

27 de Outubro de 2006, Feira da Concreta, Porto

## LSK Jornada Técnica

utilização de produtos em aço enformados a frio na construção

[www.cmm.pt](http://www.cmm.pt)



c m m

Associação  
Portuguesa de  
Construção  
Metálica  
e Mista

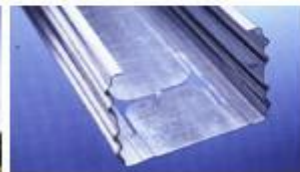


Universidade  
de Coimbra



## LSK Jornada Técnica

Utilização de produtos  
em aço  
enformados a frio na construção



# EUROCÓDIGOS: O ESTADO DA ARTE

## Luís Simões da Silva

# LSK Jornada Técnica

## utilização de produtos em aço enformados a frio na construção

[www.cmm.pt](http://www.cmm.pt)

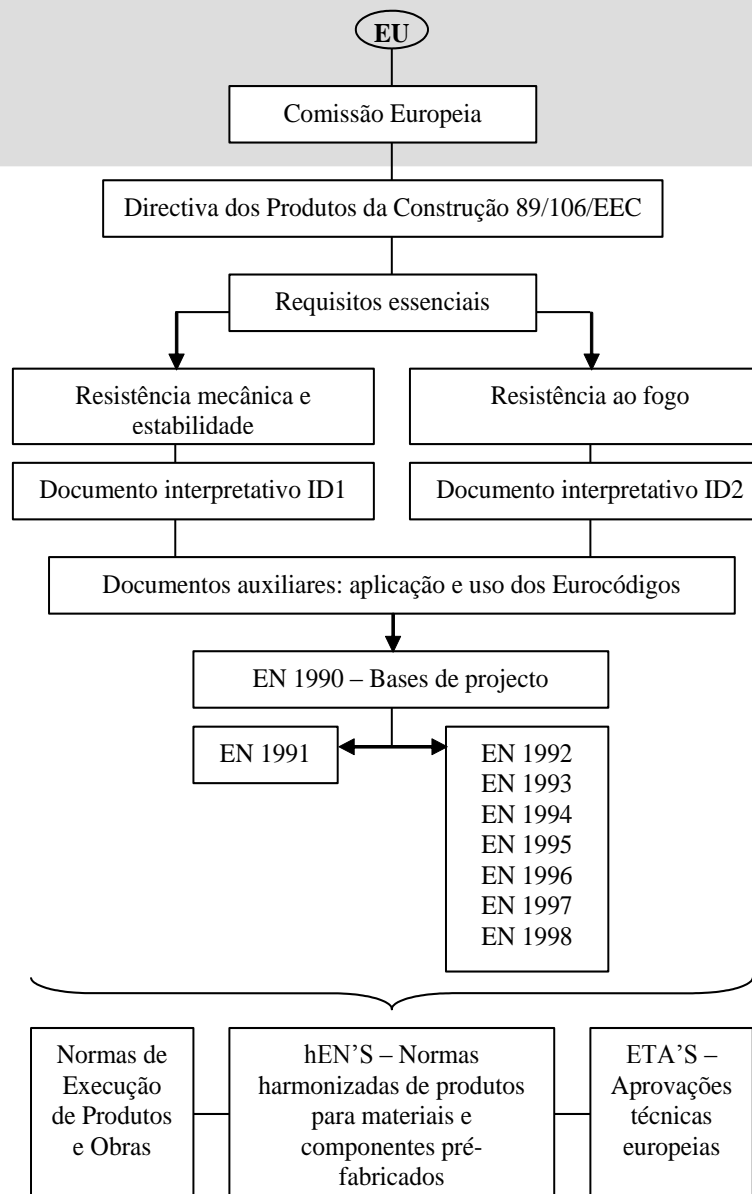


**cmm**

Associação  
Portuguesa de  
Construção  
Metálica  
e Mista



Universidade  
de Coimbra



# EUROCÓDIGOS ESTRUTURAIS

[www.cmm.pt](http://www.cmm.pt)



**c m m**

Associação  
Portuguesa de  
Construção  
Metálica  
e Mista



Universidade  
de Coimbra

- |                       |  |
|-----------------------|--|
| EN 1990 Eurocódigo:   | Bases de Projecto  |
| EN 1991 Eurocódigo 1: | Acções em Estruturas   |
| EN 1992 Eurocódigo 2: | Projecto de Estruturas de Betão                                |
| EN 1993 Eurocódigo 3: | Projecto de Estruturas de Aço                                  |
| EN 1994 Eurocódigo 4: | Projecto de Estruturas Mistas Aço-Betão                        |
| EN 1995 Eurocódigo 5: | Projecto de Estruturas de Madeira                              |
| EN 1996 Eurocódigo 6: | Projecto de Estruturas de Alvenaria                            |
| EN 1997 Eurocódigo 7: | Projecto Geotécnico  |
| EN 1998 Eurocódigo 8: | Disposições para Projecto de Estruturas Resistentes aos Sismos |
| EN 1999 Eurocódigo 9: | Projecto de Estruturas de Alumínio                             |



# EUROCÓDIGO 3: Projecto de estruturas de aço

[www.cmm.pt](http://www.cmm.pt)



**c m m**

Associação  
Portuguesa de  
Construção  
Metálica  
e Mista



Universidade  
de Coimbra

EN 1993-1

[Regras gerais e regras para edifícios](#)

EN 1993-2

[Pontes](#)

EN 1993-3

[Torres, mastros e chaminés](#)

EN 1993-4

[Depósitos, silos e oleodutos](#)

EN 1993-5

[Estacas](#)

EN 1993-6

Estruturas de aparelhos de elevação





### STRETCH IT OUT

Steel's high strength-to-weight ratio makes it an open large structure globally and economically - more so than any other building material. Its strength allows building steel beams to provide clear spans of over 10 metres while using standard or lattice construction systems that do not exceed 100 tonnes.

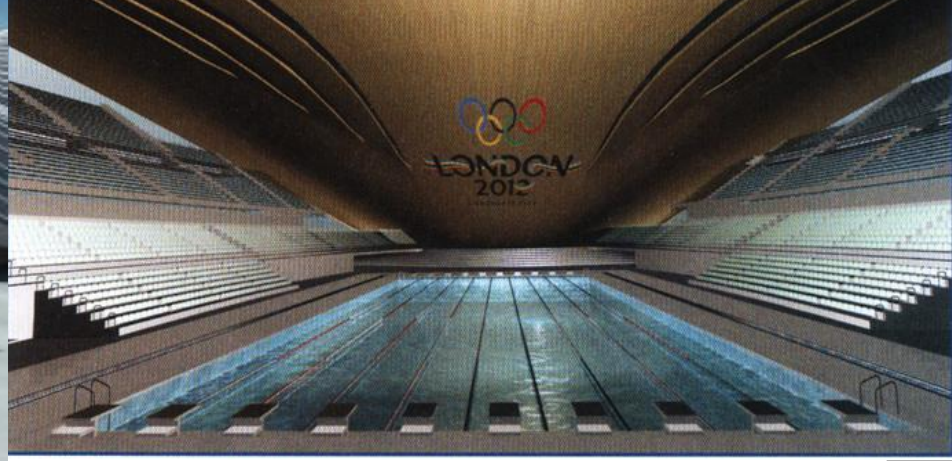
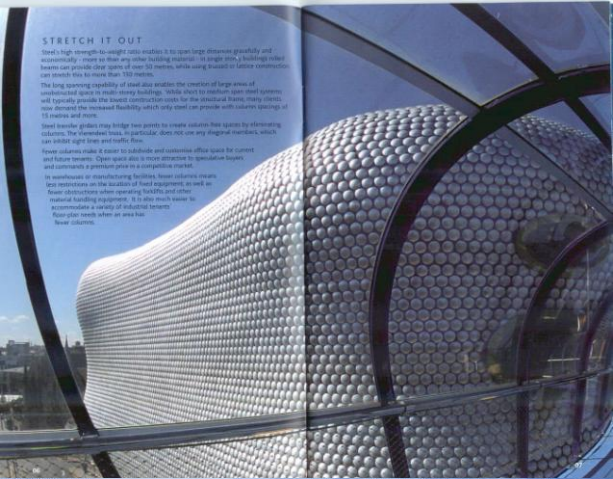
The long spanning capability of steel also enables the creation of large areas of unobstructed space in multi-story buildings. While steel to steel span steel systems will typically provide the lowest construction costs for the structural frame, many clients now demand the increased flexibility which only steel can provide with columns spanning 15 metres and more.

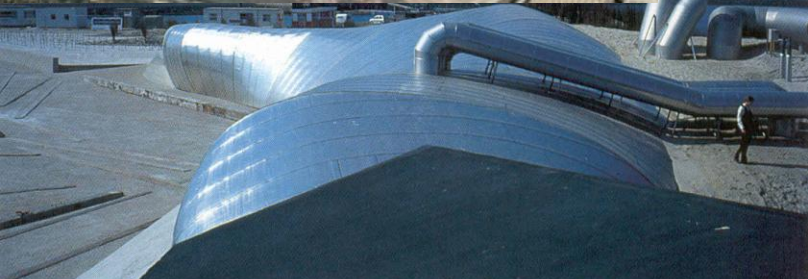
Steel transfer girders may bridge two points to create columns free spans by eliminating columns. The Vennetel tower in particular does not use any diagonal members, which are added to span long and traffic flow.

Steel columns make it easier to subdivide and subdivide office space for current and future tenants. Open space also is more attractive to tenants who lease and construct a premium price in a competitive market.

In addition to manufacturing facilities, steel columns support steel structures on the location of steel equipment, as well as their distribution when repairing tracks and other material handling equipment. It is also much easier to accommodate a variety of industrial layouts.

Roof plate members are used to support steel columns.





27 de Outubro de 2006, Feira da Concreta, Porto

## LSK Jornada Técnica

utilização de produtos em aço enformados a frio na construção

# PONTES

[www.cmm.pt](http://www.cmm.pt)



**c m m**

Associação  
Portuguesa de  
Construção  
Metálica  
e Mista



Universidade  
de Coimbra





27 de Outubro de 2006, Feira da Concreta, Porto

## LSK Jornada Técnica

utilização de produtos em aço enformados a frio na construção

# PONTES

[www.cmm.pt](http://www.cmm.pt)



**cmm**

Associação  
Portuguesa de  
Construção  
Metálica  
e Mista



Universidade  
de Coimbra



27 de Outubro de 2006, Feira da Concreta, Porto

## LSK Jornada Técnica

utilização de produtos em aço enformados a frio na construção

# TORRES, MASTROS E CHAMINÉS

[www.cmm.pt](http://www.cmm.pt)



**c m m**

Associação  
Portuguesa de  
Construção  
Metálica  
e Mista



Universidade  
de Coimbra



27 de Outubro de 2006, Feira da Concreta, Porto

## LSK Jornada Técnica

utilização de produtos em aço enformados a frio na construção

# DEPÓSITOS, SILOS E OLEADUTOS

[www.cmm.pt](http://www.cmm.pt)



c m m

Associação  
Portuguesa de  
Construção  
Metálica  
e Mista



Universidade  
de Coimbra



27 de Outubro de 2006, Feira da Concreta, Porto

## LSK Jornada Técnica

utilização de produtos em aço enformados a frio na construção

# ESTACAS - ESTRUTURAS DE APARELHOS DE ELEVAÇÃO

[www.cmm.pt](http://www.cmm.pt)



c m m

Associação  
Portuguesa de  
Construção  
Metálica  
e Mista



Universidade  
de Coimbra



# EUROCÓDIGO 3: partes 1-1 a 1-12

[www.cmm.pt](http://www.cmm.pt)



**c m m**

Associação  
Portuguesa de  
Construção  
Metálica  
e Mista



Universidade  
de Coimbra

EN 1993-1-1	Regras gerais e regras para edifícios
EN 1993-1-2	Resistência ao fogo
EN 1993-1-3	Elementos e chapas finas enformados a frio
EN 1993-1-4	Aço inoxidável
EN 1993-1-5	Elementos laminares
EN 1993-1-6	Resistência e estabilidade de cascas
EN 1993-1-7	Resistência e estabilidade de elementos planos carregados transversalmente
EN 1993-1-8	Ligações metálicas
EN 1993-1-9	Resistência à fadiga de estruturas em aço
EN 1993-1-10	Tenacidade
EN 1993-1-11	Dimensionamento de estruturas com componentes traccionadas em aço
EN 1993-1-12	Regras suplementares para aço de alta resistência

27 de Outubro de 2006, Feira da Concreta, Porto

## LSK Jornada Técnica

utilização de produtos em aço enformados a frio na construção

Steel Joints under Fire Conditions: Cardington fire test

[www.cmm.pt](http://www.cmm.pt)



c m m

Associação  
Portuguesa de  
Construção  
Metálica  
e Mista



Universidade  
de Coimbra



27 de Outubro de 2006, Feira da Concreta, Porto

# LSK Jornada Técnica

## utilização de produtos em aço enformados a frio na construção

www.cmm.pt



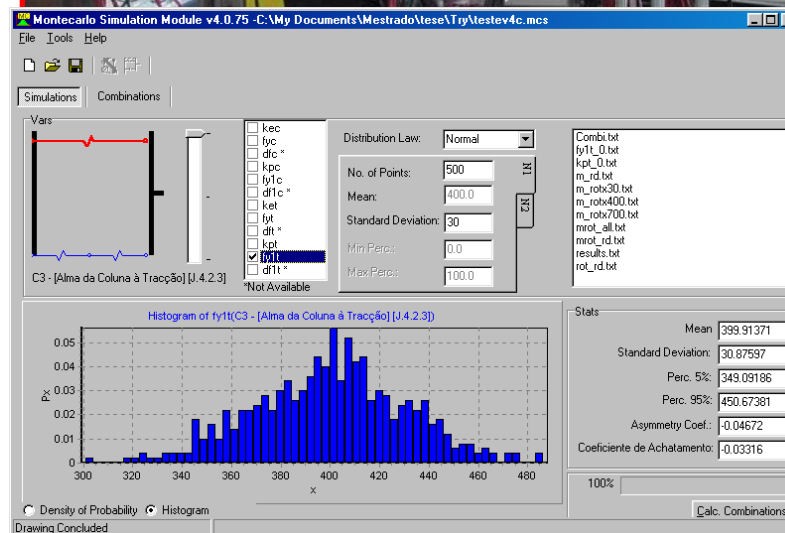
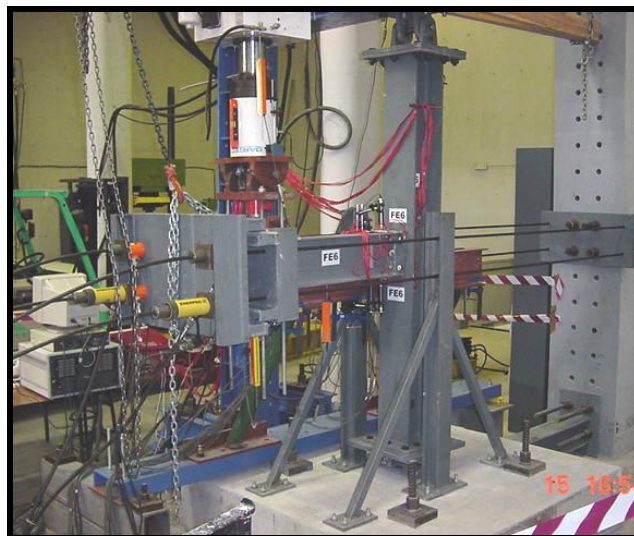
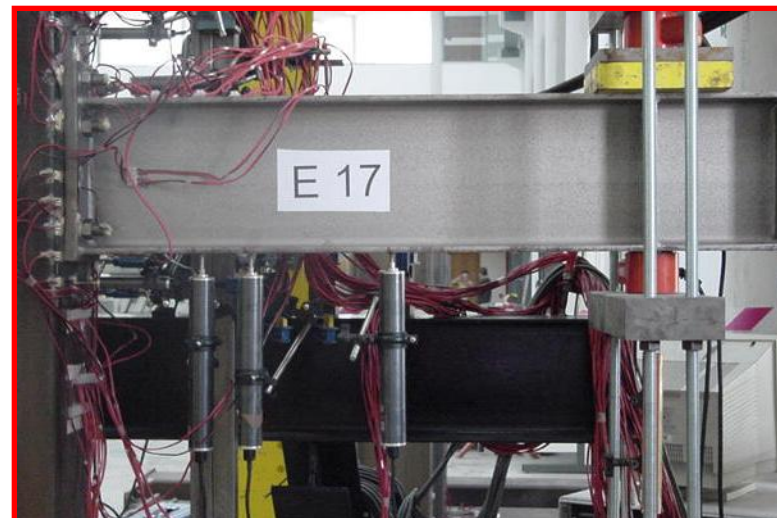
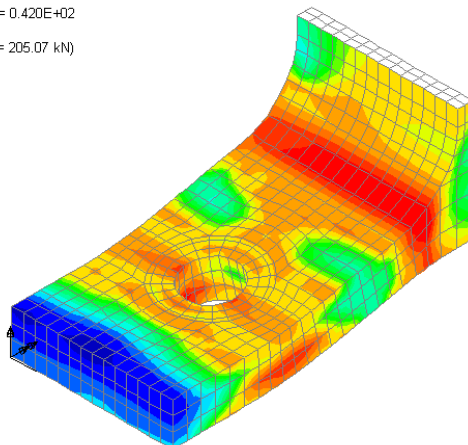
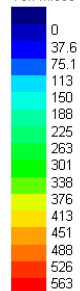
cmm

Associação  
Portuguesa de  
Construção  
Metálica  
e Mista



Universidade  
de Coimbra

LOAD CASE = 42  
Increment 42 Load Factor = 0.420E+02  
RESULTS FILE = 1  
Von Mises Stress Seq (F = 205.07 kN)



27 de Outubro de 2006, Feira da Concreta, Porto

# LSK Jornada Técnica

utilização de produtos em aço enformados a frio na construção

[www.cmm.pt](http://www.cmm.pt)

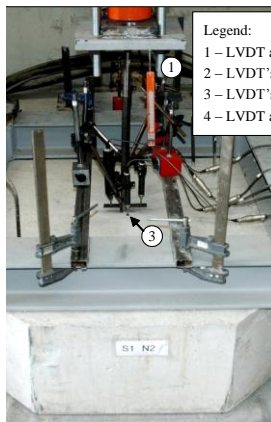
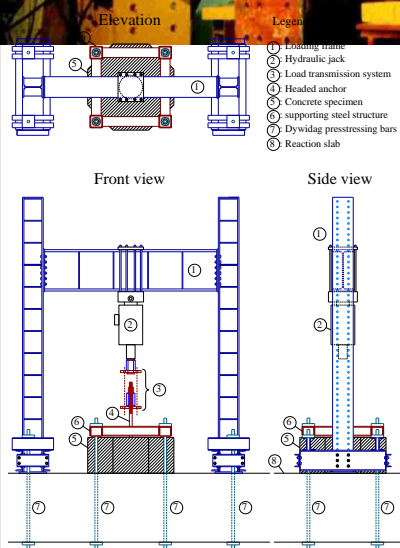
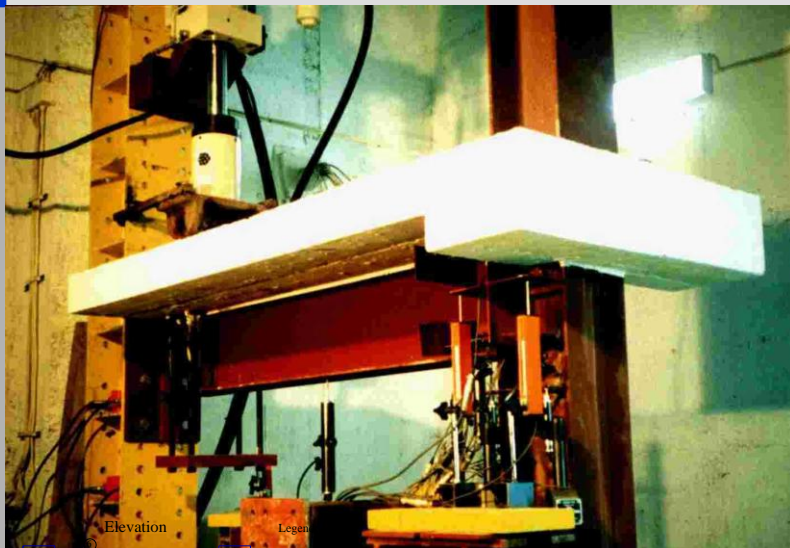


cmm

Associação  
Portuguesa de  
Construção  
Metálica  
e Mista

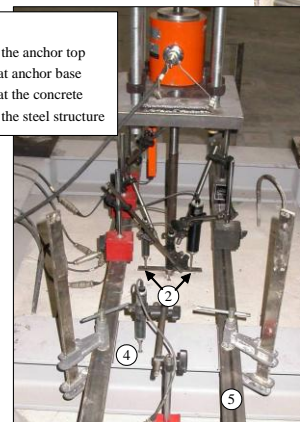


Universidade  
de Coimbra



Legend:

- 1 – LVDT at the anchor top
- 2 – LVDT's at anchor base
- 3 – LVDT's at the concrete
- 4 – LVDT at the steel structure





27 de Outubro de 2006, Feira da Concreta, Porto

## LSK Jornada Técnica

utilização de produtos em aço enformados a frio na construção

[www.cmm.pt](http://www.cmm.pt)

### Monotonic J1.1 test

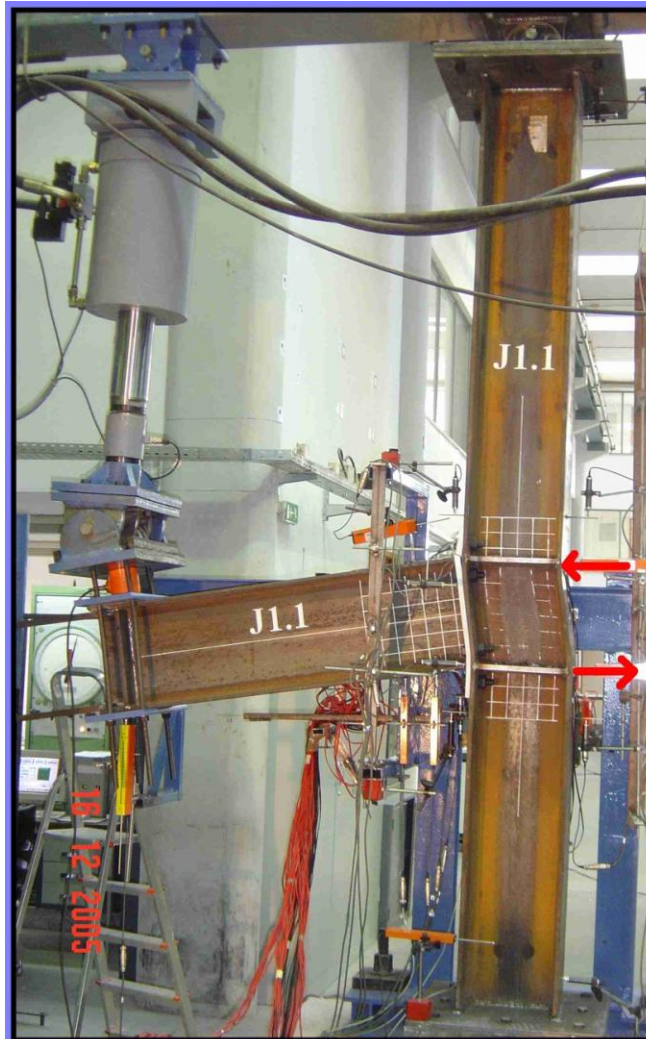


c m m

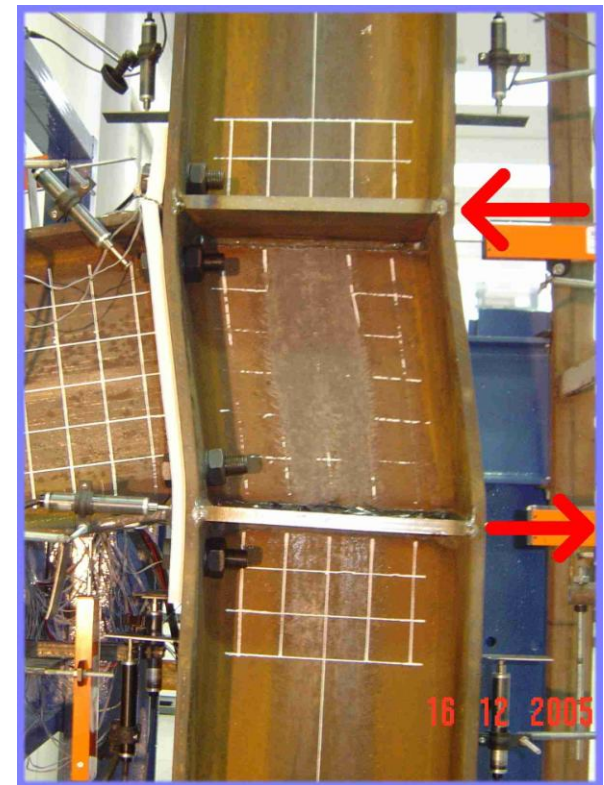
Associação  
Portuguesa de  
Construção  
Metálica  
e Mista



Universidade  
de Coimbra



Joint detail



27 de Outubro de 2006, Feira da Concreta, Porto

## LSK Jornada Técnica

utilização de produtos em aço enformados a frio na construção

[www.cmm.pt](http://www.cmm.pt)

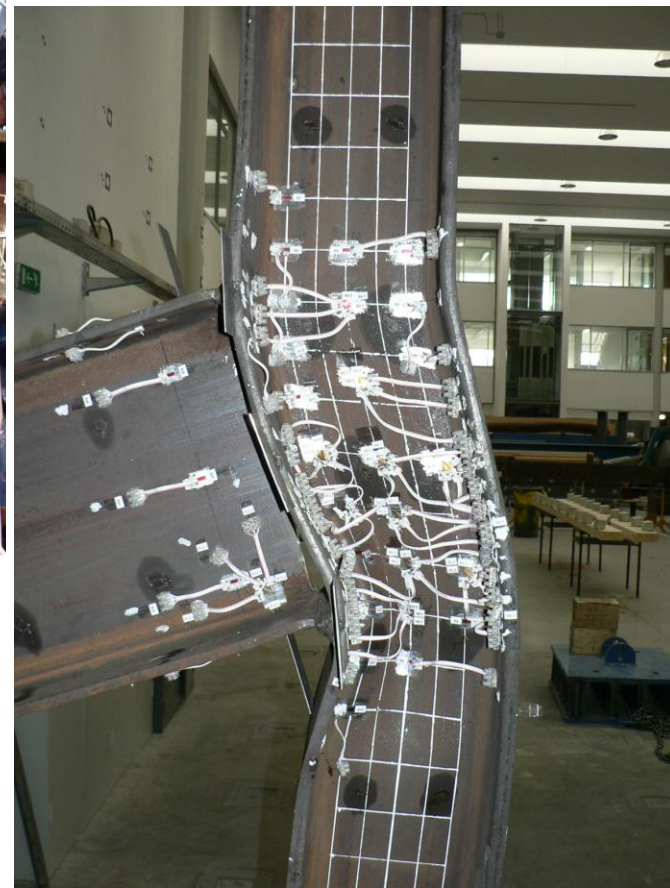
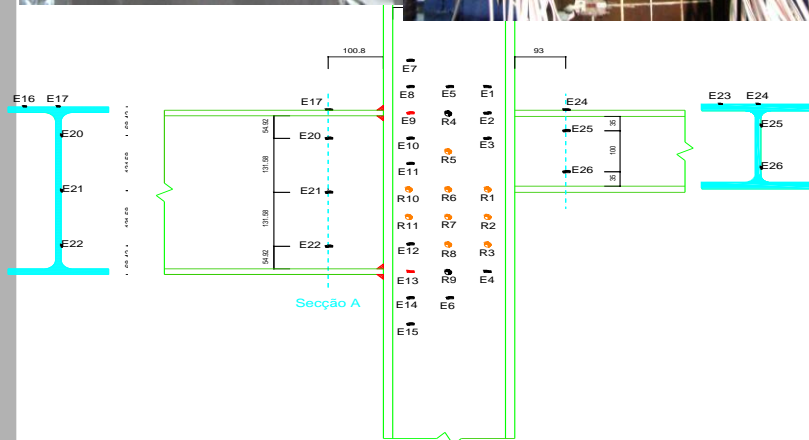


cmm

Associação  
Portuguesa de  
Construção  
Metálica  
e Mista



Universidade  
de Coimbra



# LSK Jornada Técnica

utilização de produtos em aço enformados a frio na construção

[www.cmm.pt](http://www.cmm.pt)

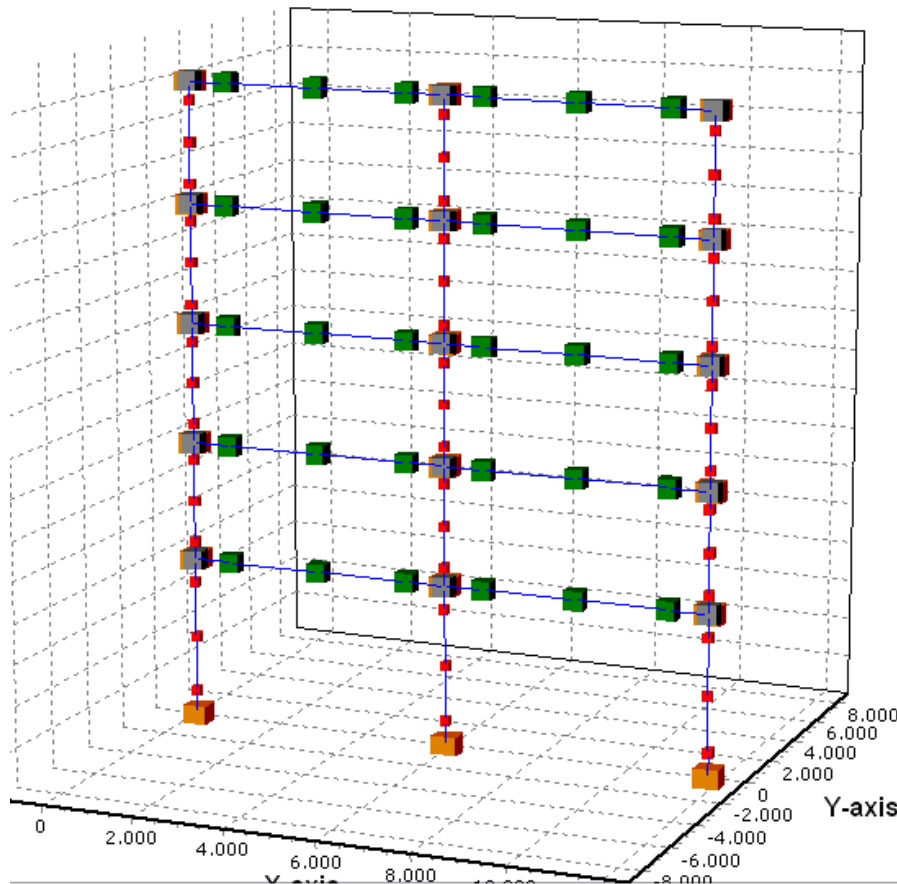


**cmm**

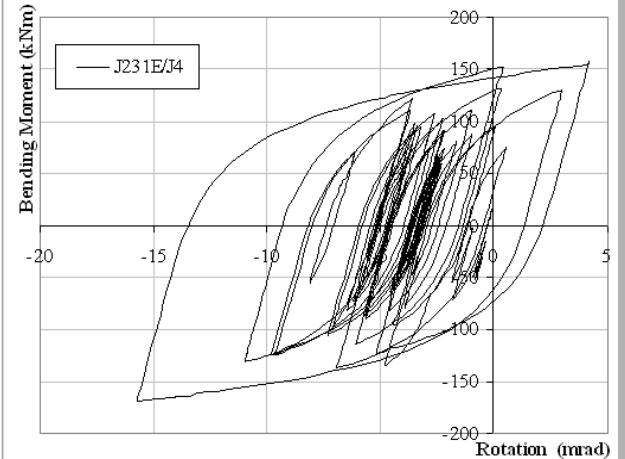
Associação  
Portuguesa de  
Construção  
Metálica  
e Mista



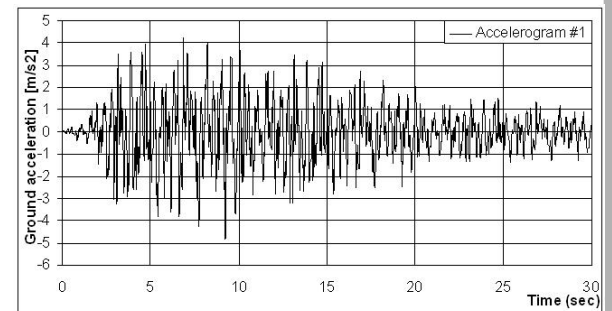
Universidade  
de Coimbra



**Structural Seismic response**



**Hysteretic response of one connection**



**Seismic Action**

# EUROCÓDIGO 3

www.cmm.pt



**cmm**

Associação  
Portuguesa de  
Construção  
Metálica  
e Mista



Universidade  
de Coimbra

EUROPEAN STANDARD  
NORME EUROPÉENNE  
EUROPÄISCHE NORM

**EN 1993-1-1**

May 2005

ICS 91.010.30; 91.080.10

Supersedes ENV 1993-1-1:1992

English version

**Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-1: General rules  
and rules for buildings**

Eurocode 3: Calcul des structures en acier - Partie 1-1:  
Règles générales et règles pour les bâtiments

Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten  
- Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für  
den Hochbau

This European Standard was approved by CEN on 16 April 2004.

CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration. Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the Central Secretariat or to any CEN member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the Central Secretariat has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.



EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION  
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION  
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

Management Centre: rue de Stassart, 36 B-1050 Brussels

NORMA EUROPEIA  
EUROPEAN STANDARD  
NORME EUROPÉENNE  
EUROPÄISCHE NORM

**EN 1993-1-1 : 2005**

16 de Março de 2005

UDC

Descritores:

Versão portuguesa

**Eurocódigo 3: Projecto de estruturas de aço**

**Parte 1-1: Regras gerais e regras para os edifícios**

Calcul des structures en acier

Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten

Partie 1-1 : Règles générales et règles  
pour les bâtiments

Teil 1-1 : Allgemeine Bemessungsregeln und  
Regeln für den Hochbau

**Fase 49, versão preliminar**

**CEN**

Comité Européen de Normalização  
European Committee for Standardisation  
Comité Européen de Normalisation  
Europäisches Komitee für Normung

Secretariado Central: rue de Stassart 36, B-1050 Bruxelas

# EUROCÓDIGOS: ANEXOS NACIONAIS

## ÍNDICE

### Introdução

#### NA.1 - Campo de aplicação

#### NA.2 – Parâmetros determinados a nível nacional (NDP)

##### NA.2.1 - Generalidades

##### NA.2.2 – Cláusulas sem opções a nível nacional

##### NA.2.3 – Cláusulas com opções a nível nacional

*NA - 2.3.1(1)*

*NA - 3.1(2)*

*NA - 3.2.1(1)*

*NA - 3.2.2(1)*

*NA - 3.2.3(1)*

*NA - 3.2.3(3)B*

*NA - 3.2.4(1)B*

*NA - 5.2.1(3)*

*NA - 5.2.2(8)*

*NA - 5.3.2(3)*

*NA - 5.3.2(11)*



## LSK Jornada Técnica

### utilização de produtos em aço enformados a frio na construção

NA - 5.3.4(3)

NA - 6.1(1)

NA - 6.1(1)B

NA - 6.3.2.2(2)

NA - 6.3.2.3(1)

NA - 6.3.2.3(2)

NA - 6.3.2.4(1)B

NA - 6.3.2.4(2)B

NA - 6.3.3(5)

NA - 6.3.4(1)

NA - 7.2.1(1)B

NA - 7.2.2(1)B

NA - 7.2.3(1)B

NA - BB.1.3(3)B

### **NA.3 - Utilização dos anexos informativos A, B, AB e BB**

**NA.3.1 - Anexo A: Método 1: Coeficientes de interacção  $k_{ij}$  para as fórmulas de interacção em 6.3.3(4)**

**NA.3.2 - Anexo B: Método 2: Coeficientes de interacção  $k_{ij}$  para as fórmulas de interacção em 6.3.3(4)**

**NA.3.3 - Anexo AB: Regras adicionais de projecto**

**NA.3.4 - Anexo BB: Estabilidade de componentes em estruturas de edifícios**

### **NA.4 - Informações complementares**

**NA.4.1 - Objecto**

**NA.4.2 - Aspectos omissos na NP EN 1993-1-1**

[www.cmm.pt](http://www.cmm.pt)



**c m m**

Associação  
Portuguesa de  
Construção  
Metálica  
e Mista



Universidade  
de Coimbra

# EUROCÓDIGOS: ANEXOS NACIONAIS

[www.cmm.pt](http://www.cmm.pt)



**c m m**

Associação  
Portuguesa de  
Construção  
Metálica  
e Mista



Universidade  
de Coimbra

## NA.2.2 – Cláusulas sem opções a nível nacional

Relativamente às cláusulas,

- 3.2.2(1)
- 3.2.3(3)B
- 3.2.4(1)3B
- 5.2.1(3)
- 5.3.2(3)
- 6.3.2.2(2)
- 6.3.2.3(2)
- 6.3.2.4(2)B

prescinde-se de introduzir opções a nível nacional, devendo adoptar-se as correspondentes prescrições constantes do corpo desta norma e, se tal for o caso, os valores aí recomendados.

# EUROCÓDIGOS: ANEXOS NACIONAIS

## NA.2.3 – Cláusulas com opções a nível nacional

### NA-2.3.1(1)

As acções a considerar no dimensionamento das estruturas de aço são as indicadas na NP EN 1990, na NP EN 1991 e nos respectivos Anexos Nacionais.

### NA-3.1(2)

Podem ser utilizados tipos de aço não incluídos na Tabela 3.1, desde que sejam previamente acordados com o Dono de Obra e se respeite o estipulado na EN 1090.

### NA-6.3.2.3(1)

Adoptam-se os valores  $\bar{\lambda}_{LT,0} = 0,2$  e  $\beta=1$  e o quadro 6.5 é alterado para a seguinte forma

Cross-section	Limits	Buckling curve
Rolled I-sections	$h/b \leq 2$	a
	$h/b > 2$	b
Welded I-sections	$h/b \leq 2$	c
	$h/b > 2$	d
Other cross-sections	-	d

Chama-se a atenção para o facto que, com estes valores de  $\bar{\lambda}_{LT,0}$  e  $\beta$  e a alteração do quadro 6.5, o método alternativo (descrito em 6.3.2.3) conduz aos mesmos valores de  $\chi_{LT}$  do método geral (descrito em 6.3.2.2). Para a aplicação desta cláusula consideram-se secções soldadas equivalentes as secções soldadas que respeitem as seguintes condições: a relação da inércia dos banzos no seu plano deve ser inferior a 1,2; a secção deve ser simétrica em relação à alma;  $t_f \cdot \max/t_w \leq 3$  e  $d/t_w \leq 69\epsilon$ .





# EUROCÓDIGOS: ANEXOS NACIONAIS



**c m m**

Associação  
Portuguesa de  
Construção  
Metálica  
e Mista



Universidade  
de Coimbra

## 6.3.2.3 Lateral torsional buckling curves for rolled sections or equivalent welded sections

(1) For rolled or equivalent welded sections in bending the values of  $\chi_{LT}$  for the appropriate non-dimensional slenderness may be determined from

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^{-2}}} \text{ but } \begin{cases} \chi_{LT} \leq 1,0 \\ \chi_{LT} \leq \frac{1}{\bar{\lambda}_{LT}^{-2}} \end{cases} \quad (6.57)$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \left[ 1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^{-2} \right]$$

**NOTE** The parameters  $\bar{\lambda}_{LT,0}$  and  $\beta$  and any limitation of validity concerning the beam depth or h/b ratio may be given in the National Annex. The following values are recommended for rolled sections or equivalent welded sections:

$$\bar{\lambda}_{LT,0} = 0,4 \text{ (maximum value)}$$

$$\beta = 0,75 \text{ (minimum value)}$$

The recommendations for buckling curves are given in Table 6.5.

**Table 6.5: Recommendation for the selection of lateral torsional buckling curve for cross sections using equation (6.57)**

Cross-section	Limits	Buckling curve
Rolled I-sections	$h/b \leq 2$	b
	$h/b > 2$	c
Welded I-sections	$h/b \leq 2$	c
	$h/b > 2$	d

27 de Outubro de 2006, Feira da Concreta, Porto

# LSK Jornada Técnica

utilização de produtos em aço enformados a frio na construção

[www.cmm.pt](http://www.cmm.pt)



**cmm**

Associação  
Portuguesa de  
Construção  
Metálica  
e Mista



Universidade  
de Coimbra



**DISCIPLINAS 1º SEMESTRE:**  
Estabilidade  
Ligações  
Tecnologia de aço, soldadura  
fadiga e corrosão  
Análise de edifícios metálicos  
Dimensionamento de  
estruturas metálicas  
Dimensionamento de  
estruturas mistas aço-betão

**DISCIPLINAS 2º SEMESTRE:**  
Projecto de pontes  
metálicas e mistas  
Análise e dimensionamento  
ao fogo  
Dimensionamento de perfis  
enformados a frio, em  
alumínio e aço inox  
Estética, sustentabilidade,  
funcionalidade, e concepção  
estrutural em edifícios especiais  
Execução de estruturas metálicas  
Análise e dimensionamento sísmico

**CONSTRUÇÃO METÁLICA E MISTA**

[www.dec.uc.pt](http://www.dec.uc.pt)

**2005 - 2007**  
Candidaturas abertas

**INFORMAÇÕES:**  
Isabel Cristina Carolino  
Tel. 239.797.247  
kiki@dec.uc.pt

**CANDIDATURAS:**  
Dep. Engenharia Civil  
Mestrado em  
Construção Metálica e Mista  
A/C: Isabel Cristina Carolino  
FCTUC, Polo II  
Pinhal de Marrocos  
3030 Coimbra

**CURSO DE MESTRADO**

**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO**



Dep. Engenharia Civil  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA**



Dep. Engenharia Civil/Arquitetura  
**UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA  
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO**



[www.cmm.pt](http://www.cmm.pt)

27 de Outubro de 2006, Feira da Concreta, Porto

# LSK Jornada Técnica

utilização de produtos em aço enformados a frio na construção

[www.cmm.pt](http://www.cmm.pt)



**cmm**

Associação  
Portuguesa de  
Construção  
Metálica  
e Mista



Universidade  
de Coimbra

