, per exemple, els recintes de contenció, l'esgotament d'excavacions, les penínsules artificials, etc., que tenen una gran incidència en el cost final (vegeu la fig. núm. 14). També són analitzades les necessitats de protecció de la fonamentació per a prevenir els efectes de soscavació del llit del riu (vegeu les figures núm. 15 i 16).

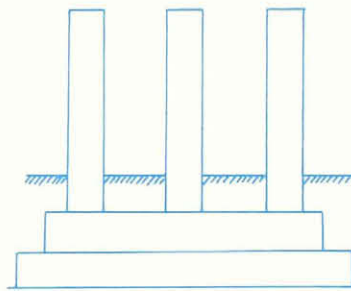
Requeriments informàtics

Una de les característiques importants d'aquest programa és que necessita uns recursos informàtics mínims per a funcionar. El hardware imprescindible és un ordinador PC IBM compatible dotat com a mínim de 256 kbytes de

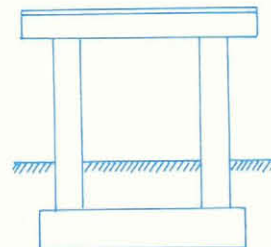
Fig. 11



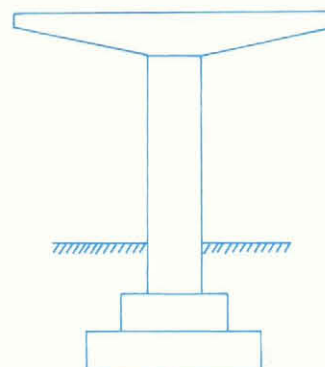
Pilar pantalla



Pilar de fusts cilíndrics



Pilar pòrtic



Pilar tipus martell

memòria, 5 Mbytes de memòria al disc dur i una placa gràfica CGA o compatible. Els elements de hardware desitjables són un plòter, una impressora i 640 kbytes de memòria.

El software necessari és el sistema operatiu MS-DOS (3.xx). Uns altres recursos de software compatibles són AUTOCAD, COST: ITEC, CERTIF: ITEC i COND: ITEC.

Conclusió

Per a dur a terme una política d'inversions correcta en obra pública és necessari conèixer el cost de les obres, fins i tot abans d'iniciar el projecte, i sense que aquest procés previ representi una despesa important.

El programa PONT: ITEC és un exemple que cobreix plenament, per al cas de ponts, aquestes necessitats, proporcionant de forma ràpida i amb un alt nivell de fiabilitat el pressupost associat a una possible solució formal.

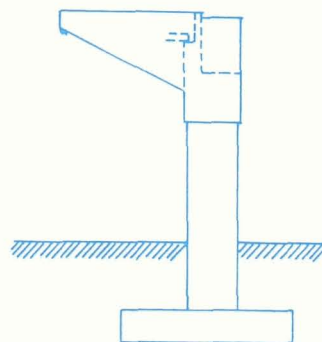
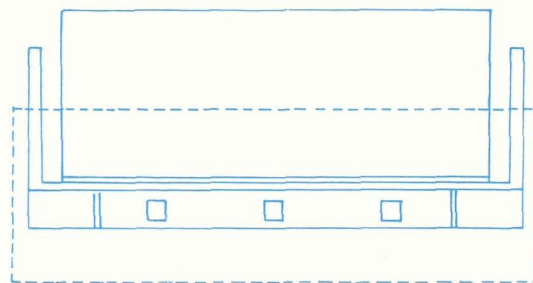
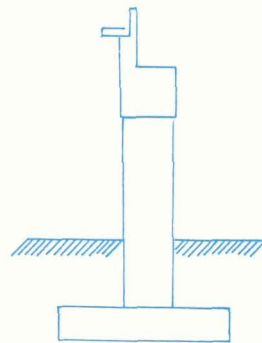
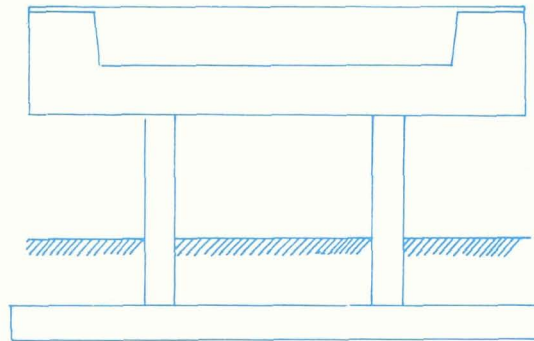
La utilització del quadre de preus del BEDEC permet l'automatització informàtica de pressupostos (quadres de preus núm. 1 i núm. 2), la justificació de preus i els plecs de condicions. Hom pot obtenir plànols acotats a l'escala desitjada amb l'ajut de qualsevol programa de CAD. En concret, s'ha preparat una interfície directa amb el programa AUTOCAD.

Tot això fa que el PONT: ITEC sigui una eina útil per a avaluar amb rapidesa els costos i la viabilitat de solucions, fer una comparació tècnico-econòmica de les solucions possibles, realitzar un control pressupostari de modificacions del projecte i dur a terme un pre-dimensionament de solucions, com a pas previ per a la utilització de programes de càlcul.

LI. P

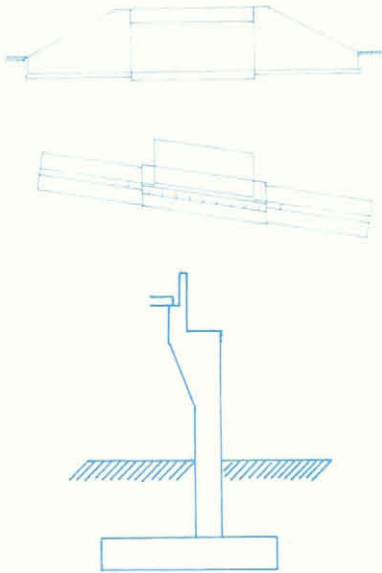
C.S.

Fig. 12



Estrep obert amb aleta superior

Fig. 13



Estrep tancat amb aleta inferior

¹ Han col·laborat en la formació d'aquests models A. Aparicio, catedràtic de Ponts a l'ETS d'Enginyers de Camins, Canals i Ponts, i M. Reventós, de la Direcció d'obra del Pont del Mil·lenari, a Tortosa, entre alguns altres.

Fig. 14

| FONAMENTS; RECINTES DE CONTENCIÓ / ESTREP 1 | |
|--|----------|
| CARACTERISTIQUES I MESURAMENTS DE LA SOLUCIÓ ESCOLLIDA | |
| Palplanxa metàl·lica tipus L(1) de (LxTxH) 4.50 x 15.00 x 6.79 m. Esquema estàtic : VOLADIS Encastament 2.80 m. | |
| MESURAMENTS ----- | |
| KG ACER (Palplanxa) | 23558.22 |
| No es fa necessària cap bomba per a esgotar l'aigua | |
| Premeu qualsevol tecla per a continuar | |

Fig. 15

| SORTIDA DE RESULTATS (sense soscavació) | |
|---|---------------------------------|
| EP=Cantell de l'encep;D=diàmetre | Núm.línia suport = 2 |
| NUM=número;PROF=profunditat;M3=m3 formigó | Tipus fonament=Pilons amb encep |
| KG=kg acer;EX=gruixos de perforació (gruix, tipus de terreny (T=terraplè)) | |
| | OPC= 1 ----- |
| EP | 1.88 |
| D | 1.25 |
| NUM | 8 |
| PROF | 12.63 |
| M3 | 261.71 |
| KG | 12256.99 |
| EX | 5.00 C |
| | 7.00 S |
| | 0.63 RC |
| PGUp=opcions següents/Esc=triar l'opció/End=més inform./PGdn=opc. anteriors | |

Fig. 16

| DISSENY I MESURAMENTS DELS FONAMENTS | |
|--------------------------------------|------|
| EL FONAMENT FALLA PER SOSCAVACIÓ | |
| PROFUNDITAT DE SOSCAVACIÓ (m) ... = | 3.51 |
| Opcions : | |
| 1. CANVIAR LA COTA DEL FONAMENT | |
| 2. CANVIAR LA TIPOLOGIA DEL FONAMENT | |
| 3. PROTEGIR EL FONAMENT | |
| 1. Palplanxes / Pantalles | |
| Tipus de protecció ... * | |