



# Large Valorisation on Sustainability of Steel Structures

## Design Guide



**June 2014**



## Introduzione

- La guida d'uso ha lo scopo di fornire le informazioni sulle diverse fasi che devono essere considerate per la valutazione ambientale degli edifici in acciaio e misti nel software AMECO 3
- Il manuale si compone di tre sezioni principali:
  - Descrizione del procedimento di calcolo
  - Guida sull'uso del software AMECO 3
  - Applicazione di AMECO 3 a diversi casi-studio



## Introduzione

- Il manuale include 8 capitoli:
  - Capitolo 1 – Introduzione e scopo
  - Capitolo 2 – Codice ed ambiente informatico
  - Capitolo 3 – Impostazioni generali del programma AMECO 3
  - Capitolo 4 – Descrizione tecnica di AMECO 3
  - Capitolo 5 – Risultati ottenuti dal software
  - Capitolo 6 – Guida d'uso del software AMECO 3
  - Capitolo 7 – Casi studio
  - Capitolo 8 – Bibliografia



## Introduzione

- Il manuale include 8 capitoli:
  - Capitolo 1 – Introduzione e scopo
  - Capitolo 2 – Codice ed ambiente informatico
  - **Capitolo 3 – Impostazioni generali del programma AMECO 3**
  - Capitolo 4 – Descrizione tecnica di AMECO 3
  - Capitolo 5 – Risultati ottenuti dal software
  - Capitolo 6 – Guida d'uso del software AMECO 3
  - Capitolo 7 – Casi studio
  - Capitolo 8 – Bibliografia



## Impostazioni generali di AMECO 3

- **AMECO 3** permette di effettuare la valutazione ambientale sia di edifici che di ponti realizzati in acciaio e cemento armato
- Il software prende in considerazione **24 indicatori di impatti ambientali** inclusi nei seguenti macrogruppi:
  - Indicatori che descrivono gli impatti ambientali
  - Indicatori che descrivono uso delle risorse, materiali e combustibili secondari, uso dell'acqua
  - Altri indicatori ambientali che descrivono le categorie dei rifiuti
  - Altri indicatori ambientali che descrivono i flussi in uscita



## Impostazioni generali di AMECO 3

- Inoltre, ogni indicatore è incluso in uno dei seguenti **4 moduli** in cui è stato schematizzato il ciclo di vita, come presentato precedentemente:
  - Modulo A: Fase di produzione e del processo di costruzione
  - Modulo B: Fase d'uso
  - Modulo C: Fase di fine vita
  - Modulo D: Benefici e carichi al di fuori dei confini del sistema



# LARGE VALORISATION ON SUSTAINABILITY OF STEEL STRUCTURES



## Modulo A

Fase di PRODUZIONE			Fase del PROCESSO DI COSTRUZIONE	
A1	A2	A3	A4	A5
Approvvigionamento delle materie prime	Trasporto	Produzione	Trasporto	Processo di costruzione

Obbligatorio

## Modulo B

Fase d'USO				
B1	B2	B3	B4	B5
Uso	Manutenzione	Riparazione	Sostituzione	Ristrutturazione
B6	Consumo energetico in fase d'uso			
B7	Consumo dell'acqua in fase d'uso			

## Modulo C

Fase FINE VITA			
C1	C2	C3	C4
Decostruzione demolizione	Trasporto	Trattamento dei rifiuti	Discarica

## Modulo D

Benefici e carichi al di fuori dei confini del sistema
D
Potenziale di Riuso-Recupero- Riciclo

EPD dalla culla al cancello

Obbligatorio

Facoltativo

EPD dalla culla al cancello con opzione

Obbligatorio

Facoltativo

EPD dalla culla alla tomba



## Impostazioni generali di AMECO 3

- Indicatori degli impatti considerati

Indice	Dati disponibili	Sigla	Denominazione	Unità di misura
<b>Impatti ambientali</b>				
1	Si	GWP	Potenziale di Riscaldamento Globale	tCO <sub>2</sub> eq
2	Si	ODP	Potenziale di Riduzione dell'Ozono	t <sub>CF</sub> Ceq
3	Si	AP	Potenziale di Acidificazione	t <sub>SO2</sub> eq
4	Si	EP	Potenziale di Eutrofizzazione	t <sub>PO4</sub> eq
5	Si	POCP	Potenziale di Creazione di Ozono Fotochimico	t <sub>Ethene</sub> eq
6	Si	ADP-e	Potenziale di Degrado Abiotico - elementi	t <sub>S</sub> beq
7	Si	ADP-ff	Potenziale di Degrado Abiotico - fossili	GJ NCV





## Impostazioni generali di AMECO 3

- Indicatori degli impatti considerati

Indice	Dati disponibili	Sigla	Denominazione	Unità di misura
<b>Uso delle risorse, materiali e fossili secondari</b>				
8	No	RPE	Uso di energia primaria rinnovabile che esclude le risorse di energia primaria rinnovabile usate come materie prime	GJ NCV
9	No	RER	Uso di risorse di energia rinnovabile usate come materie prime	GJ NCV
10	Si	RPE-totale	Uso totale di energia primaria rinnovabile (energia primaria e risorse di energia primaria usate come materie prime)	GJ NCV
11	No	Non-RPE	Uso di energia primaria non rinnovabile escludendo risorse di energia primaria non rinnovabile usate come materie prime	GJ NCV
12	No	Non-RER	Uso di risorse di energia non rinnovabile usate come materie prime	GJ NCV
13	Si	Non-RPE-totale	Uso totale di energia primaria non rinnovabile (energia primaria e risorse di energia primaria usate come materie prime)	GJ NCV
14	No	SM	Uso di materiale secondario	t
15	No	RSF	Uso di fossili secondari rinnovabili	GJ NCV
16	No	Non-RSF	Uso di fossili secondari non rinnovabili	GJ NCV
17	Si	NFW	Uso di acqua net fresh	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>



## Impostazioni generali di AMECO 3

- Indicatori degli impatti considerati

Indice	Dati disponibili	Sigla	Denominazione	Unità di misura
<b>Altri indicatori ambientali che descrivono le categorie di rifiuti</b>				
18	Si	HWD	Rifiuti pericolosi smaltiti	t
19	Si	Non-HWD	Rifiuti non pericolosi smaltiti	t
20	Si	RWD	Rifiuti radioattivi smaltiti	t
<b>Altri indicatori ambientali che descrivono i flussi in uscita</b>				
21	No	CR	Componenti per il riuso	t
22	No	MR	Materiali per il riciclo	t
23	No	MER	Materiali per il recupero energetico	t
24	No	EE	Energia esportata	t



## Impostazioni generali di AMECO 3

- La caratteristica principale aggiuntiva di AMECO 3 rispetto alla versione precedente è l'introduzione della **fase d'uso** in relazione al calcolo degli impatti ambientali
- Permette di **stimare i fabbisogni energetici** per una varietà di sistemi di edifici
- Il calcolo del fabbisogno energetico si effettua in accordo sia a varie norme internazionali come ISO-13370, ISO-13789 e ISO-13790, che norme europee (EN 15316)
- L'estensione alla fase d'uso è disponibile solo per gli edifici!



## Definizione di un progetto in AMECO 3

- Al fine di calcolare gli impatti ambientali è necessario conoscere numerosi parametri che descrivono:
  - La struttura
  - Il modo in cui gli elementi sono trasportati al sito di costruzione
  - Indicatori sull'utilizzo degli elementi dopo la demolizione della struttura
- Fasi da considerare per la **definizione della struttura di un edificio**:
  - Definizione dei parametri generali (geometria principale dell'edificio, posizione geografica dell'edificio, destinazione d'uso dell'edificio...)
  - Definizione dei solai
  - Definizione della struttura
  - Involucro dell'edificio (facciate e copertura)
  - Occupazione dell'edificio (giorno diviso in tre archi temporali e distinzione tra giorni lavorativi e giorni festivi - relativi al fine settimana)
  - Impianti dell'edificio (impianto di riscaldamento, impianto di raffrescamento, ventilazione...)
  - Ipotesi di trasporto
  - Fine vita



## Introduzione

- Il manuale include 8 capitoli:
  - Capitolo 1 – Introduzione e scopo
  - Capitolo 2 – Codice ed ambiente informatico
  - Capitolo 3 – Impostazioni generali del programma AMECO 3
  - **Capitolo 4 – Descrizione tecnica di AMECO 3**
  - Capitolo 5 – Risultati ottenuti dal software
  - Capitolo 6 – Guida d'uso del software AMECO 3
  - Capitolo 7 – Casi studio
  - Capitolo 8 – Bibliografia



## Procedimento di calcolo

- Come precedentemente menzionato, AMECO 3 usa 24 indicatori di impatto ambientale nel suo procedimento di calcolo, divisi tra i quattro moduli in cui è schematizzato il ciclo di vita:
  - Modulo A: Fase di produzione e del processo di costruzione
  - Modulo B: Fase d'uso
  - Modulo C: Fase di fine vita
  - Modulo D: Benefici e carichi al di fuori dei confini del sistema
- I 24 indicatori seguono le stesse equazioni
- Solo i valori dei coefficienti usati nelle equazioni, denominati '**coefficienti d'impatto**', si differenziano a seconda dell'indicatore considerato
- Questi coefficienti sono predefiniti in AMECO 3 e non possono essere modificati dall'utente



## Procedimento di calcolo

- Coefficienti d'impatto considerati

Coefficienti di impatto	Denominazione
RER: Produzione mondiale delle piastre in acciaio	$K_{RERSIPi}$
RER: Produzione mondiale dei profili in acciaio	$K_{RERSISec}$
GLO: Produzione mondiale delle barre in acciaio	$K_{GLOSt}$
RER: Produzione mondiale di acciaio zincato	$K_{RERSHDG}$
DE: Calcestruzzo C20/25 PE	$K_{DEConC20}$
DE: Calcestruzzo C30/37 PE	$K_{DEConC30}$
DE: Legno lamellare PE [for 1kg]	$K_{DEW}$
GLO: Quantità mondiale di scarti di acciaio	$K_{GLO}$
Demolizione edificio in acciaio - impatto di 1kg trattato	$K_{SIBldgDem}$
CH: smaltimento, edificio, calcestruzzo, senza armatura, fino allo smaltimento in discarica	$K_{CHCon}$
CH: smaltimento, edificio, armatura fino allo smaltimento in discarica	$K_{CHSt}$
CH: smaltimento presso impianto di separazione, edificio, calcestruzzo, senza armatura [incl. 40% in discarica]	$K_{CHConPit}$
CH: smaltimento in discarica, edificio, armatura	$K_{CHStPit}$
CH: smaltimento di inerti, calcestruzzo, 5% acqua	$K_{CHConLdf}$
CH: smaltimento di inerti alla cava, non specificato	$K_{CHGr}$
RER: discarica per materiali inerti (Acciaio) PE	$K_{RERSILdf}$
EU-27: rifiuti da incenerimento di prodotti in legno (pannello OSB) ELCD/CEWEP <p-agg> [1kg di legno]	$K_{EUWWa}$
Guadagno per l'incenerimento dei rifiuti (agg minus p-agg)	$K_{Wa}$
EU-27: Discarica di prodotti in legno (pannello OSB,) PE <p-agg>	$K_{EUWLDf}$
CH: Smaltimento in discarica sanitaria di materiale inerte, 0% acqua	$K_{CHLdf}$
RER: trasporto con un autoarticolato PE [per 1tkm]	$K_{RERALT}$
Trasporto con il treno [per 1tkm]	$K_{Tr}$
Trasporto del calcestruzzo con il camion [per 100kgkm]	$K_{Cont}$
Trasporto europeo medio dell'acciaio [per 1t sulla distanza europea media]	$K_{SIAvg}$
EU-27: Mix energetico europeo PE [1kWh]	$K_{EUElec}$
Recupero di Energia elettrica in uscita	$K_{EOR}$
RER: Produzione mondiale delle piastre in acciaio (scarti in ingresso)	$K_{RERSIPi0}$
RER: Produzione mondiale dei profili in acciaio (scarti in ingresso)	$K_{RERSISec0}$
RER: Produzione mondiale di acciaio zincato (scarti in ingresso)	$K_{RERSHDG0}$
GLO: Produzione mondiale delle barre in acciaio (scarti in ingresso)	$K_{GLOSt0}$

In AMECO 3, i coefficienti di impatto sono definiti solo per 10 indicatori. I restanti 14 indicatori sono caratterizzati da un valore fisso pari a zero, a causa della mancanza di dati, ad eccezione degli ultimi 5 coefficienti che hanno valori costanti per tutti gli indicatori d'impatto.

$K_{EOR}$	8.865E-01
$K_{RERSIPi0}$	1.125E-01
$K_{RERSISec0}$	8.492E-01
$K_{RERSHDG0}$	9.162E-02
$K_{GLOSt0}$	6.983E-01



## Procedimento di calcolo

- Equazioni per il Modulo A (Fase di produzione e del processo di costruzione)

Modulo A			
Fase di produzione	A1 Approvvigionamento materie prime	Clis per solai	$m_{consl} k_{DECON}$
		Acciaio per lamiere grecate	$m_{iss} k_{REERSHDG}$
		Clis per struttura portante	$(m_{icb} + m_{isc}) k_{DECON}$
		Acciaio per armatura	$(m_{conks} + m_{irs}) k_{GLOS}$
		Travi di acciaio	$m_{isb} (1 + S_{plos}) k_{REERSISec}$
		Colonne di acciaio	$m_{isc} (1 + S_{plos}) k_{REERSISec}$
		Travi di legno	$m_{iwb} k_{DEW}$
		Colonne di legno	$m_{iwc} k_{DEW}$
	A3 Manifattura	Perdite per la produzione	$(m_{isb} + m_{isc}) S_{plos} k_{REERALT} / 10$
		Montanti e bulloni d'acciaio	$(m_{ist} + m_{ibo}) k_{GLOS}$
		Piastre di connessione	$m_{iw} k_{REERSPI}$
	A1-A3	Macro-componente	
Fase processo di costruzione	A4 Trasporto	Clis – betoniera	$m_{conmix} d_{conmix} k_{Cont} / 100$
		Clis – camion	$m_{conreg} d_{conreg} k_{REERALT} / 1000$
		Acciaio - camion	$m_{sreg} d_{sreg} k_{REERALT} / 1000$
		Acciaio – treno	$m_{str} d_{str} k_{Tr} / 1000$
		Acciaio - trasporto medio	$m_{isttot} k_{SAVG}$
		Legno – treno	$m_{iwr} d_{iwr} k_{Tr} / 1000$
		Legno – camion	$m_{iwreg} d_{iwreg} k_{REERALT} / 1000$
		Macro-componente	
Totale Modulo A			Somma di tutte le quantità del modulo A





## Procedimento di calcolo

- Per il Modulo B (fase d'uso), il calcolo prevede numerosi passaggi da seguire:
  - Definizione delle caratteristiche del solaio del piano terra
  - Valutazione del fabbisogno energetico per il riscaldamento ambiente e gli apporti termici solari associati
  - Valutazione del fabbisogno energetico per il raffrescamento ambiente e gli apporti termici solari associati
  - Valutazione del fabbisogno energetico per l'impianto di acqua calda sanitaria
- Tutte le equazioni associate ai diversi step sono riportate nel volume "Linee Guida"



## Procedimento di calcolo

- Equazioni per il Module C (fine vita)

Modulo C			
Fase di fine vita	C1 Decostruzione	Lamiere grecate	$m_{ss} k_{SEI} q_{C1}$
		Travi in acciaio	$m_{ss} k_{SEI} q_{C1}$
		Colonne in acciaio	$m_{ss} k_{SEI} q_{C1}$
		Montanti e bulloni in acciaio	$(m_{ss} + m_{bo}) k_{SEI} q_{C1}$
		Piastre di connessione	$m_{ss} k_{SEI} q_{C1}$
	C2 Trasporto	Lamiere grecate	$m_{ss} k_{REALT} / 10$
		Travi in acciaio	$m_{ss} k_{REALT} / 10$
		Colonne in acciaio	$m_{ss} k_{REALT} / 10$
		Montanti e bulloni in acciaio	$(m_{ss} + m_{bo}) k_{REALT} / 10$
		Piastre di connessione	$m_{ss} k_{REALT} / 10$
		Travi in legno	$m_{ss} k_{REALT} / 10$
		Colonne in legno	$m_{ss} k_{REALT} / 10$
		Macro-componente	
	C3 Processo per i rifiuti	Cis dei solai all'impianto di separazione rifiuti	$m_{con} e_{ols} k_{con}$
		Cis della struttura portante all'impianto di separazione rifiuti	$(m_{ss} + m_{bo}) e_{ols} k_{con}$
		Barre per l'armatura all'impianto di separazione rifiuti	$(m_{con} + m_{ss}) e_{ols} k_{con}$
	C4 Smaltimento	Lamiere grecate	$m_{ss} (1 - e_{ols}) k_{REALT}$
		Travi in acciaio	$m_{ss} (1 - e_{ols}) k_{REALT}$
		Colonne in acciaio	$m_{ss} (1 - e_{ols}) k_{REALT}$
		Montanti e bulloni in acciaio	$(m_{ss} + m_{bo}) (1 - e_{ols}) k_{REALT}$
		Piastre di connessione	$m_{ss} (1 - e_{ols}) k_{REALT}$
		Cis dei solai in discarica	$m_{con} [(1 - e_{ols}) k_{con} + (e_{ols} - v_{con}) k_{con}]$
		Cis della struttura portante in discarica	$(m_{ss} + m_{bo}) [(1 - e_{ols}) k_{con} + (e_{ols} - v_{con}) k_{con}]$
		Barre in discarica	$(m_{con} + m_{ss}) (1 - e_{ols}) k_{con}$
		Travi in legno	$m_{ss} (inc_{ss} k_{REALT} + (1 - inc_{ss}) k_{REALT})$
		Colonne in legno	$m_{ss} (inc_{ss} k_{REALT} + (1 - inc_{ss}) k_{REALT})$
		Macro-componente	
	Totale Modulo C		Somma di tutte le quantità analizzate nel modulo C



## Procedimento di calcolo

- Equazioni per il Modulo D (Benefici e carichi al di fuori dei confini del sistema)

Modulo D			
Benefici e carichi al fuori dei confini del sistema	D Benefici	Cls dei solai	$- m_{const} val_{const} kCHGr$
		Lamiere grecate	$- m_{iss} (eol_{sd} - KRERSHDGO) KGLO$
		Cls della struttura portante	$- (m_{cb} + m_{sc}) val_{const} kCHGr$
		Armatura in acciaio	$- (m_{conrs} + m_{rs}) (eol_{srs} - KGLOSIO)$
		Travi in acciaio	$- m_{td} [ (eol_{sdc} - KRERSISecD) KGLO + r_{sdc} (KRERSISec - KSIANG / 1000) ]$
		Colonne in acciaio	$- m_{sc} [ (eol_{sdc} - KRERSHDGO) KGLO + r_{sdc} (KRERSISec - KSIANG / 1000) ]$
		Montanti e bulloni in acciaio	$- (m_{st} + m_{td}) (eol_{sdc} - KGLOSIO) KGLO$
		Piastre di connessione	$- m_{td} (eol_{spi} - KRERSIDIO) KGLO$
		Travi in legno	$- m_{td} (inc_W k_{Wa} + (1 - inc_W) KEOR KEUEec / 3.6)$
		Colonne in legno	$- m_{td} (inc_W k_{Wa} + (1 - inc_W) KEOR KEUEec / 3.6)$
		Macro-componente	
Totale Modulo D		Somma di tutte le quantità analizzate nel modulo D	



## Introduzione

- Il manuale include 8 capitoli:
  - Capitolo 1 – Introduzione e scopo
  - Capitolo 2 – Codice ed ambiente informatico
  - Capitolo 3 – Impostazioni generali del programma AMECO 3
  - Capitolo 4 – Descrizione tecnica di AMECO 3
  - **Capitolo 5 – Risultati ottenuti dal software**
  - Capitolo 6 – Guida d'uso del software AMECO 3
  - Capitolo 7 – Casi studio
  - Capitolo 8 – Bibliografia



## Risultati ottenuti dal software

- I risultati di AMECO 3 sono visibili nella scheda 'Risultati', secondo la tipologia scelta dall'utente tra le seguenti opzioni:
  - Foglio di calcolo
  - Istogramma per l'impatto selezionato (con la possibilità di distinguere il modulo/i che devono essere considerati)
  - Grafico radiale che sintetizza il risultato totale dal Modulo A al Modulo C o dal Modulo A al Modulo D per tutti gli impatti
- Le diverse opzioni di scelta saranno mostrate durante la prossima presentazione



## Introduzione

- Il manuale include 8 capitoli:
  - Capitolo 1 – Introduzione e scopo
  - Capitolo 2 – Codice ed ambiente informatico
  - Capitolo 3 – Impostazioni generali del programma AMECO 3
  - Capitolo 4 – Descrizione tecnica di AMECO 3
  - Capitolo 5 – Risultati ottenuti dal software
  - **Capitolo 6 – Guida d'uso del software AMECO 3**
  - Capitolo 7 – Casi studio
  - Capitolo 8 – Bibliografia



## Guida d'uso del software AMECO 3

- All'interno del manuale, il Capitolo 6 è dedicato alla guida sull'uso di AMECO3
- Per lo studio completo di un edificio, dovranno essere forniti i parametri per ognuno dei seguenti moduli:
  - Progetto
  - Edificio
  - Involucro
  - Piano terra
  - Copertura
  - Occupazione
  - Impianti
  - Solai
  - Struttura
  - Trasporto
  - Risultati



## Guida d'uso del software AMECO 3

- Al fine di analizzare solo gli impatti della struttura, devono essere considerati i seguenti moduli:
  - Progetto
  - Edificio
  - Solai
  - Struttura
  - Trasporto
  - Risultati





## Introduzione

- Il manuale include 8 capitoli:
  - Capitolo 1 – Introduzione e scopo
  - Capitolo 2 – Codice ed ambiente informatico
  - Capitolo 3 – Impostazioni generali del programma AMECO 3
  - Capitolo 4 – Descrizione tecnica di AMECO 3
  - Capitolo 5 – Risultati ottenuti dal software
  - Capitolo 6 – Guida d'uso del software AMECO 3
  - **Capitolo 7 – Casi studio**
  - Capitolo 8 – Bibliografia



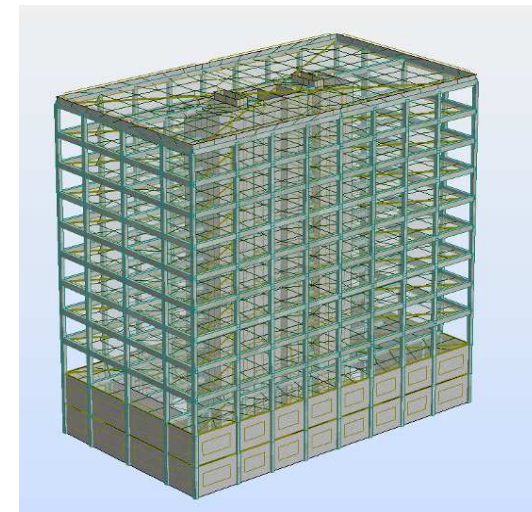
## Casi studio

- Il capitolo 7 è dedicato all'analisi dei casi-studio
- L'obiettivo è di presentare il calcolo degli impatti ambientali per diversi tipi di edifici
- Tre tipi di edifici sono considerati come casi studio:
  - Edificio per uffici
  - Edificio residenziale
  - Capannone industriale
- I casi studio considerati sono introdotti brevemente in questa presentazione
- Saranno presentati in dettaglio durante il workshop



## Casi studio – Ufficio

- Sono stati analizzati tre tipi di sistemi strutturali, che sono i più comuni in Europa:
  - Struttura composta acciaio-calcestruzzo
  - Struttura in cemento armato
  - Struttura composta acciaio-calcestruzzo ottimizzata (ottimizzazione basata su una progettazione di ECO-Design)
- Il progetto è stato condotto da uno studio di ingegneria esterno e revisionato da un gruppo di esperti indipendenti



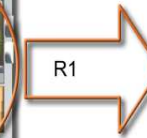


## Casi studio – Edificio residenziale

- In relazione al presente caso-studio, è stata scelta una residenza per 4 famiglie, realizzata in Romania
- Questo edificio è diviso in 4 appartamenti con una superficie netta pari a 55 m<sup>2</sup> e distribuzione interna degli spazi uguale per le 4 abitazioni che si sviluppano su due piani fuori terra



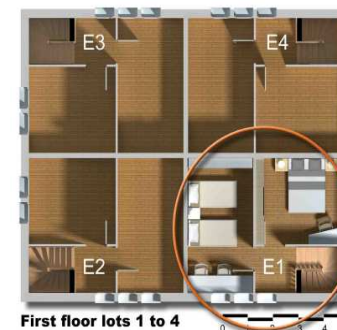
Ground floor lots 1 to 4



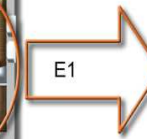
R1



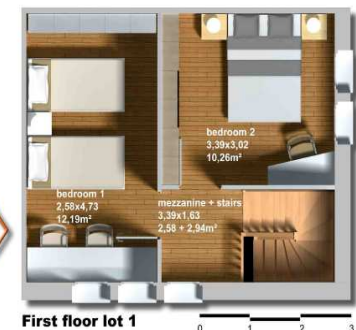
Ground floor lot 1



First floor lots 1 to 4



E1

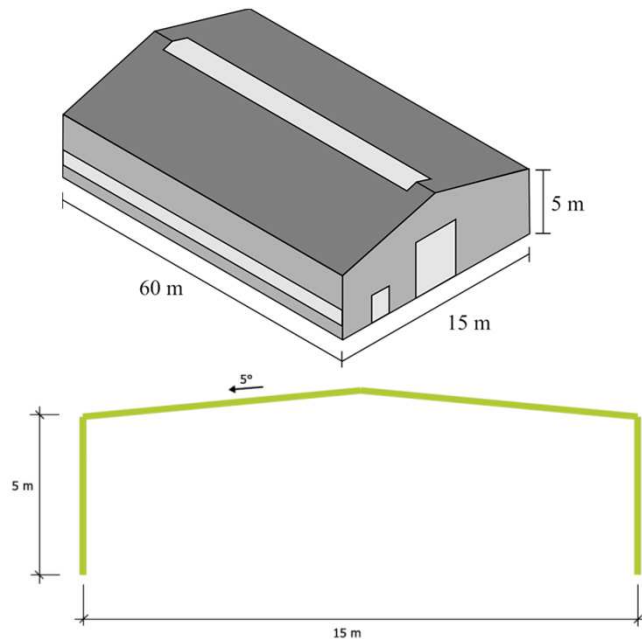


First floor lot 1



## Casi studio – Edificio industriale

- E' stato considerato un edificio industriale monopiano con una superficie di 900 m<sup>2</sup>
- Sono stati analizzati due sistemi strutturali diversi:
  - Telaio incernierato alla base, composto da profili laminati a caldo
  - Pilastri incastrati alla base, travi incernierate, composto da sezioni in cemento armato





La prossima presentazione riguarderà la  
descrizione del software AMECO 3 e  
l'applicazione per iPad

Grazie per la cortese attenzione...