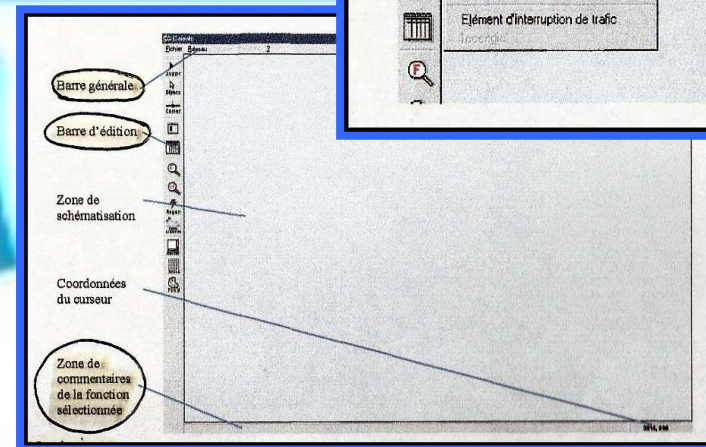
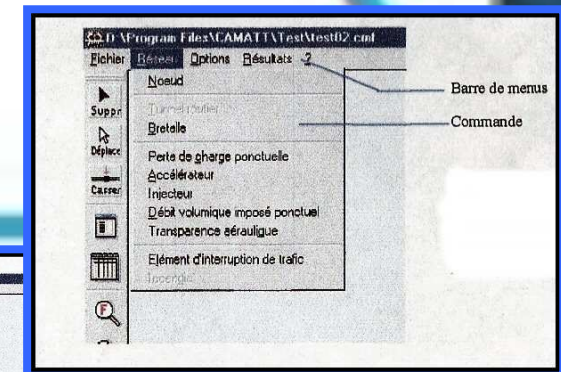


PER POTER ESEGUIRE QUESTO STUDIO - E VALUTARE LA VALIDITA' E L'EFFICACIA DI UN DETERMINATO INTERVENTO DI MITIGAZIONE- SI UTILIZZERA'....

...IL SOFTWARE CAMATT



CHE COS'E' CAMATT?

**E' UN PROGRAMMA DI SIMULAZIONE D'INCENDIO
DESTINATO ALLE APPLICAZIONI DI INGEGNERIA.**

**I SUOI FONDAMENTI TEORICI SI BASANO SULLE RICERCHE
DEL CETU, MENTRE LO SVILUPPO INFORMATICO E'
STATO REALIZZATO DALLA SOCIETA' SETEC TPI.**

**CHE COS'E' UN
PROGRAMMA DI
SIMULAZIONE?**

**E' UN SOFTWARE DI CALCOLO CHE PERMETTE DI
DESCRIVERE -CON UN MODELLO MONODIMENSIONALE-
L'EVOLUZIONE DI FUMI, TEMPERATURE E SOSTANZE
TOSSICHE IN UNA GALLERIA STRADALE DOPO L'INIZIO
DELL'INCENDIO (30 MINUTI).**

COME FUNZIONA?

**LA GALLERIA E' RAPPRESENTATA DA UN TUNNEL
PRINCIPALE.**

**SU DI ESSO POSSONO POI ESSERE POSIZIONATE DELLE
SINGOLARITA' AERAILICHE (L'INCENDIO) E
ATTREZZATURE DI VARIO TIPO (ACCELERATORI,
TRASPARENZE AERAILICHE, INIETTORI...)**

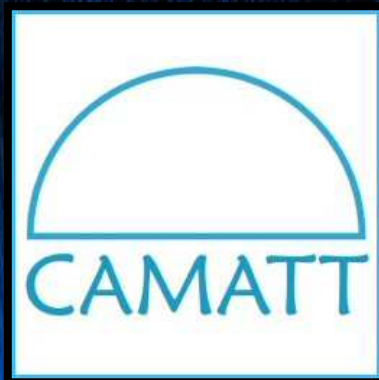
**LA VISUALIZZAZIONE DEI
RISULTATI AVVIENE NELLA
FORMA SINTETICA DI
CURVE E GRAFICI DI
PROGRESSIONE DEI FUMI
ALL'INTERNO DELLA
GALLERIA.**

**PERCHE' CAMATT POSSA GENERARE I DATI DI OUTPUT,
POI, E' NECESSARIO FORNIRE LE CARATTERISTICHE
DELL'AMBIENTE DELLA GALLERIA (TOPOGRAFIA,
CIRCOLAZIONE STRADALE...)**

**IL MODELLO FISICO TIENE CONTO ANCHE DI NUMEROSI
FENOMENI COME L'EFFETTO PISTONE DOVUTO AL
TRAFFICO O IL RISCALDAMENTO DELLE PARETI NEL
CORSO DELL'INCENDIO.**

ANALISI COMPARATIVA

COME VERRA' USATO
NELLO STUDIO?



PARTE I

PARTE II

SI CONSIDERA UNA
GALLERIA TIPO.

SI VALUTA LA **GRAVITA'**
DELLA SITUAZIONE,
DETERMINANDO ANCHE
QUALI RISULTATI
OCCORRE OTTENERE.

SI CONSIDERA, AL SUO
INTERNO, LA
PRESENZA DI UN
INCENDIO.

PRESO ATTO DELLA
SITUAZIONE,
CONFRONTANDO I
RISULTATI OTTENUTI CON
QUELLI DESIDERATI, SI
STABILISCE LA **MIGLIOR**
SOLUZIONE
(ATTREZZATURE) PER
RIDURRE IL RISCHIO PER
GLI OCCUPANTI DELLA
GALLERIA, SECONDO
QUANTO PRESCRITTO
DALLA NORMA.

SI STUDIA COSA ACCADE NELLA
GALLERIA IN TERMINI DI:

- EVOLUZIONE DEI FUMI;
- TEMPERATURA DELL'ARIA;
- OPACITA' DELL'ARIA;
- CONCENTRAZIONE DEGLI INQUINANTI;
- VELOCITA' DELL'ARIA.

SI CONFRONTA LA NUOVA
SITUAZIONE COSI'
OTTENUTA CON LA
PRECEDENTE.

Camatt

logiciel de calcul monodimensionnel

IL FUNZIONAMENTO DEL SOFTWARE CAMATT

Développement

SETEC travaux publics et industriels
Tour Gamma D - 58, quai de la Rapée - 75583 Paris cedex 12
téléphone + 33 (0)1 40 04 62 72 - télécopie + 33 (0)1 43 46 81 11
mél : tpi@tpi.setec.fr

MANUALE D'USO

Diffusion

Centre d'Etudes des Tunnels
25, av. François
téléphone +33 (0)1 40 04 62 72
mél : documentation.cetut@seu.fr
www.cetu.gouv.fr

COMANDI PRINCIPALI

FUNZIONAMENTO

Prix de vente

500 € HT (CD Rom d'installation, droit d'utilisation, guides d'installation)

Formation initiale

SETEC travaux publics et industriels
Tour Gamma D - 58, quai de la Rapée - 75583 Paris cedex 12
téléphone + 33 (0)1 40 04 62 72 - télécopie + 33 (0)1 43 46 81 11
mél : tpi@tpi.setec.fr

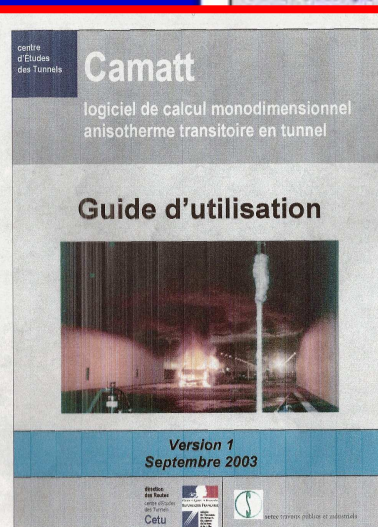
Compte tenu de sa simplicité d'utilisation, le logiciel ne fait l'objet d'aucune formation initiale.

Version 1 - Septembre 2003 - Compatible PC Windows 98, NT, 2000

logiciel de calcul monodimensionnel
anisotherme transitoire en tunnel

Simulation et simulation d'incendie dans les tunnels routiers
Évaluation des stratégies de désenfumage

Utilisable pour les études spécifiques des dangers (ESD) selon les recommandations du fascicule 4 du guide des dossiers de sécurité des tunnels routiers



et conviviale

me transitoire décrivant l'évolution des principaux paramètres physiques sur une
(température, pression, vitesse de l'air)

de courbes, tableaux et graphes d'isovaleurs

Le logiciel Camatt a été développé par la société SETEC,
les spécifications des ingénieurs du centre d'études des tunnels



setec travaux publics et industriels

Camatt è un programma di calcolo che permette di descrivere l'evoluzione di differenti parametri (temperatura, velocità dell'aria, ecc) all'interno di una galleria stradale nel corso dei 30 minuti successivi allo scoppio di un incendio.

Il tracciato della galleria studiata sarà modellizzato con un tunnel principale, al quale potranno essere assegnate varie caratteristiche necessarie affinché Camatt possa elaborare i dati e produrre i risultati in uscita.

Questi risultati potranno essere forniti sotto forma di testo o di grafico.

Si ritiene necessario descrivere brevemente come funziona questo software.

Camatt consta di 4 menu :

FICHIER
RESEAU
OPTIONS
RESULTATS

A fianco di questi menu è poi presente una colonna, chiamata "barre d'édition". La barra di edizione contiene 9 comandi, utilizzati per rendere più agevole il lavoro.

Essi sono:

SUPPR
DEPLACE
CASSER
EDITEUR PARTICULAIRE
EDITEUR GENERALE
ZOOM
REGEN
GRILLE
FOND

1) MENU RESEAU → MODELLIZZAZIONE E SCHEMATIZZAZIONE DI UNA GALLERIA:

Per prima cosa è necessario disegnare la galleria stradale sulla quale eseguire lo studio.

Una volta disegnato, il programma permette anche di dividerlo in più tronconi. Un troncone è un tratto di galleria sul quale le caratteristiche sono uniformi.

Per disegnare la galleria è necessario procedere come segue:

- 1) Accedere al menu "**RESEAU**";
- 2) Collocare due nodi nel progetto grazie al programma "**NOEUD**"
- 3) Unire i due nodi tra di loro, grazie al comando "**TUNNEL ROUTIER**".

Quest'ultimo comando permette di accedere ad una finestra, all'interno della quale si introducono i parametri del tracciato.

Di ciascun troncone, infatti, il programma vuole conoscere le caratteristiche, che sono:

- 1) **REDATTO (LIBELLE)**
- 2) **LUNGHEZZA**
- 3) **AREA DELLA SEZIONE TRASVERSALE**
- 4) **PERIMETRO DELLA SEZIONE TRASVERSALE**
- 5) **COEFFICIENTE DI ATTRITO**
- 6) **PENDENZA**
- 7) **PORTATA DI SOFFIAGGIO RIPARTITA**
- 8) **PORTATA DI ESTRAZIONE RIPARTITA**
- 9) **NATURA DEL MATERIALE 1 E NATURA DEL MATERIALE 2:**

Uno per la struttura galleria ed uno invece per la pavimentazione. E' possibile scegliere più materiali proposti nel menu scorrevole di Camatt. Il software permette di calcolare il riscaldamento della parete ed i suoi effetti nel tempo.

- 10) **PROPORZIONE DEL MATERIALE 1**

Camatt permette anche di disegnare, per le gallerie più complesse, le “bretelle”. Una bretella è un troncone che si dirama dalla galleria principale, identico ad una galleria ma nel quale non c'è traffico.

A volte può capitare che la galleria subisca, lungo la sua lunghezza, un cambiamento di sezione.

Il programma Camatt permette di rappresentare questo cambiamento di sezione tramite un elemento chiamato “perdita di carico puntuale”. La perdita di carico puntuale rappresenta una discontinuità aerodinamica in un troncone.

Anche la sezione iniziale e finale della galleria o i nodi di una bretella sono due perdite di carico puntuali.

Di esse il programma Camatt vuole conoscere:

- 1) **REDATTO**
- 2) **AREA DELLA SEZIONE TRASVERSALE**
- 3) **COEFFICIENTE DI PERDITA DI CARICO NEL SENSO MONTE-VALLE**
- 4) **COEFFICIENTE DI PERDITA DI CARICO NEL SENSO VALLE-MONTE**

- 5) **DISTANZA A MONTE**

Anche della bretella –qualora ce ne fosse una- il programma vuole conoscere le caratteristiche, che sono:

- 1) **REDATTO (LIBELLE)**
- 2) **LUNGHEZZA**
- 3) **AREA DELLA SEZIONE TRASVERSALE**
- 4) **PERIMETRO DELLA SEZIONE TRASVERSALE**
- 5) **COEFFICIENTE DI ATTRITO**
- 6) **PENDENZA**
- 7) **PORTATA DI SOFFIAGGIO RIPARTITA**
- 8) **PORTATA DI ESTRAZIONE RIPARTITA**
- 9) **NATURA DEL MATERIALE 1 E NATURA DEL MATERIALE 2**
- 10) **PROPORZIONE DEL MATERIALE 1**

Il coefficiente di perdita di carico può essere stimato con la seguente formula:

$$\Delta P = \frac{1}{2} \rho K Q^2 / S^2$$

dove:

ρ è la massa volumica dell'aria;

K è il coefficiente di perdita di carico;

Q è il flusso volumico;

S è l'area della sezione trasversale;

ΔP è la contropressione per unità di lunghezza della galleria indotta dagli attriti delle pareti. **Vale:** $(\lambda/2) \times (\rho/D) \times u^2$

Si assume che il coefficiente di perdita di carico assuma valore 0.5 nel senso monte-valle e 1 nel senso valle-monte.

2) POSIZIONAMENTO DELL'INCENDIO:

Dopodiché, è possibile posizionare, in un punto qualsiasi della galleria, una singolarità: L'INCENDIO.

Un incendio viene considerato come un elemento d'interruzione del traffico nei due sensi di circolazione.



Per il momento il programma richiede unicamente di specificarne la posizione. Le caratteristiche dell'incendio, invece, sono definite in un secondo momento, grazie al menu OPTIONS.

Per posizionare una singolarità- quale un incendio- in un punto qualsiasi del tracciato, si procede come segue:

- 1) Accedere al menu "RESEAU".**
- 2) Scegliere una singolarità proposta dal menu. Nel nostro caso, l'incendio.**
- 3) Cliccare il tracciato nel punto in cui si intende piazzare la singolarità.**
- 4) Cliccando su di esso apparirà una tabella, che ne mostra la posizione. Modificando i dati sulla tabella si potrà posizionare l'incendio esattamente dove si desidera.**

3) ATTREZZATURA ANTI-INCENDIO:

Infine, per poter “governare” l'incendio, è possibile inserire nella galleria stradale delle “attrezzature”, cioè dei sistemi di ventilazione e direzione dei fumi.

Il software Camatt tiene conto di tutta una serie di attrezzature anti-incendio. Attraverso il programma è possibile definire le caratteristiche di ognuna e pilotare il suo funzionamento. La simulazione attuata dal software permette poi di visualizzare e valutare come variano –per effetto di queste attrezzature- gli effetti prodotti dall'incendio all'interno della galleria.

Gli impianti anti-incendio previsti dal software Camatt sono dunque i seguenti:

1) BATTERIA DI ACCELERATORI:

- 1) **DEFINIZIONE:** Una batteria di acceleratori è un insieme di più acceleratori. Un acceleratore è un ventilatore che viene fissato alla parete o al soffitto di una galleria.
- 2) **SCOPO:** Una batteria di acceleratori viene posizionata in una galleria perché permette di creare un flusso d'aria longitudinale fornendo una energia di spinta all'aria della galleria, senza aumento della portata d'aria.

Un acceleratore è dunque un ventilatore che, con una certa potenza che dipende dal tipo di acceleratore, spinge l'aria attraverso la galleria ad una certa velocità.

DIMENSIONAMENTO:

- 1) **REDATTO**
- 2) **SPINTA DI UN ACCELERATORE ALL'ARIA LIBERA**
- 3) **NUMERO DEGLI ACCELERATORI**
- 4) **RENDIMENTO**
- 5) **VELOCITA' DI ESPULSIONE**
- 6) **TEMPERATURA MASSIMA DI FUNZIONAMENTO**
- 7) **SEZIONE CORRENTE**
- 8) **SEZIONE DELL'ACCELERATORE**
- 9) **DISTANZA A MONTE**

2) INIETTORE:

- 1) **DEFINIZIONE:** Un iniettore è un'attrezzatura di ventilazione che, al pari di una batteria di acceleratori, permette di creare un flusso d'aria longitudinale all'interno della galleria, non mediante una spinta, ma mediante l'iniezione di una portata d'aria supplementare nella galleria.

DIMENSIONAMENTO:

- 1) **REDATTO**
- 2) **PORTATA D'INIEZIONE**
- 3) **ANGOLO DI INCLINAZIONE**
- 4) **RENDIMENTO**
- 5) **VELOCITA' DI INIEZIONE**
- 6) **SEZIONE CORRENTE**
- 7) **SEZIONE DELL'INIETTORE**
- 8) **DISTANZA A MONTE**

4) TRASPARENZA AERAUCA:

- 1) **DEFINIZIONE:** Una trasparenza aeraulica è una apertura (solitamente di grandi dimensioni) al livello del soffitto della galleria, comunicante con l'esterno. La pressione esteriore al livello della trasparenza è fissata di default a zero ed è modificabile dall'utente del software.

3) FLUSSO VOLUMICO IMPOSTO PUNTUALE:

- 1) **DEFINIZIONE:** Un flusso volumico imposto puntuale è un punto preciso della galleria in cui viene introdotta (soffiata) l'aria all'interno della galleria, senza alcun apporto di spinta longitudinale.

E' utilizzato per simulare, ad esempio, un'apertura per far uscire il fumo.

DIMENSIONAMENTO:

- 1) **FLUSSO SOFFIATO/FLUSSO ESTRATTO**
- 2) **DISTANZA A MONTE**

DIMENSIONAMENTO:

- 1) **SEZIONE DELLA TRASPARENZA**
- 2) **PRESSIONE ESTERNA**
- 3) **DISTANZA A MONTE**
- 4) **POSIZIONE INIZIALE**

5) PRESSIONE IMPOSTA:

E' la contropressione generata dalla presenza del vento ad una delle imboccature della galleria. Essa influenza la direzione di propagazione dei fumi.

4) MENU OPTIONS → CONFIGURAZIONE DELLA SIMULAZIONE:

Per poter eseguire la simulazione, il programma Camatt necessita di alcune importanti informazioni.

AMBIENTE:

Altitudine media

Temperatura dell'aria

Densità dell'aria ambiente

Coefficiente di scambio radiativo

Emissività della parete

Fattore di forma

PARAMETRI DELLA SIMULAZIONE:

Il programma vuole sapere qual è la finestra temporale all'interno della quale analizzare l'evoluzione dell'incendio.

Per default, esso scoppia nell'istante 0, ma non se ne conosce ancora né l'entità, né il tempo di esaurimento.

Occorre pertanto definire:

- Tempo di inizio e tempo di fine
- Passo di tempo

MATERIALI DELLE PARETI NELLA GALLERIA:

Il programma chiede di conoscere le caratteristiche dei due materiali che compongono le pareti della galleria.

Le caratteristiche che Camatt richiede sono:

DESIGNAZIONE

DENSITA'

CONDUTTIVITA' TERMICA

CAPACITA' TERMICA MASSICA

TRAFFICO STRADALE:

VEICOLI NELLA GALLERIA

PROPORZIONE DI VEICOLI PESANTI

SIGMA DEI VL

SIGMA DEI PL

INTERDISTANZA ALL'ARRESTO

TRAFFICO NELLA GALLERIA

DESIGNAZIONE DEL SENSO

VELOCITA' NOMINALE

FLUSSO NOMINALE

5) EVOLUZIONI TEMPORALI:

1) PILOTAGGIO DEI MACCHINARI:

Una volta posizionate le attrezzature, occorre “pilotarle”, cioè definirne il funzionamento all’interno della galleria. Il menu che permette di fare questo è il menu OPTIONS.

Prima di tutto viene inserito automaticamente il “valore iniziale” del macchinario, cioè il valore iniziale del parametro che caratterizza l’elemento. (nel caso di acceleratori il parametro è il valore della spinta). Dopo di che è possibile, con la tabella sottostante, modificare nel tempo il valore di questo parametro, tramite il “coefficiente moltiplicatore”.

Infatti, una batteria non inizia immediatamente a funzionare a pieno regime. O meglio: in alcuni casi il suo funzionamento è immediato, in alcuni casi ci vuole un po’ prima che questo avvenga o avvenga a pieno regime.

2) EVOLUZIONE DELL'INCENDIO:

Il programma vuole conoscere:

1) ORA DI INIZIO DELL'INCENDIO

2) CATEGORIA DELL'INCENDIO

A questo proposito, una volta scelto il tipo di incendio, il programma permette anche di caratterizzarlo definendo, per ogni istante:

POTENZA TERMICA

FLUSSO D'OPACITA'

PORTATA D'EMISSIONE DELL'INQUINANTE

6) MENU RESULTATS → EDIZIONE DEI RISULTATI:

E' dunque possibile lanciare la simulazione ed ottenere dei risultati che permettono di tirare le conclusioni dell'analisi.

La simulazione permette di vedere l'evoluzione delle variabili ambientali (quali per esempio visibilità, tossicità e temperatura) nelle varie regioni della galleria.

E' possibile generare una tabella che riassume tutti i dati di entrata inseriti dall'utilizzatore. Per far questo occorre scegliere il menu **RESULTATS** e poi "**Récapitulatif des données**".

Dopodiché, affinché Camatt possa finalmente elaborare i dati finali occorre scegliere dal menu **RESULTATS** il comando "**Génération du modèle de données**".

Infine, sempre dal menu **RESULTS**, occorre scegliere "**exécution de simulation**".

Il software Camatt, dunque, permette di valutare l'evoluzione dell'incendio attraverso i seguenti grafici:

1) EVOLUZIONE DEI FUMI:

Questo grafico mostra l'andamento dei fumi all'interno della galleria.

2) CURVE F(T):

E' possibile generare anche curve che mostrano l'evoluzione temporale di parametri differenti per qualsiasi punto (ascissa) della galleria in un determinato istante.

I parametri sono:

TEMPERATURA DELL'ARIA;

TEMPERATURA DELLA PARETE;

OPACITA' DELL'ARIA;

CONCENTRAZIONE DEGLI INQUINANTI;

VELOCITA' DELL'ARIA;

PORTATA VOLUMICA LONGITUDINALE;

PRESSIONE TOTALE;

PRESSIONE STATICA.

3) CURVE F(X):

TEMPERATURA DELL'ARIA;

TEMPERATURA DELLA PARETE;

OPACITA' DELL'ARIA;

CONCENTRAZIONE DEGLI INQUINANTI;

VELOCITA' DELL'ARIA;

PORTATA VOLUMICA LONGITUDINALE;

PRESSIONE TOTALE;

PRESSIONE STATICA.

4) CURVE (X,T) :

TEMPERATURA DELL'ARIA;

OPACITA' DELL'ARIA;

CONCENTRAZIONE DELL'INQUINANTE,