



Collana **MultiCompact**
Strutture, impianti e geotecnica

Newsoft

EDISIS

Progetto e verifica
di edifici multipiano in c.a.

GRAFILL

Newsoft
EDISIS
Progetto e verifica
di edifici multipiano in c.a.

ISBN 88-8207-168-5
EAN 9 788882 071684

MultiCompact: Strutture, impianti e geotecnica, 4
Prima edizione: settembre 2005

Newsoft
EDISIS / Newsoft. – Palermo : Grafill, 2005.
(Software ; 17)
ISBN 88-8207-168-5
1. Edifici – Progetti.
628.144 CDD-20
CIP – Biblioteca centrale della Regione siciliana “Alberto Bombace”

© GRAFILL S.r.l.

Via Principe di Palagonia 87/91 – 90145 Palermo
Telefono 091/6823069 – Fax 091/6823313
Internet <http://www.grafill.it> – E-Mail grafill@grafill.it

Finito di stampare nel mese di settembre 2005
presso Officine Tipografiche Aiello & Provenzano S.r.l. Via del Cavaliere, 93 – 90011 Bagheria (PA)

Tutti i diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica e di riproduzione sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in alcuna forma, compresi i microfilm e le copie fotostatiche, né memorizzata tramite alcun mezzo, senza il permesso scritto dell'Editore. Ogni riproduzione non autorizzata sarà perseguita a norma di legge. Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

INDICE

1. GUIDA ALL'INSTALLAZIONE DEL SOFTWARE EDISIS.....	p.	11
1.1. Introduzione	"	11
1.2. Requisiti per l'installazione del software	"	11
1.3. Richiesta della password utente	"	12
1.4. Procedura per l'installazione del software	"	12
1.5. Registrazione del software	"	13
2. INTRODUZIONE AL SOFTWARE EDISIS.....	"	15
2.1. Riferimenti normativi.....	"	15
2.2. Caratteristiche del programma	"	16
2.3. L'ambiente di lavoro	"	16
2.4. La barra dei menu.....	"	17
2.5. Help in linea	"	17
2.6. Suggerimento	"	17
2.7. Barra dei comandi frequenti.....	"	17
2.8. Descrizione dell'edificio	"	18
2.8.1. Strutture analizzabili.....	"	18
2.8.2. Fasi di input	"	18
2.8.3. Modalità di input	"	18
2.8.4. I livelli	"	19
2.8.5. Montanti, Campate, Zone solaio	"	19
2.8.6. Solaio, Platee, Plinti, Sezioni travi, Sezioni pilastri e Ferri	"	19
2.8.7. Pilastri, Travi, Solai	"	19
2.9. L'ambiente grafico	"	19
2.10. Caratteristiche di analisi	"	21
2.10.1. Analisi sismica.....	"	22
2.10.2. Azioni di carico	"	22
2.10.3. Combinazioni delle azioni	"	22
2.10.4. Verifiche	"	23
2.11. Esecuzione dell'analisi	"	23
2.11.1. Contesto Normativo.....	"	23
2.11.2. Parametri Sismici.....	"	23
2.11.3. Opzioni di Analisi.....	"	23
2.11.4. Opzioni di Verifica	"	24
2.11.5. Fattori di Carico.....	"	24
2.11.6. L'analisi elastica	"	24
2.11.7. Il progetto delle armature	"	24

2.11.8.	Stili di progetto	p.	24
2.11.9.	L'analisi plastica a scansione angolare	"	24
2.11.10.	L'analisi ad adattamento plastico	"	24
2.11.11.	L'utilità di un codice veloce	"	25
2.11.12.	Risultati e disegni	"	25
2.11.13.	Il tabulato	"	25
2.11.14.	I disegni	"	26
2.11.15.	Fasi operative	"	26
2.11.16.	Tipica sessione di lavoro	"	26
2.11.17.	Consigli per la progettazione	"	27
3.	IL MENU FILE	"	28
3.1.	Comando Nuovo	"	28
3.2.	Comando Apri	"	28
3.3.	Comando Salva e Salva come	"	29
	3.3.1. Selezione del formato del file	"	29
3.4.	Comando Exit.....	"	29
4.	IL MENU DATI	"	30
4.1.	Breve descrizione	"	30
4.2.	Dati globali.....	"	31
4.3.	Dati di piano.....	"	31
4.4.	Input digitato e input grafico	"	31
4.5.	L'utilità delle visualizzazioni	"	32
4.6.	Sincronismo.....	"	32
4.7.	Griglie dati	"	32
	4.7.1. Come inserire una riga in coda.....	"	32
	4.7.2. Come inserire una riga in una posizione intermedia	"	32
	4.7.3. Come cancellare una riga	"	33
	4.7.4. Come reinserire l'ultima riga cancellata.....	"	33
	4.7.5. Suggerimenti.....	"	33
	4.7.6. Inserimento e modifica dei dati	"	33
	4.7.7. Come usare il taglia-incolla di Windows.....	"	33
	4.7.8. Controlli all'atto dell'inserimento	"	34
	4.7.9. Come usare i combo box	"	34
4.8.	Preparazione dei dati di input.....	"	34
	4.8.1. Definizione della pianta tipo	"	34
	4.8.2. Intestazioni del lavoro	"	35
	4.8.3. I livelli	"	35
	4.8.4. I montanti.....	"	35
	4.8.5. Coordinate e posizione del filo fisso	"	35
	4.8.6. Le campate.....	"	36
	4.8.7. Le zone solaio.....	"	37
	4.8.8. Le sezioni tipo	"	37
	4.8.9. Gli impalcati	"	37

4.8.10.	I plinti	p.	38
4.8.11.	I ferri	"	38
4.8.12.	I pilastri.....	"	39
4.8.13.	Le travi.....	"	39
4.8.14.	I solai	"	40
4.9.	Griglie delle armature.....	"	41
4.9.1.	Griglia Armature travi	"	41
4.9.2.	Foglio Staffe travi.....	"	42
4.9.3.	Griglia Armatura pilastri.....	"	42
4.9.4.	Foglio Staffe pilastri	"	43
4.9.5.	Griglia Armatura plinti	"	43
4.9.6.	Griglia Armatura platee	"	43
4.10.	Foglio Copia Livelli	"	44
4.10.1.	Come copiare elementi di un livello.....	"	44
4.10.2.	Come selezionare gli elementi o i livelli	"	44
5.	IL MENU EDIT	"	45
5.1.	Sincronismo.....	"	45
5.1.1.	Opzioni di disegno.....	"	46
5.1.2.	Come richiamare il foglio Opzioni di disegno	"	46
5.2.	Foglio Pianta	"	46
5.2.1.	Barra Strumenti	"	47
5.2.2.	Barre strumenti degli elementi strutturali.....	"	48
5.2.3.	Barre strumenti di zoom	"	48
5.2.4.	Dettaglio del disegno	"	48
5.2.5.	Disegno Schema	"	48
5.2.6.	Disegno Editing	"	49
5.2.7.	Disegno Esecutivo	"	49
5.2.8.	Mappa dei carichi permanenti ed accidentali	"	49
5.2.9.	Azione Inserisci Montante.....	"	50
5.2.10.	Azione Cancella Montante	"	50
5.2.11.	Azione Sposta Montante.....	"	50
5.2.12.	Azione Modifica Montante.....	"	50
5.2.13.	Azione Inserisci Campata.....	"	50
5.2.14.	Azione Cancella Campata	"	51
5.2.15.	Azione Quota Campata.....	"	51
5.2.16.	Azione Inserisci Zona Solaio.....	"	51
5.2.17.	Azione Cancella Zona Solaio	"	51
5.2.18.	Azione Inserisci Pilastro.....	"	51
5.2.19.	Azione Cancella Pilastro	"	52
5.2.20.	Azione Modifica Pilastro.....	"	52
5.2.21.	Azione Quota Pilastro.....	"	52
5.2.22.	Azione Inserisci Trave.....	"	52
5.2.23.	Azione Cancella Trave	"	52
5.2.24.	Azione Modifica Trave.....	"	53

5.2.25.	Azione Quota Trave.....	p.	53
5.2.26.	Azione Inserisci Solaio.....	"	53
5.2.27.	Azione Cancella Solaio	"	53
5.2.28.	Azione Modifica Solaio.....	"	53
5.3.	Foglio Telai.....	"	54
5.3.1.	Barra Strumenti	"	54
5.3.2.	Fogli Armature.....	"	55
5.3.3.	Barra Strumenti	"	55
5.3.4.	Popup menu	"	55
5.3.5.	Iistogrammi delle verifiche.....	"	55
5.3.6.	Come cambiare combinazione e tipo di verifica	"	55
5.3.7.	Come ottenere i valori numerici di verifica.....	"	55
5.3.8.	Riprogetto locale delle armature	"	55
5.3.9.	Barra strumenti di riprogetto	"	56
5.3.10.	La modifica locale delle armature	"	56
5.3.11.	Modifica per digitazione nelle griglie	"	56
5.3.12.	Modifica grafica delle armature	"	56
5.3.13.	Vincoli alle modifiche	"	56
5.3.14.	Foglio Armature Travi	"	56
5.3.15.	Modifica grafica delle armature	"	57
5.4.	Foglio Armatura Pilastri.....	"	58
5.4.1.	La tabella dei ferri	"	59
5.4.2.	Modifica grafica delle armature	"	60
5.5.	Foglio Armatura Pilastrate	"	60
5.5.1.	Cambio vista della pilastrata	"	60
5.5.2.	Modifica grafica delle armature	"	61
5.5.3.	Vincoli alle modifiche	"	62
5.6.	Foglio Armatura Plinti.....	"	62
5.6.1.	Modifica grafica delle armature	"	63
5.7.	Foglio Armatura Platee	"	63
5.7.1.	Modifica grafica delle armature	"	64
6.	IL MENU MODELLO	"	65
6.1.	Foglio Genera Modello	"	65
6.1.1.	Esecuzione del controllo.....	"	66
6.1.2.	La lista delle incongruenze di “modello”	"	67
6.2.	Foglio Vista solido	"	67
6.2.1.	Comandi di vista 3D	"	67
6.2.2.	Barra Strumenti	"	67
6.2.3.	Mappatura dell’impegno	"	68
6.2.4.	Visualizzazione solida per livelli e per elementi	"	69
6.2.5.	Azione dinamica.....	"	69
7.	IL MENU ANALISI	"	70
7.1.	Fasi di analisi.....	"	70

7.2.	Modello strutturale dell'edificio.....	p. 71
7.3.	Comando Analisi elastica	" 71
7.3.1.	Foglio Risultati dell'analisi statica	" 72
7.3.2.	Analisi sismica dinamica.....	" 72
	• Azioni di completamento modale	" 72
7.3.3.	Fogli Risultati dell'analisi dinamica.....	" 73
7.3.4.	Sollecitazioni in elevazione	" 73
	• Azioni di carico sismico in analisi statica	" 73
	• Azioni di carico sismico in analisi dinamica	" 74
	• Sezioni di verifica sugli elementi	" 74
	• Sollecitazioni sismiche.....	" 74
	• Inviluppo delle sollecitazioni	" 74
	• Verifiche alle tensioni ammissibili	" 74
	• Verifiche agli stati limite in zona non sismica	" 75
	• Verifiche agli stati limite in zona sismica secondo Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996	" 75
	• Verifiche agli stati limite in zona sismica secondo O.P.C.M. n. 3274/2003	" 75
7.3.5.	Sollecitazioni in fondazione	" 75
	• Scarichi sui plinti	" 75
	• Modello strutturale della fondazione	" 76
7.4.	Comando Adattamento Plastico	" 76
7.5.	Comando Plastica a Scansione	" 77
7.6.	Foglio Contesto Normativo	" 78
7.7.	Foglio Parametri Sismici	" 78
7.7.1.	Parametri sismici secondo Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996 ..	" 78
	• Zona (sismica)	" 78
	• Coefficiente sismico	" 78
	• Coefficienti di fondazione, struttura e protezione sismica	" 79
7.7.2.	Parametri sismici secondo Ordinanza n. 3274/2003	" 79
	• Zona sismica	" 79
	• Categoria del suolo di fondazione	" 79
	• Accelerazione orizzontale massima al suolo	" 80
	• Accelerazione verticale massima al suolo	" 80
	• Coefficiente del profilo stratigrafico	" 80
	• Coefficiente di amplificazione topografica	" 80
	• Periodi Tb, Tc, Td per la componente orizzontale	" 80
	• Periodi Tb, Tc, Td per la componente verticale	" 80
	• Regolarità in altezza e fattore di regolarità	" 80
	• Duttilità di progetto e fattore di duttilità	" 81
	• Tipologia strutturale	" 81
	• Rapporto di sovraresistenza e fattore moltiplicativo collegato	" 81
	• Fattore di struttura orizzontale	" 82
	• Fattore di struttura verticale	" 82
	• Fattore di importanza	" 82

7.8.	Foglio Opzioni di analisi	p.	83
7.8.1.	Tipo di analisi sismica	"	83
	• Analisi statica	"	83
	• Analisi dinamica	"	84
7.8.2.	Modi di vibrazione da considerare	"	84
7.8.3.	Metodo di combinazione modale	"	84
7.8.4.	Coefficiente viscoso equivalente	"	85
7.8.5.	Masse sismiche	"	85
7.8.6.	Complettamento modale	"	85
7.8.7.	Coefficiente viscoso equivalente	"	85
7.8.8.	Riduzione rigidezza a seguito della fessurazione	"	85
7.8.9.	Quota nominale dello spiccato di fondazione	"	86
7.8.10.	Massima e minima dimensione in pianta	"	86
7.8.11.	Eccentricità dinamica accidentale	"	86
7.8.12.	Fattore di compressibilità assiale	"	86
7.8.13.	Fattori di riduzione del carico accidentale	"	87
7.9.	Foglio Opzioni di verifica	"	87
7.9.1.	Verifica agli stati limite	"	88
	• Verifiche agli stati limite in zona non sismica	"	88
	• Verifiche agli stati limite in zona sismica secondo Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996	"	88
	• Verifiche agli stati limite in zona sismica secondo O.P.C.M. n. 3274/2003	"	88
	• Tipi di verifiche eseguite	"	89
7.9.2.	Verifica alle tensioni ammissibili	"	89
7.9.3.	Resistenze di calcolo	"	89
	• Coefficienti dei materiali	"	90
	• Tensioni limite	"	90
	• Parametri di verifica a fessurazione	"	90
	• Parametri di verifica a deformazione	"	91
7.10.	Foglio Fattori di carico	"	92
	• Fattori di carico per verifiche SL con Ordinanza n. 3274/2003	"	92
	• Fattori di carico per verifiche SL secondo Decreto Ministeriale 1996	"	93
	• Fattori di carico per verifiche TA secondo Decreto Ministeriale 1996	"	94
7.11.	Dettagli analisi secondo Ordinanza n. 3274/2003	"	95
	• Scelta della normativa sismica	"	95
7.11.1.	Definizione dei parametri sismici	"	95
	• Rapporto di sovrarestesistenza	"	95
	• Fattore amplificativo, di duttilità e di regolarità	"	96
	• Fattori di struttura orizzontale e verticale	"	96
	• Fattore di importanza	"	96
	• Coefficienti di combinazione e di riduzione dei sovraccarichi	"	96
7.11.2.	Definizione delle specifiche di progetto	"	97
7.12.	Fogli dei risultati di analisi	"	97
	• Cambio di livello e di condizione di carico	"	97

• Convenzioni di segno per le sollecitazioni	p.	97
7.12.1. Foglio Scarichi in fondazione.....	"	98
7.12.2. Foglio Tensioni sul terreno	"	98
7.12.3. Foglio Sollecitazioni Travi	"	99
7.12.4. Foglio Sollecitazioni Pilastri	"	99
7.12.5. Foglio Sollecitazioni Pannelli.....	"	99
7.12.6. Foglio Sollecitazioni Platee	"	99
7.12.7. Foglio Verifiche Spostamenti Assoluti	"	100
7.12.8. Foglio Verifiche Scorrimenti Relativi.....	"	100
8. IL MENU PROGETTO	"	101
8.1. Comando Armatura	"	101
8.2. Foglio Consuntivo	"	102
8.3. Foglio Quadro verifiche	"	103
8.4. Comando Specifiche	"	103
• Stile di progetto.....	"	103
8.5. Comando Diametri	"	104
8.6. Criteri generali di verifica	"	104
8.6.1. Sollecitazioni di verifica.....	"	104
8.7. Comando Armatura	"	104
8.8. Messaggi di attenzione	"	105
8.9. Foglio Specifiche Generali.....	"	105
Pulsanti di impostazioni rapide	"	105
8.9.1. Configurazione parametri per Ordinanza n. 3274/2003 e C.M. n. 65/1997	"	106
• Foglio Dati Ferri.....	"	106
• Foglio Progetto Specifiche Generali	"	106
• Foglio Progetto Specifiche Travi.....	"	106
• Foglio Progetto Specifiche Pilastri.....	"	107
• Foglio Progetto Diametri Pilastri.....	"	107
8.10. Foglio Diametri travi.....	"	107
8.11. Foglio Specifiche travi	"	107
8.12. Foglio Diametri pilastri	"	107
8.13. Foglio Specifiche pilastri	"	108
8.14. Foglio Diametri pareti	"	108
8.15. Foglio Specifiche pareti	"	108
8.16. Foglio Specifiche e Diametri platee	"	109
9. IL MENU STAMPA.....	"	110
9.1. Comando Opzioni	"	110
9.1.1. Fogli Opzioni sui disegni.....	"	111
9.1.2. Opzioni di impaginazione disegni	"	111
• Margini laterali del foglio	"	111
• Preferenze di spaziatura	"	112
• Preferenze di composizione	"	112

• Come richiamare il foglio Opzioni foglio di disegno	p. 112
9.1.3. Opzioni di impaginazione tabulato.....	" 112
9.2. Foglio Composizione del tabulato	" 113
• Operazioni tipiche in sessione di stampa.....	" 114
• Come comporre il tabulato	" 114
9.2.1. Anteprima del tabulato	" 114
• Il foglio Preview della relazione	" 114
• Stampa dall'Anteprima	" 115
9.2.2. Esportazione RTF del tabulato	" 115
9.2.3. Stampa diretta del tabulato	" 116
9.2.4. Suddivisione del tabulato in sezioni.....	" 116
• Sezione Introduzione.....	" 116
• Sezione Descrizione modello	" 116
• Sezione Analisi.....	" 116
• Sezione Sollecitazioni negli elementi	" 117
• Sezione Armature	" 117
• Sezione Consuntivi	" 117
• Sezione Risultati verifiche	" 117
9.2.5. Convenzioni di segno per le sollecitazioni.....	" 117
• Scarichi in fondazione.....	" 118
• Sollecitazioni nelle travi e nelle platee	" 118
9.3. Foglio Composizione dei disegni.....	" 118
• Operazioni tipiche di una sessione di stampa.....	" 119
• Come comporre il tabulato disegni.....	" 119
• Opzioni di disegno	" 119
9.3.1. Esportazione .DXF dei disegni.....	" 120
9.3.2. Stampa diretta dei disegni	" 120
9.3.3. Anteprima dei disegni.....	" 120
• Il foglio Preview disegni	" 120
• Stampa dall'Anteprima	" 120
• Esportazione in formato .DXF dall'Anteprima.....	" 120
9.4. Comando Stampante	" 121
9.4.1. Esportazione dei disegni per stampa su plotter	" 121
↳ LICENZA D'USO DEL SOFTWARE	" 127
↳ SCHEMA DI REGISTRAZIONE PER LA RICHIESTA DELLA PASSWORD UTENTE.....	" 128

Capitolo 2

Introduzione al software EDISIS

EDISIS di Newsoft è un programma per la progettazione e la verifica di edifici multipiano in c.a. a struttura intelaiata e a pianta generica. Come altri prodotti della stessa software-house, **EDISIS** offre spiccate caratteristiche di interattività e si propone come strumento di analisi integrato, completo cioè di tutte le funzioni necessarie per seguire l'intero iter progettuale, dalla ricerca interattiva del dimensionamento ottimale degli elementi, alla stampa della relazione e dei disegni.

↳ 2.1. Riferimenti normativi

L'analisi della struttura in c.a. e le verifiche sugli elementi sono state condotte in accordo con le disposizioni contenute nelle seguenti norme:

- **Legge 5 novembre 1971, n. 1086**, “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- **Legge 2 febbraio 1974, n. 64**, “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- **Decreto Ministeriale 14 febbraio 1992**, “Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche”.
- **Decreto Ministeriale 9 gennaio 1996**, “Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in c.a., normale e precompresso e per le strutture metalliche”.
- **Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996**, “Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi»”.
- **Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996**, “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”.
- **Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici 4 luglio 1996, n. 156**, “Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi» di cui al Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996”.
- **Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici 15 ottobre 1996, n. 252**, “Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in c.a., normale e precompresso e per le strutture metalliche» di cui al Decreto Ministeriale 9 gennaio 1996”.
- **Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici 10 aprile 1997, n. 65**, “Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche» di cui al Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996”.
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274**, “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 2 ottobre 2003, n. 3316**, “Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003”.

- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 10 maggio 2005, n. 3431**, “Ulteriori modifiche ed integrazioni all’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003”.

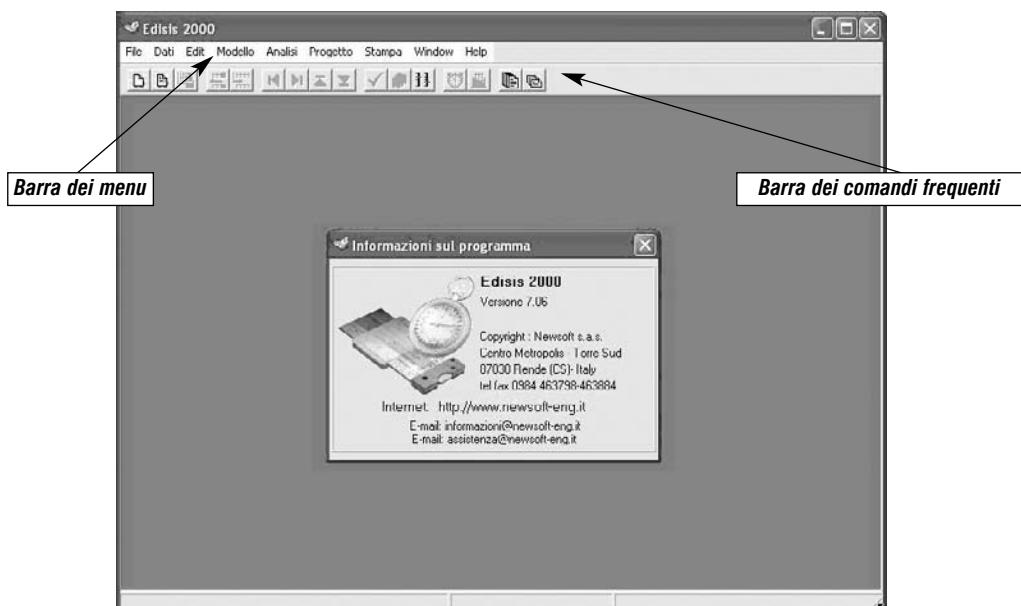
↳ **2.2. Caratteristiche del programma**

Fra le caratteristiche più interessanti del programma troviamo:

- Scelta del sistema normativo:
 - Ordinanza n. 3274/2003 (Stati Limite);
 - Decreti Ministeriali 1996 (Stati limite);
 - Decreti Ministeriali 1996 (Tensioni ammissibili);
- Analisi per coazioni termiche;
- Analisi sismica statica o dinamica;
- Analisi non lineare all’adattamento plastico o per scansione angolare;
- Verifiche: alle punte tensionali; allo stato limite ultimo di resistenza; allo stato limite di danno; alla fessurazione; alla deformazione.

↳ **2.3. L’ambiente di lavoro**

EDISIS utilizza comandi e componenti condivisi da tutte le applicazioni Windows e l’utente che abbia un minimo di esperienza in questo ambiente, non troverà difficoltà all’uso di componenti di base. L’ambiente di lavoro si basa su un’interfaccia a finestre con comandi da mouse e menu ed è strutturato in modo che l’utente possa accedere alle diverse fasi di lavoro nel modo più semplice. Sono presenti finestre dati che consentono la manipolazione e il controllo dei valori numerici, finestre grafiche di disegno e di finestre d’aiuto. L’insieme degli oggetti è gestito utilizzando funzioni di sincronismo, utili a ridurre al minimo le operazioni richieste all’utente.



↳ 2.4. La barra dei menu

La barra dei menu è posta in alto sulla schermata principale e comprende le seguenti voci:

- menu *File*: per le azioni relative alla gestione dei file;
- menu *Dati*: per aprire i fogli dei dati per la definizione della struttura;
- menu *Edit*: per aprire le finestre in cui è consentito l'editing grafico;
- menu *Modello*: per generare e visualizzare il modello strutturale;
- menu *Analisi*: per l'impostazione e avviare l'analisi;
- menu *Progetto*: per l'impostazione e avviare il progetto delle armature;
- menu *Stampa*: per impaginare, stampare, esportare tabulati e disegni;
- menu *Window*: per riorganizzare le finestre aperte a video;
- menu *Help*: per accedere all'help in linea.

↳ 2.5. Help in linea

In ogni situazione sarà possibile richiamare l'Help in linea, con il tasto **[F1]**, al fine di ottenere informazioni sulle quantità correntemente attive

↳ 2.6. Suggerimento

Il suggerimento è un messaggio di aiuto che può comparire quando il mouse sosta per qualche istante all'interno di una casella o di altri componenti.



↳ 2.7. Barra dei comandi frequenti

Nella finestra principale del programma, proprio sotto alla barra dei menu, è posto un pannello di pulsanti per attivare i comandi di uso più frequente.



- Crea una nuovo file dati;
- Apri un file dati esistente;
- Salva il file dati corrente;
- Elimina una riga nella griglia corrente;
- Inserisci una riga nella griglia corrente;

-  Passa all'elemento precedente (telaio, pilastro, trave);
-  Passa all'elemento successivo (telaio, pilastro, trave);
-  Passa al livello superiore;
-  Passa al livello inferiore;
-  Genera ed effettua il check del modello;
-  Visualizza il modello solido;
-  Apri il foglio *Opzioni di disegno*;
-  Esegui l'analisi;
-  Esegui il progetto delle armature;
-  Componi il tabulato di stampa;
-  Componi i disegni per la stampa.

2.8. Descrizione dell'edificio

Viene fornita una descrizione su come sono strutturati i dati che descrivono l'edificio.

2.8.1. Strutture analizzabili

EDISIS consente di analizzare edifici multipiano in c.a. a struttura intelaiata con pilastri e travi disposti genericamente in pianta, pareti, travi a ginocchio, travi di fondazione, plinti e platee.

2.8.2. Fasi di input

La descrizione prevede una fase globale e una di dettaglio. Secondo questo criterio, le opzioni del menu *Dati* sono raggruppate in due sezioni distinte.

Nella sezione superiore sono compresi i fogli di input come livelli, montanti, sezioni, ecc., contenenti dati di carattere globale che non hanno alcun riferimento specifico di piano. Tipicamente in questa fase si descrive la distribuzione verticale dei livelli, la posizione in pianta delle linee montanti e si assegnano i vari tipi di sezioni e di solai presenti nell'edificio.

Nella seconda fase, sezione inferiore del menu *Dati* (elementi e armature), si assegneranno i dati che hanno un riferimento preciso ad un determinato piano, come le sezioni delle travi e dei pilastri o le orditure dei solai. I fogli appartenenti a questo raggruppamento, pilastri, travi e solai, consentono il dimensionamento di dettaglio degli elementi resistenti ai vari livelli dell'edificio.

2.8.3. Modalità di input

I dati che descrivono l'edificio possono essere assegnati con varie modalità:

- digitandoli direttamente nei fogli di input previsti dal menu *Dati*;
- generandoli con istruzioni di copiatura;
- col mouse in ambiente di input grafico.

2.8.4. I livelli

Si assegnano, innanzitutto, i dati caratteristici dei livelli di piano. Il programma prevede come condizione iniziale la presenza di almeno due livelli, il livello 0 e il livello 1. A questi potranno esserne aggiunti altri con un semplice comando di inserimento.

2.8.5. Montanti, Campate, Zone solaio

In questi fogli si creano gli elementi della pianta tipo dell'edificio:

- i montanti definiscono la posizione dei fili fissi dei pilastri, gli spigoli di mensole o di solai a sbalzo;
- le campate individuano il collegamento in pianta delle travi, tramite i due montanti di incidenza;
- i campi di solaio descrivono il contorno delle maglie di impalcato su cui si vorrà definire un solaio o una platea di fondazione.

Per ogni linea montante si definirà il pilastro ai vari piani, assegnandone la sezione e i carichi direttamente applicati.

Analogamente, per ogni campata si definirà la sezione di trave ed i carichi esterni distribuiti e per ogni zona solaio le caratteristiche dell'impalcato ai vari livelli.

2.8.6. Solaio, Platee, Plinti, Sezioni travi, Sezioni pilastri e Ferri

Questi fogli consentono di definire gli archivi delle sezioni, dei solai o delle platee e delle barre di armatura. Sono previste sezioni di forma rettangolare, circolare e a T.

Per i tipi di solaio sono richieste le caratteristiche dimensionali tipiche (dimensioni pignatta, massetto, ecc.) e in automatico ne viene stimato il peso proprio. I tipi platea sono inglobati nei tipi di solaio. Per le barre di armatura vanno definite le caratteristiche meccaniche e la lunghezza minima di ancoraggio.

2.8.7. Pilastri, Travi, Solai

Vanno assegnati piano per piano e nel complesso completano la descrizione strutturale con informazioni dettagliate sul dimensionamento e sui carichi applicati.

2.9. L'ambiente grafico

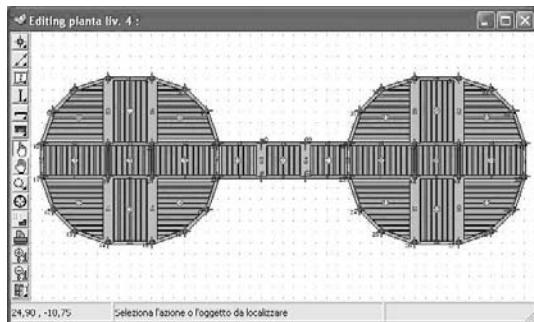
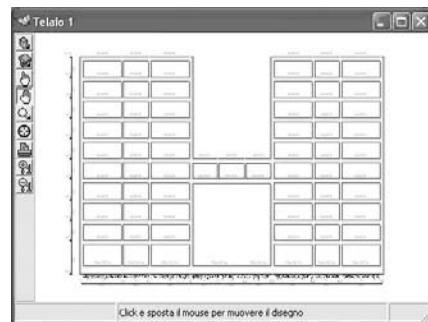
Il programma consente la vista grafica del modello, attraverso piante, viste sui telai, viste solide tridimensionali, realizzate con un grado di dettaglio tale da consentire un agevole controllo della modellazione.

A valle del calcolo armature saranno inoltre disponibili le viste delle carpenterie delle armature, pronte per la stampa o l'esportazione .DXF, con tutti i dettagli da disegno esecutivo.

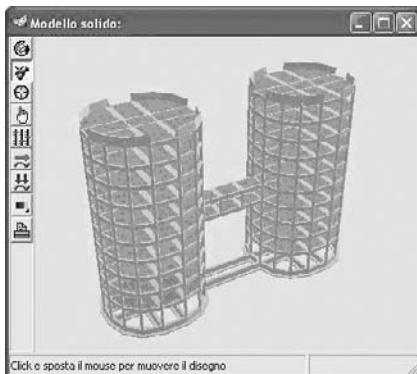
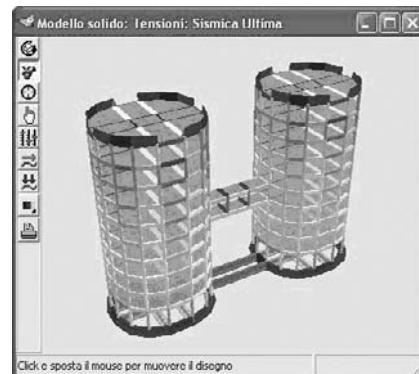
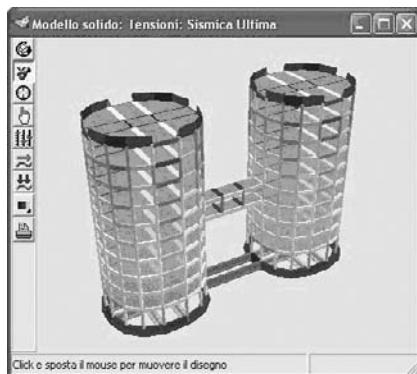
Tutte le finestre sono dotate dei comandi grafici usuali (zoom, pan, anteprima, ecc.) che permettono un facile gestione del disegno.

In altre viste, come nella pianta, ai comandi di base si aggiungono i comandi di editing grafico, organizzati in apposite barre strumenti, con i quali è possibile inserire, cancellare, spostare, modificare e quotare gli elementi di modellazione.

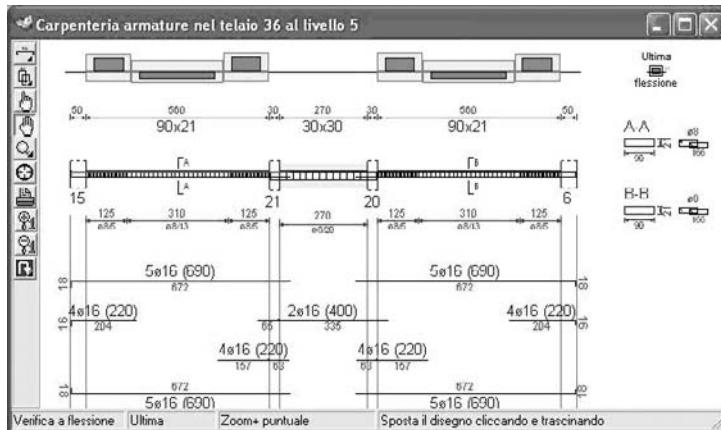
Altre viste si rendono disponibili col progredire del lavoro: i prospetti dei telai e la vista solida 3D ad esempio dipendono dalla costruzione logica del modello strutturale e quindi richiedono una consistenza minima dei dati di definizione.

*Vista di una pianta.**Vista di un telaio.*

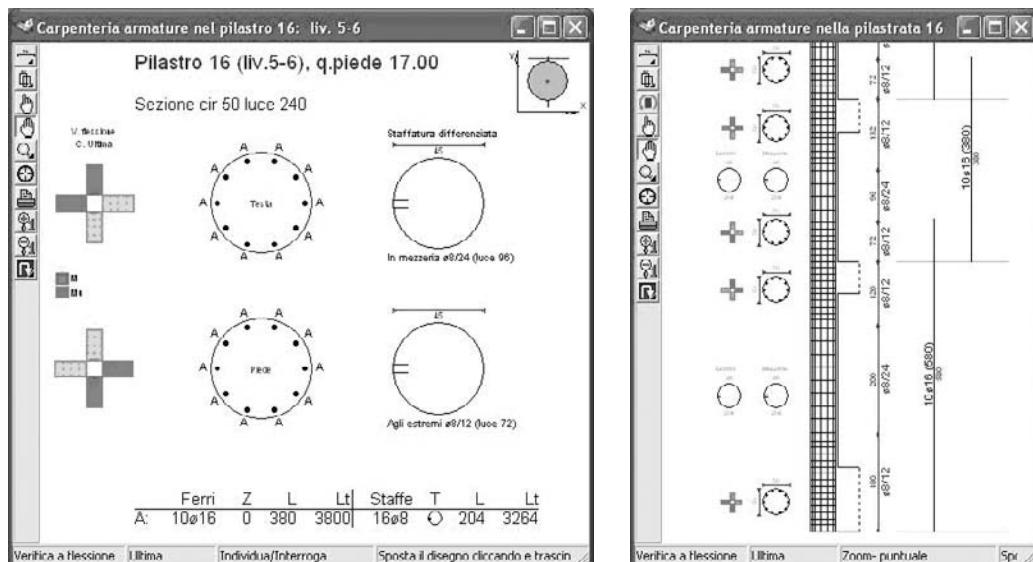
Per tutte le viste grafiche è possibile assegnare preferenze di disegno, come la dimensione e il font dei caratteri, il passo della griglia, la presenza degli indici sugli elementi o delle fillature, l'oscuramento di particolari layer. Altra caratteristica comune a tutte le finestre grafiche è il comando Anteprima, che consente di esaminare il preview di stampa del disegno, di riposizionarlo sul foglio, di stamparlo o di esportarlo in .DXF.

*Vista solida del modello.**Vista impegno calcestruzzo.**Animazione modo di vibrare.*

Per tutte le viste grafiche è possibile assegnare preferenze di disegno, come la dimensione e il font dei caratteri, il passo della griglia, la presenza degli indici sugli elementi o delle fillature, l'oscuramento di particolari layer. Altra caratteristica comune a tutte le finestre grafiche è il comando Anteprima, che consente di esaminare il preview di stampa del disegno, di riposizionarlo sul foglio, di stamparlo o di esportarlo in .DXF.



Vista delle carpenterie armature travi.



Vista delle carpenterie armature pilastri.

2.10. Caratteristiche di analisi

La modellazione strutturale è basata su una modellazione FEM 3D dell'intero organismo spaziale. I nodi di collegamento, descritti da 6 componenti cinematiche (3 spostamenti e 3 rotazioni) per nodo, sono assunti di dimensione finita e si tiene conto degli eventuali disassamenti tra gli ele-

menti ed il nodo stesso. Le platee sono modellate mediante discretizzazione in elementi finiti triangolari di piastra su suolo alla Winkler; travi e pilastri presentano deformabilità flessionale, assiale, tangenziale e torsionale, valutate sulle effettive lunghezze libere di inflessione e si basano su una descrizione cinematica arricchita da funzioni *bolla* controllate da variabili interne. Ne risulta una modellazione accurata, capace di descrivere in modo affidabile anche elementi tozzi, quali travi di forte spessore o pareti di taglio, con dimensioni trasversali non trascurabili rispetto alla luce.

2.10.1. Analisi sismica

Il programma consente di effettuare l'analisi sismica secondo i due diversi metodi contemplati dalle norme vigenti:

- Analisi sismica per forze statiche equivalenti;
- Analisi sismica dinamica per sovrapposizione modale dello spettro di risposta.

2.10.2. Azioni di carico

Le azioni di carico considerate sono:

- *Azioni permanenti*;
- *Azioni accidentali*;
- *Azioni termiche*;
- *Azioni sismiche*.

Nell'analisi statica le azioni sismiche comprendono il sisma in direzione X, il sisma in direzione Y ed eventualmente una azione torsionale addizionale. Le diverse azioni sono combinate ai fini della valutazione delle sollecitazioni nelle sezioni secondo l'angolo d'incidenza sismico più restrittivo. Nell'analisi dinamica le azioni sismiche sono messe in conto considerando i primi n modi di vibrazione del sistema, tenendo conto del fattore di partecipazione sul singolo modo, calcolato in base all'angolo di incidenza sismica più sfavorevole.

In **EDISIS**, inoltre, è possibile usufruire del completamento modale, che consente di raccogliere gli effetti dei modi a basso periodo trascurati dall'analisi modale, come ad esempio quelli dovuti alla componente verticale dell'accelerazione sismica che, tipicamente, tende ad eccitare prevalentemente i modi a basso periodo di vibrazione. È possibile, ancora, mettere in conto un'azione sismica torsionale addizionale. A valle dell'analisi è fornita la percentuale della massa totale attivata dal sisma ai fini delle verifiche di normativa. Le sollecitazioni da azioni sismiche sono combinate in modo probabilistico attraverso la legge SRSS (Square Root of Sum of Squares) oppure tramite la CQC (Complete Quadratic Combination).

2.10.3. Combinazioni delle azioni

Le combinazioni delle azioni considerate ai fini della verifica dipendono dal sistema normativo selezionato.

Selezionando *Stati Limite* si considerano le quattro seguenti combinazioni, si assegnano i fattori massimi e minimi di inviluppo:

- Quasi-permanenti per S.L. di esercizio;
- Frequenti per S.L. di esercizio;
- Rara per S.L. di esercizio;
- Ultima per S.L. ultimo.

Nel caso in cui si fosse optato per il calcolo secondo l'Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003 a queste quattro si aggiungono le ulteriori combinazioni:

- Sismica Ultima per S.L. ultimo;
- Sismica Danno per S.L. di danno.

Selezionando invece il sistema normativo *Tensioni Ammissibili* si considera una unica combinazione con fattori di inviluppo unitari.

2.10.4. Verifiche

Il programma esegue tutte le verifiche richieste dalle norme vigenti per il sistema normativo scelto. In particolare sono eseguite:

- Verifica delle punte tensionali per S.L. Esercizio;
- Verifiche di resistenza per S.L. Ultimo;
- Verifiche alla fessurazione, per S.L. Esercizio;
- Verifiche alla deformazione.

La verifica delle punte tensionali è effettuata per i diversi stati limiti di esercizio in funzione dei fattori di sicurezza sui carichi e sulle resistenze richieste dalla normativa.

La verifica di resistenza è effettuata in corrispondenza della combinazione allo stato limite ultimo. L'analisi assume i fattori di sicurezza e i limiti di deformazione fissati per l'acciaio e per il calcestruzzo.

La verifica a fessurazione è svolta in funzione dell'aggressività ambientale e della sensibilità delle armature. Vengono considerate sette sezioni di verifica per le travi (a 0, 10, 35, 50, 65, 90, e 100 % della luce), due sezioni di verifica per i pilastri (in testa e al piede) mentre per le platee le verifiche vengono effettuate in due sezioni mutuamente ortogonali di centro campo e lungo ciascun lato del contorno.

La verifica a deformazione comprende il controllo dello scorrimento di interpiano, ai fini della verifica di espulsione dei tramezzi e della funzionalità degli impianti, e il controllo dello spostamento totale degli impalcati ai fini della verifica a martellamento.

2.11. Esecuzione dell'analisi

Una volta conclusa la descrizione dell'edificio, si potrà procedere all'esecuzione dell'analisi e del progetto armature, avendo preventivamente scelto le opzioni del menu *Analisi*.

2.11.1. Contesto Normativo

Nel foglio *Analisi|Contesto Normativo* viene definita la norma sismica di riferimento (Ordinanza n. 3274/2003 o Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996) e la modalità di verifica (Stati Limite o *Tensioni Ammissibili*). Tale scelta consentirà di fissare successivamente, per mezzo degli altri fogli disponibili, i parametri necessari per assolvere alle prescrizioni della norma scelta.

2.11.2. Parametri Sismici

Nel foglio *Analisi|Parametri Sismici*, si definiscono i parametri utili all'analisi sismica dell'edificio, con riferimento alla normativa sismica scelta.

2.11.3. Opzioni di Analisi

Nel foglio *Analisi|Opzioni di Analisi*, si definiscono il tipo di analisi da effettuare (statica o dinamica), il tipo di combinazione modale ed altri parametri, quali la legge di distribuzione dei carichi accidentali e l'eventuale riduzione di compressibilità assiale per i carichi permanenti.

2.11.4. Opzioni di Verifica

Nel foglio *Analisi|Opzioni di Verifica*, si definiscono i fattori riduttivi per le resistenze di calcolo e gli altri parametri funzionali alle verifiche.

2.11.5. Fattori di Carico

Nel foglio *Analisi|Fattori di Carico*, si assegnano i fattori massimi e minimi di inviluppo per le combinazioni di carico da considerare.

2.11.6. L'analisi elastica

La sessione inizia con l'analisi elastica, nel corso della quale il programma effettua l'analisi dei carichi, determina la soluzione elastica per ciascuna azione di carico e quindi procede all'inviluppo delle sollecitazioni per le varie combinazioni da considerare. Sono inoltre disponibili a video (se è stata effettuata l'analisi dinamica) i modi di vibrazione (anche in modalità grafica 3D OpenGL), i relativi fattori di partecipazione e la percentuale di massa totale attivata dal sisma. È possibile infine controllare le tensioni sul terreno, ricavate secondo normativa dalla combinazione dei valori nominali delle azioni.

2.11.7. Il progetto delle armature

Si prosegue con le fasi di progetto delle armature per le travi, i pilastri, plinti e platee. Le armature saranno calcolate in accordo con lo stile di progetto assegnato ed eventualmente potranno anche essere localmente modificate.

2.11.8. Stili di progetto

L'utente può definire un proprio stile di progetto delle armature nelle travi, nei pilastri, nei plinti, nelle pareti, e nelle platee assegnando specifiche di dimensionamento e disposizione, come diametri, percentuali massime e minime, interassi desiderati, fattori di simmetria, ecc..

2.11.9. L'analisi plastica a scansione angolare

L'analisi plastica a scansione angolare è utile, a valle del progetto delle armature, per definire il fattore di struttura realmente disponibile per la struttura secondo delle direzioni assegnate. Si tratta di un'analisi elastoplastica incrementale con carichi verticali fissi e carichi orizzontali variabili secondo un moltiplicatore dei carichi. Con questa opzione l'utente può affinare la fase di progettazione iniziale valutando ed utilizzando il fattore di struttura effettivo.

2.11.10. L'analisi ad adattamento plastico

Se si è optato per il metodo agli Stati Limite, si può proseguire con l'esecuzione dell'analisi non lineare ad adattamento plastico (shakedown), che consente di tener conto della ridistribuzione di sollecitazioni dovuta alle deformazioni plastiche. Quest'effetto comporta, in generale, una riduzione delle punte tensionali ed una migliore uniformità nella disposizione delle armature.

EDISIS consegue questo risultato con una analisi elasto-plastica rigorosa, che può essere attivata solo a valle di una progettazione preliminare delle armature (ad esempio basata sui risultati della soluzione elastica) ed opera attraverso un processo di ottimizzazione che incrementa il fattore di sicurezza della struttura fino al limite di adattamento plastico.

A valle dell'analisi ad adattamento plastico è possibile una riprogettazione delle armature in base al nuovo assetto delle sollecitazioni.

2.11.11. L'utilità di un codice veloce

Il dimensionamento ottimale degli elementi che minimizza i costi e assicura una buona risposta strutturale non è noto a priori. Il progettista può arrivarci solo attraverso un processo di affinamento graduale della soluzione iniziale, secondo un ciclo che prevede la modifica del dimensionamento iniziale, la riesecuzione dell'analisi e la valutazione sintetica del risultato ottenuto. Tale modo di operare, tuttavia, diventa eseguibile in pratica solo se lo strumento di analisi consente di modificare facilmente i dati e se i tempi di elaborazione non sono proibitivi. Inoltre, il progettista dovrà essere in grado di valutare sinteticamente i risultati ottenuti sulla base di indicazioni utili fornite dal programma. In **EDISIS** tutto ciò non solo è possibile, ma anche piacevole, grazie all'efficienza del codice e ai supporti grafici di cui è dotato.

2.11.12. Risultati e disegni

Le opzioni di stampa del programma, consentono di avere in uscita un elaborato finale di calcolo completo di dati, risultati e disegni, in accordo con le più recenti disposizioni legislative.

2.11.13. Il tabulato

Tutti i dati relativi all'edificio analizzato, i criteri che ne hanno consentito l'analisi, i risultati numerici delle verifiche condotte e quant'altro lo riguardi, possono essere organizzati nella composizione della relazione progettuale. L'esclusione o l'inclusione delle voci contemplate, sarà rispettata fedelmente nel tabulato e, in ogni caso, verificabile a video mediante il preview di stampa, dove saranno disponibili particolari opzioni relative all'attuazione stessa di questa fase.

Risultati globali di analisi

Parametri di analisi

SPIETTO PLASTICO	
-zona sismica:	II
-accelerazione orizzontale al suolo:	0,25g
-velocità sismica massima:	0,30
-altezza suolo di fondazione:	1,00
-coefficiente perito stratigrafico:	1,00
-coefficiente perito stratigrafico:	0,05-0,40-2,00
-periodi T1-Tc-Td attesa - verticale:	0,05-0,15-1,00

FATTORI STRUTTURALI

-negligenza in alto:	neglige
-fattore regolatore in altezza:	1,00
-fattore regolatore in profondità:	1,00
-fattore duttilità strutturale:	0,70
-analogia strutturale:	2/100
-rapporto di resistenza angolare:	45%
-rapporto di sovraesigenza:	1,30
-fattore di struttura orizzontale:	4,10
-fattore di struttura verticale:	1,00
-fattore di importanza:	1,00

OPZIONI DI ANALISI

-massima dimensione in piani:	1,00 m
-minima dimensione in piani:	1,00 m
-massima dimensione in altezza (olo carico permanente):	1,00
-fattore di riduzione carichi acc. ai piani superiori:	1,00
-fattore di riduzione carichi acc. ai piani inferiori:	0,86
-modellazione masse amide:	uniformemente distribuita sugli elementi
-numero di nodi considerati:	74
-metodo di soluzione:	iterativo
-metodo di soluzione:	verso i vertici
-metodo combinazione modi:	SRSS
-fattore di riduzione rigidezza (rigidezza flessurata):	100%
-massa totale eccitata in dx:	99,2%
-massa totale eccitata in dy:	99,7%
-massa totale eccitata in dz:	99,3%
-eccentricità dinamica assorbitante:	2,00
-eccentricità dinamica assorbitante:	20,00 mm max

Risultati dell'analisi spettrale

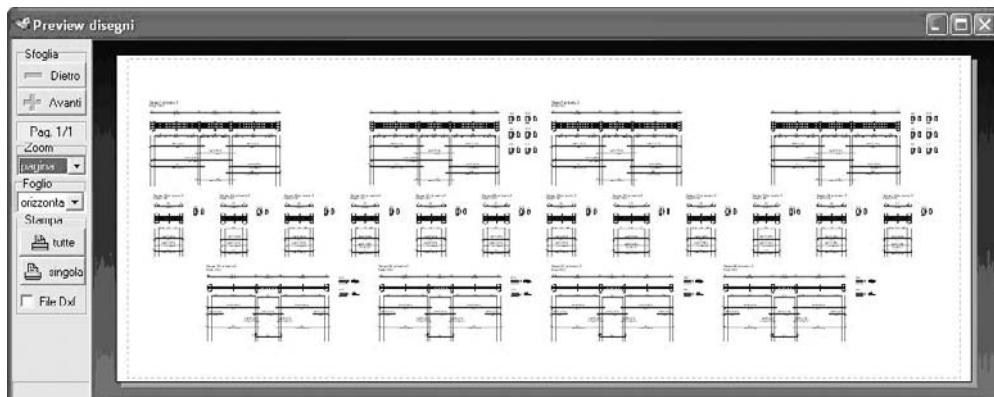
Mob	Tslu	net. stu	Tsd	net. std	Oscilatore	Orte
1	0,2076	0,0316	0,7936	0,0316	preval. X	I
2	0,7240	0,8788	0,7240	0,8788	preval. Y	I
3	0,7240	0,11040	0,7240	0,11040	preval. Y	I
4	0,4110	0,0040	0,4110	0,0040	locuale	II
5	0,4110	0,0004	0,4110	0,0004	locuale	0
6	0,3210	0,0004	0,3210	0,0004	locuale	0
7	0,2812	0,2877	0,2812	0,2877	preval. X	I
8	0,2444	0,7766	0,2444	0,7766	preval. X	I

Il tabulato così composto può essere stampato direttamente o esportato in formato .RTF.

2.11.14. I disegni

I disegni prodotti dal programma consistono in carpenterie di piano, sezioni sui telai, prospettive, carpenterie delle armature travi, plinti, platee e tabelle pilastri.

Nella fase di definizione della struttura, i disegni riportati a video possono essere utilizzati per controllare l'esattezza dei dati inseriti. A valle delle fasi di progetto, inoltre, il programma consente di modificare la disposizione delle armature, intervenendo localmente sulla carpenteria visualizzata (il programma fornisce in grafico i risultati della verifica).



Tutti i disegni possono essere stampati direttamente o esportati in ambienti CAD in formato .DXF per ulteriori elaborazioni grafiche.

2.11.15. Fasi operative

Si è posta una cura particolare nel progettare l'ambiente di lavoro del programma, di modo che fosse di facile apprendimento e semplice nell'uso.

EDISIS si aggancia perfettamente all'ambiente applicativo di Windows; di conseguenza, chi già possiede familiarità con Windows, non troverà alcuna difficoltà nel far funzionare correttamente il programma. Se invece si è nella fase di apprendimento di Windows, seguendo attentamente i suggerimenti forniti in questo manuale, non sarà difficile apprendere le caratteristiche di funzionamento di **EDISIS**.

Tutte le fasi di lavoro sono opportunamente distinte. Si fa ampio uso della grafica sia per l'input che per i risultati e per la digitazione da tastiera un posto di rilievo è assegnato alle griglie, che consentono una visione molto compatta dei dati e consentono operazioni di modifica molto veloci. Il codice di analisi è stato ottimizzato con lo scopo di ottenere risultati affidabili nel minor tempo possibile e per aumentare la produttività del programma. Le fasi di output sono state particolarmente curate per raggiungere la migliore resa grafica, sia nelle fasi di preview che di stampa su carta. Inoltre, la relazione di calcolo e i disegni possono essere esportati verso altri ambienti, utilizzando i formati .RTF per il testo e il .DXF per i disegni.

2.11.16. Tipica sessione di lavoro

Le fasi tipiche che compongono una sessione di lavoro sono le seguenti:

1. Inserimento dei dati di una nuova struttura o lettura di un file dati già salvato; gli elementi strutturali (travi, pilastri, solai, platee ecc.), possono essere definiti utilizzando indif-

ferentemente le tabelle corrispondenti, o gli editor grafici. L'inserimento degli elementi nell'ambiente grafico è particolarmente semplice ed intuitivo, ed essendo supportato da finestre di aiuto sui dati correntemente usati, consente un immediato riscontro visivo delle entità introdotte;

2. Generazione del modello e analisi dei carichi: se tutti gli elementi strutturali sono stati inseriti correttamente, o si pensa che lo siano, si procede con la generazione del modello strutturale. Detta fase organizza la struttura, valutando automaticamente gli scarichi permanenti e accidentali che vi competono. L'eventuale presenza di incongruenze nei dati è opportunamente segnalata; quest'ultima circostanza richiede il controllo e la modifica delle entità di sospetto, al cui termine è necessario ripartire con la generazione del modello.
- 3 Verifica di conformità della geometria mediante la visualizzazione di piante, sezioni e prospettive;
4. Esecuzione delle fasi di analisi e progetto;
5. Esame critico degli esiti dell'analisi ed eventuali ridimensionamenti;
6. Eventuale riesecuzione della fase di analisi e progetto, con dimensionamenti variati in base all'esame precedente;
7. Controllo a video delle armature progettate;
8. Eventuali modifiche locali dei ferri, col supporto degli histogrammi di verifica disponibili a video, aggiornati immediatamente dopo ogni modifica;
9. Composizione dei tabulati: ad analisi ultimata possono essere attivate le opzioni di composizione dei tabulati per includervi i paragrafi e i formati desiderati;
10. I tabulati e i disegni possono essere impaginati all'interno dell'ambiente **EDISIS** e visualizzati come anteprima di stampa. Si può avviare la stampa su carta anche di singole pagine o l'esportazione in formato .DXF i disegni e .RTF per il testo, per ulteriori elaborazioni in ambienti CAD e di word-processing.

2.11.17. Consigli per la progettazione

Per un uso efficiente del programma si consiglia di ripetere più volte le fasi 4, 5 e 6, fino ad ottenere un dimensionamento di insieme corretto:

- massima regolarità possibile per la struttura;
- equilibrata distribuzione delle tensioni normali nei pilastri;
- assenza di sezioni fortemente armate.

Nel caso si volesse modificare localmente l'armatura proposta, si raccomanda di effettuare l'operazione col supporto a video degli histogrammi di verifica. Si ha modo così di controllare in modo completo il nuovo regime di sforzi nell'elemento al variare della configurazione dell'armatura.