





Angelo Fania
Principi elementari di tecnologia

Proprietà letteraria riservata.
© 2017 Angelo Fania

© 2017 Phasar Edizioni, Firenze.
www.phasar.net

I diritti di riproduzione e traduzione sono riservati.
Nessuna parte di questo libro può essere usata, riprodotta o diffusa con un mezzo qualsiasi senza autorizzazione scritta dell'autore.

Progetto di copertina: Angelo Fania
Grafica di copertina: Stefania Carafa

Stampato in Italia.

ISBN 978-88-6358-347-2





ANGELO FANIA

PRINCIPI ELEMENTARI DI TECNOLOGIA

Phasar Edizioni







La Tecnologia

La tecnologia, dal greco “τεχνολογία” letteralmente “discorso sull’arte”, dove con arte s’intende il saper fare, è l’ambito multidisciplinare di ricerca, progettazione e applicazione pratica dei principi scientifici, tecnici e commerciali, nella costruzione di prodotti artigianali e industriali con i più recenti mezzi disponibili sul mercato, la migliore in termini di qualità e caratteristiche.







Prefazione

Gli sviluppi dell'Ingegneria, e più in generale delle scienze applicate, hanno portato a una profonda trasformazione di alcune discipline tradizionali. Tra queste discipline è certamente da annoverare la Tecnologia dei materiali, influenzata da nuove scoperte e conoscenze sulla struttura e sulla proprietà della materia.

La Tecnologia, svincolata dall'empirismo che per secoli l'ha dominata, ha così affondato nuove radici proprio nelle parti della Fisica e della Chimica che nei tempi recenti hanno subito più rivoluzionari sviluppi.

Si pensi alle profonde trasformazioni delle condizioni di vita dell'uomo, derivate, negli ultimi anni, dai progressi nel campo delle leghe resistenti alle alte temperature, dai materiali magnetici, dai compositi e dai semiconduttori.

Visto che questa scienza si va rapidamente diffondendo, si dovrà convenire che oggi è indispensabile una conoscenza approfondita degli elementi di Fisica, Chimica, Meccanica ed Elettronica.

“Principi Elementari di Tecnologia” copre un arco molto ampio di discipline scientifiche e tecnologiche: elementi di Meccanica, struttura della materia, l'elettromagnetismo con cenni sulla teoria della relatività e la teoria delle superstringhe, scienza e tecnologia dei materiali, i materiali compositi, minerali, pietre preziose e rocce da costruzione, il terreno agrario e il disegno tecnico.

Uno sviluppo preponderante è dato alla trattazione degli argomenti attinenti ai materiali compositi, sia per l'importanza preminente che questi materiali hanno assunto nell'industria, sia perché le proprietà di questi materiali sono così multiformi da comprendere in generale anche quelle che, in misura più o meno ristretta, sono possedute da materiali diversi.

La trattazione è svolta in modo da prendere in considerazione le proprietà della materia, che è alla base di tutte le applicazioni sul piano industriale. Gli argomenti si articolano con più voci, accompagnati da disegni e foto affrontati organicamente in modo graduale e con la massima semplicità (liberati da citazioni e commenti) al fine di evitare qualsiasi confusione della loro comprensione.

“Principi Elementari di Tecnologia” è il titolo di un testo che offre una visione globale delle conoscenze attuali di tecnologia, per la ricchezza degli argomenti, la sequenzialità nella comprensione, la semplicità nell'esposizione. È un'opera capace di soddisfare le esigenze di conoscenza, di curiosità o di semplice informazione, non solo degli alunni delle scuole secondarie di primo grado, ma anche di quelli delle scuole superiori e di tutti quei professionisti, diplomati o laureati in materie non prettamente scientifiche o tecniche, desiderosi di entrare nel mondo meraviglioso della scienza e della tecnica.

Le voci sono completate da illustrazioni e tabelle che hanno lo scopo di rendere più agevole, la comprensione del testo. Le illustrazioni uniscono l'essenzialità del disegno tecnico-scientifico al rigore della grafica moderna. Le tabelle racchiudono, in forma concisa, dati, formule, valori numerici, classificazioni riassuntive.

Devo avvertire infine che la necessità di trattare argomenti attinenti a campi anche molto diversi inevitabilmente avrà arricchito questo libro di lacune e manchevolezze facilmente rilevabili da eventuali lettori specializzati nei vari settori.

Ricordo che il libro è destinato ai giovani che intendono affrontare per la prima volta lo studio delle tecnologie. A questi ho tentato di offrire una visione d'insieme delle proprietà della materia e una prima guida alle successive approssimazioni con le quali si tende, senza mai raggiungerla, a una conoscenza definitiva di esse. L'impossibilità di questa conoscenza è uno dei limiti invalicabili all'intelletto dell'uomo, che ne separa la contingenza dall'eternità.







Indice Generale

1. Elementi di Meccanica.....	1
La Meccanica	1
Sistema Internazionale di Misura (SI)	1
Grandezze	2
Grandezze scalari.....	2
Grandezze vettoriali	2
Vettore	2
Somma e differenza di due o più vettori.....	2
Tabella delle grandezze del Sistema Internazionale	4
Grandezze fondamentali	5
Lunghezza	5
Evoluzione storica del metro campione	6
Tolleranze del metro campione	6
Multipli e sottomultipli del metro di uso comune	6
Fattore di moltiplicazione	7
Strumenti di misura.....	7
Tolleranza	8
Tabelle delle aree e dei volumi	9
Tabella dell'alfabeto greco	10
Tempo.....	10
Massa	12
Temperatura.....	13
Corrente elettrica.....	14
Intensità luminosa	15
Quantità di sostanza	17
Grandezze supplementari	17
Angolo piano	17
Angolo solido	17
Grandezze derivate.....	17
Velocità.....	18
Moto rettilineo uniforme	18
Accelerazione	19
Moto uniformemente accelerato.....	19
Moto naturalmente accelerato	20





Moto circolare uniforme	21
Accelerazione centripeta	22
Moto armonico	22
Forza	23
Principi della dinamica.....	23
Impulso e quantità di moto	24
Il peso o forza di gravità.....	24
Massa specifica	24
Volume specifico	24
Peso specifico o pressione	24
Pressione assoluta.....	25
Pressione atmosferica	25
Pressione effettiva	25
Depressione	25
Campo gravitazionale.....	26
Forza centrifuga	26
Momento di una forza	27
Teorema di Varignon.....	27
Momento di una coppia di forze.....	27
Baricentro o centro di gravità.....	27
Resistenze passive.....	28
Attrito radente	28
Attrito evolvente.....	29
Lavoro.....	30
Energia.....	30
Energia potenziale.....	30
Energia cinetica	30
Forza d'inerzia	31
Momento d'inerzia di massa	32
Potenza	32
Cavallo vapore	32
Rendimento delle macchine	33
Strumenti per la misura della potenza.....	33
Trasmissione del moto	34
Ruote di frizione e pulegge con cinghie di trasmissioni	34
Ruote dentate.....	35
Macchine semplici	35
Leve	35
Leva di primo genere vantaggiosa.....	36
Leva di primo genere svantaggiosa	36
Leva di primo genere equilibrata	36
Leva di secondo genere.....	36
Leva di terzo genere.....	37
Carrucole	37
Carrucola fissa.....	37
Carrucola mobile	37
Verricello.....	38
Piano inclinato.....	38
Cuneo	38
Meccanica dei fluidi	39
Legge di Stevino	39
Pressione idrostatica	39
Principio dei vasi comunicanti.....	40
Principio di Pascal.....	40
Principio di Archimede.....	41
Altezza piezometrica o pressione statica	41
Altezza cinetica o Pressione dinamica.....	42





Teorema di Bernoulli	42
Portata.....	43
Viscosità dinamica	43
Viscosità cinematica.....	43
Colpo d'ariete.....	44
Macchine idrauliche.....	44
Pompe	44
Pompa alternativa a stantuffo.....	44
Pompa continua	44
Pompa alternativa a membrana	45
Pompa centrifuga	45
Pompa aspirante.....	45
Turbine.....	45
Turbina Pelton	46
Turbine Francis	46
Termodinamica.....	47
Calore.....	47
Lavoro termico.....	47
Quantità di calore	47
Temperatura	48
Cambiamenti di stati termici	48
Scale termometriche	48
Dilatazione termica dei solidi.....	49
Entropia	50
Entalpia.....	50
Capacità termica massica.....	51
Principio di equivalenza	51
Principi della termodinamica.....	52
Variabile di stato	52
Coordinate termodinamiche	52
Massa di una mole.....	53
Principali costanti fisiche della termodinamica	53
Equazione di stato.....	53
L'energia interna	54
Trasformazione ISOCORA	54
Trasformazione ISOBARA.....	54
Trasformazione ISOTERMA.....	55
Trasformazione ADIABATICA	55
Ciclo teorico e reale nei motori endotermici.....	56
Ciclo otto teorico e reale.....	57
Ciclo diesel teorico e reale	57
Differenze fra il ciclo teorico e quello reale.....	58
Turbocompressore.....	59
Turboreattore a doppio flusso	59
Sistema di iniezione elettronica diesel Common Rail.....	60
Impianto di alimentazione combustibile.....	60
ABS	61
ESP	62
2. Struttura della materia	65
Costituenti fondamentali della materia e delle loro interazioni	65
Dimensioni delle particelle costituenti l'atomo	65
Modello standard	66
Forze fondamentali.....	66
Forza Elettromagnetica (fotone)	66
Forza Nucleare Debole (bosone).....	66
Forza Nucleare Forte (gluone).....	67
Forza di Gravità (gravitone)	67





Tabella delle particelle e antiparticelle fondamentali.....	68
Tabella delle particelle e antiparticelle non fondamentali	69
Particelle fondamentali.....	70
Bosoni o Mediatori.....	70
Fotone.....	71
Gluone	71
Bosoni deboli.....	71
Bosone di Higgs	71
Gravitone	72
Unità di massa atomica (GeV)	73
Annichilazione	73
Fermioni (Leptoni e Quark).....	74
Leptoni	74
Neutrino	74
Elettrone	76
Muone	76
Tauone	76
Quark	77
Particelle non Fondamentali	78
Mesoni.....	78
Pione	78
Kaone	78
Barioni	79
Nucleoni	79
Protone.....	79
Neutrone.....	80
Iperoni.....	81
Lambda.....	81
Sigma	82
Xi.....	82
Omega	82
Decadimento	82
Decadimento particellare	82
Decadimento radioattivo	84
Decadimento radiativo	84
Struttura dell'atomo	84
Atomo	84
Sistema periodico degli elementi	86
Composizione isotopica di alcuni elementi	88
Gravitazione secondo Newton.....	89
Leggi di Keplero	90
Principio della relatività galileiana.....	90
Teoria della Relatività	91
Relatività Speciale o Ristretta (RR)	91
Quarta dimensione (il tempo)	92
Trasformazioni di Lorentz (TL).....	93
Costanza della velocità della luce.....	96
Relatività Generale (RG).....	97
Conseguenze della RG.	100
Doppler (effetto)	100
Il red-shift solare.....	101
Il red-shift delle nane bianche	101
Il red-shift dei buchi neri	101
Spostamento del perielio di mercurio	101
Deviazione della posizione apparente delle stelle.....	102
Onde gravitazionali	102
Buco Nero	102





Principi fondamentali su cui fondare una teoria fisica	103
Teorie classiche.....	104
Teorie quantistiche.....	104
Principio di indeterminazione (Heisenberg).....	104
Principio di sovrapposizione.....	105
Principio di corrispondenza.....	105
Effetto fotoelettrico.....	105
Unificazione delle teorie.....	106
Teoria delle stringhe.....	106
Teoria delle superstringhe.....	107
Madre di tutte le teorie.....	108
Energia nucleare	109
Radioattività.....	109
Fissione nucleare.....	109
L'unità di misura della radioattività.....	110
La produzione di energia nucleare.....	111
Fusione nucleare.....	111
Stati di aggregazione della materia	112
Valenza	112
Il numero di Ossidazione o Stato di Ossidazione.....	112
Tabella delle valenze e degli ioni di alcuni elementi.....	113
Stato solido	114
Struttura amorfa.....	114
Cristallografia.....	114
Simmetria cristallina.....	115
Stato liquido	115
Stato gassoso	116
Stato di plasma	116
Chimica	116
Struttura molecolare	117
Legame ionico.....	117
Legame covalente.....	117
Legame metallico.....	117
Legame dativo o semipolare.....	118
Legame a idrogeno.....	118
Legami ibridi e ibridi di risonanza.....	118
Reazioni chimiche.....	119
Elettrochimica	121
Acidi forti.....	122
Basi Forti.....	122
Elettrolisi.....	122
Elettrolisi dell'acqua.....	122
Elettrolisi del cloruro di sodio.....	123
Ossidoriduzione	123
Reazione di ossidazione.....	123
Reazione di riduzione.....	124
Galvanostegia.....	125
Analisi chimica	125
Campionamento.....	126
Generalità sui metodi di analisi.....	126
Analisi nella chimica organica.....	127
Analisi chimica qualitativa.....	127
Analisi chimica quantitativa.....	128
Analisi e titolazione coulometriche.....	128
Saggio alla fiamma.....	128
3. Elettromagnetismo	131
Elettrotecnica	132





Campo elettrico	132
Carica elettrica elementare	133
Quantità di elettricità	134
Movimento delle cariche elettriche.....	134
Induzione	134
Induzione elettrostatica	135
Conduzione nei liquidi e nei gas	135
Conduzione nei solidi.....	136
Corrente elettrica	137
Corrente continua (CC)	137
Corrente alternata (CA)	137
Tensione o potenziale (V)	138
Differenza di potenziale(d. d. p.)	138
Volt(V)	139
Forza elettromotrice F.e.m. oppure (E)	139
Caduta di tensione (c. d. t.)	139
Resistenza elettrica (R)	139
Legge di Ohm (Ω)	139
Tavola delle resistività di alcuni materiali	140
Superconduttività.....	140
Energia elettrica	141
Potenza elettrica	142
Circuito elettrico	142
Magnetismo	145
Campo magnetico terrestre.....	146
Magnetite ($Fe_3 O_4$)	146
Sostanze Ferromagnetiche	147
Sostanze ferrimagnetiche	148
Sostanze diamagnetiche.....	148
Sostanze Paramagnetiche.....	149
Campo magnetico (H)	150
Campo magnetico generato da un conduttore rettilineo.....	151
Permeabilità magnetica (μ)	152
Campo magnetico generato da una spira	153
Il campo magnetico generato all'interno di una bobina.....	153
Induttanza (L) o coefficiente di autoinduzione	154
Isteresi magnetica.....	155
Flusso del campo magnetico (Φ)	156
Induzione magnetica (B)	159
Induzione elettromagnetica.....	160
Mutua induzione	162
Deflessione elettrostatica.....	163
Deflessione elettromagnetica	164
Onde elettromagnetiche.....	164
Tabella delle onde elettromagnetiche	167
Raggi cosmici.....	167
Raggi alfa	168
Raggi beta	168
Raggi gamma.....	168
Raggi x.....	168
Guide d'onda	168
Generatori di onde elettromagnetiche	170
Antenna a dipolo	170
Generatori di microonde	171
Klystron.....	171
Magnetron.....	172
Laser.....	173





Grandezze alternate sinusoidale	175
Impianto elettrico.....	176
Salvavita	177
Interruttore magnetotermico	177
Messa a terra	178
Protezione da Sovratensione	178
Parafulmine	179
Simboli di elettrotecnica (Tabella)	179
Schemi d'impianti d'illuminazione	180
Centro luce comandato da deviatori	181
Centro luce comandato dal commutatore.....	182
Impianto luce delle scale.....	183
Impianto luce di un appartamento.....	184
Lampade	186
Proprietà cromatiche delle sorgenti luminose	188
La temperatura di colore.....	188
Indice di Resa Cromatica	188
La durata di vita media	188
Efficienza energetica delle lampade.....	188
Candela	189
Lampade ad incandescenza.....	190
Lampade ad incandescenza alogene	190
Lampade a scarica di gas	191
Lampade fluorescente ai vapori di mercurio a bassa pressione	191
Lampada fluorescente compatta	192
Lampade a vapori di sodio a bassa pressione.....	193
Lampade a scarica ad alta pressione.....	194
Lampade ai vapori di sodio ad alta pressione	194
Lampade a vapore di mercurio ad alta pressione.....	195
Lampade a luce miscelata	196
Lampade ad Alogenuri Metallici	197
Lampade a induzione.....	198
Lampade a LED	199
Lampade a polimeri organici (OLED)	200
Generatori e motori elettrici	202
Pile	203
Pila di Volta.....	203
Elettrodo standard a idrogeno	204
Pila Daniell.....	205
Pila a secco o pila Leclanché	206
Pila Weston	206
Pile alcaline	207
Accumulatore elettrico	208
Ricarica	209
Batteria al piombo.....	209
Batteria alcalina	210
Accumulatori nichel-idruri metallici.....	211
Accumulatori al litio	211
Accumulatore magnetico.....	212
Generatori a energia solare.....	212
Macchine elettriche.....	212
Generatori e motori elettrici in corrente continua.....	213
Dinamo	213
Motori a corrente continua	215
Motore a CC brushless senza spazzole.....	215
Motore passo-passo	216
Generatori e motori elettrici rotativi in corrente alternata	217





Alternatore	217
Motori a corrente alternata.....	218
Motore sincrono	220
Motore asincrono	221
Motori asincroni trifase	221
Trasformazione dei motori trifase in monofase	223
Motore asincrono monofase	224
Motori lineari	225
Elettronica.....	226
Componenti e dispositivi elettronici	226
ComponentiElettronici	227
Resistore.....	227
Condensatore.....	228
Induttori.....	228
Trasformatore.....	230
Diodo	232
Diodo PiN	234
Diodo LED.....	234
Diodo Laser	236
Fotodiodo	236
Diodo Zener	236
Diodo Varicap.....	237
Super diodo.....	237
Transistor.....	237
Sistema binario.....	239
Numerazione binaria	240
Esempi di operazioni con i numeri binari	241
Porte logiche	243
Operatori logici in ambito elettronico.....	243
Funzione logica AND	244
Funzione logica NOT.....	245
Funzione logica NAND	245
Funzione logica OR.....	246
Funzione logica NOR.....	246
Funzione logica XOR.....	247
Funzione logica XNOR	247
Circuito per convertire un numero decimale in binario.....	248
Circuito integrato.....	248
Scala di integrazione	249
Memorizzazione dei dati.....	249
Circuito stampato.....	250
4. Scienza e Tecnologia dei materiali	251
Proprietà dei materiali.....	251
Proprietà fisiche	251
Massa specifica	251
Conducibilità termica	251
Conducibilità elettrica	252
Temperatura di fusione	253
Dilatazione termica	253
Fluorescenza	253
Colore (pigmento)	253
Lucentezza	253
Suscettività magnetica	253
Proprietà chimiche.....	253
Corrosione.....	253
Passivazione.....	254





Anodizzazione o ossidazione anodica	254
Amorfizzazione	254
Cristallizzazione	254
Galvanotecnica	254
Sfaldabilità	254
Incrudimento	254
Trattamenti termici	254
Temprabilità	254
Rinvenimento.....	254
Ricottura	255
Cementazione	255
Nitrurazione	255
Malleabilizzazione	255
Normalizzazione	255
Bonifica	255
Proprietà meccaniche	255
Sollecitazione a trazione	255
Sollecitazione a compressione	259
Sollecitazione a flessione	260
Momenti d'inerzia a flessione	261
Sollecitazione a taglio.....	262
Sollecitazione a torsione	262
Sollecitazioni composte.....	263
Carico di punta.....	263
Flessione e taglio (Le travi)	264
Flessione e torsione	266
Durezza	266
Resilienza	269
Proprietà tecnologiche	270
Fusibilità	270
Tenacità	271
Elasticità	271
Saldabilità	271
Plasticità.....	271
Malleabilità.....	271
Duttilità	271
Lavorazioni meccaniche	272
Sinterizzazione	272
Estrusione	272
Trafilatura.....	272
Fucinatura	272
Imbutitura e Stampaggio	272
Laminazione	273
Rullatura.....	273
Piegatura.....	273
Limatura e piallatura	273
Scalpellatura.....	274
Raschiatura e lappatura	274
Foratura	274
Filettatura	274
Alesatura.....	275
Taglio.....	275
Punzonatura	275
Tornitura.....	275
Fresatura.....	276
Brocciatura	276
Stozzatura	276





Levigatura.....	276
Rettifica	276
Trattamenti superficiali	277
Pallinatura	277
Sabbatura	277
Lucidatura	277
Brillantatura	277
Verniciatura	277
Placcatura	286
Stagnatura	286
Piombatura	285
Sverniciatura e rivestimento laser.....	286
Rivestimento sotto vuoto (PVD)	286
Evaporazione con cannone elettronico.....	286
Evaporazione ad arco catodico.....	287
Sputtering con magnetron.....	287
Polimerizzazione	288
Nanotecnologie	288
I nanocomposti	290
I materiali più comuni	292
Il legno	292
Tipi di legno	297
Legni tenerissimi (Balsa).....	299
Obeche.....	299
Pioppo.....	300
Abete.....	300
Ontano	301
Douglas.....	302
Pino.....	302
Legni teneri (Cirmolo)	302
Castagno.....	303
Olmo	304
Cipresso.....	304
Betulla	305
Larice	305
Legni duri (Ciliegio)	306
Frassino.....	306
Teck	307
Platano	308
Acero	309
Pero.....	309
Noce	310
Faggio.....	312
Iroko	312
Pitch-pine.....	313
Quercia.....	313
Mogano.....	315
Robinia	315
Panga-panga	316
Legni durissimi (Ulivo)	316
Palisandro	317
Mecrusse	317
Bosso.....	317
Ebano	318
Pau Preto.....	318
Pannellidi compensato	319
Placcati	320





Paniforte.....	321
Laminato.....	321
Lamellare.....	322
Truciolato.....	322
Impiallacciato.....	323
Tamburati.....	323
Mediodenso.....	322
Masonite.....	323
Carta.....	324
Vetro.....	326
Lattice.....	332
Metalli o conduttori.....	332
Alluminio.....	334
Ferro.....	335
Ghisa.....	336
Acciaio.....	337
Rame.....	338
Rame (leghe).....	339
Titanio.....	340
Mercurio.....	341
Argento.....	342
Oro.....	343
Platino.....	344
Uranio.....	345
Isolanti.....	346
Semiconduttori.....	347
Germanio.....	349
Silicio.....	350
5. Materiali Compositi.....	351
Proprietà dei materiali compositi.....	352
Classificazione dei materiali compositi.....	353
Fibre.....	353
Principali tipi di fibre.....	355
Fibre di vetro.....	355
Fibra ottica.....	356
Fibre dicarbonio.....	357
Fibre ceramiche.....	359
Fibre Tessili.....	361
Struttura del tessuto.....	361
Principali tessuti.....	362
Classificazione delle fibre tessili.....	364
Fibre tessili naturali.....	365
Fibre tessili naturali animali.....	365
Lana.....	365
Seta.....	366
Bisso.....	368
Cashmere o kashmir.....	367
Fibre tessili artificiali animali.....	368
Lanital e Merinova.....	369
Galalite.....	369
Fibre tessili naturali vegetali.....	370
Lino.....	370
Cotone.....	370
Juta.....	371
Ràfia.....	372
Fibre tessili minerali.....	372
Amianto.....	372





Fibre tessili minerali artificiali	374
Lamè.....	374
Fibre di boro	374
Fibre di vetro tessile	375
Fibre di carbonio tessile	376
Fibre ceramiche tessili	377
Fibra di basalto	377
Fibre tessili polimeriche.....	378
Monomeri.....	379
Etilene.....	379
Esteri	379
Fenolo (Acido fenolico)	379
Vinile	379
Acrilonitrile	379
Propilene	379
Stirene	380
Metile.....	380
Isoprene	380
Polibutadiene	380
Fibre tessili polimeriche artificiali	380
Cellulosa.....	380
Rayon e Viscosa	381
Modal	382
Acetato	382
Lyocell	382
Fibre Polimeriche sintetiche	382
Silicone	383
Poliammidica (Nylon)	383
Aramidiche	385
Kevlar	385
Twaron.....	386
Nomex	386
Kermel	387
Poliestere.....	387
PET.....	387
PBT.....	388
Resine poliestere insature.....	388
Alcantara	388
Polietileniche.....	389
Polietilene.....	389
Pen	389
Polipropilenicha	390
Polivinilica	391
Acrilica.....	391
Elastomerica	392
Spandex o lycra	393
Matrici o resine.....	393
Tabella delle matrici.....	394
Matrici polimeriche	394
Matrici termoindurenti.....	394
Resine fenoliche	395
Resine poliestere	396
Resine acriliche	396
Resine epossidiche	397
Resine composite.....	397
Resine termoplastiche	398
Matrici o resine o polimeri termoplastici	399





Resine termoplastiche amorphe	400
PVC	400
ABS.....	400
Policarbonati	401
Polimetilmetacrilato (Plexiglas)	402
Resine termoplastiche semicristallini	403
Polimero a cristalli liquidi	403
Polietilene.....	403
Polipropilene	404
Peek	405
Teflon	406
Resine termoplastiche elastomeri.....	407
Gomma naturale	408
Gomma sintetica	409
Matrici metalliche	409
Matrici ceramiche	411
Composti Ceramici	411
6. Terreno Agrario.....	413
Caratteristiche fisiche chimiche e biologiche del terreno	414
Fattori che influenzano la fertilità del terreno	414
Proprietà fisiche del terreno.....	414
Composizione del terreno agricolo	415
Tessitura o Grana del terreno	419
Triangolo dei vari tipi di terreno.....	420
Tabella riassuntiva dei vari tipi di terreno	421
Struttura del terreno.....	422
Proprietà meccaniche del terreno	423
Temperatura del terreno	425
Esposizione del terreno.....	425
Giacitura del terreno	426
Tempo metereologico	426
Proprietà chimiche del terreno	427
Potere assorbente	426
pH del terreno	427
Potere tampone.....	429
Composizione chimico-mineralogica.....	429
Potenziale redox del terreno.....	429
Contenuto in calcare	430
Proprietà biologiche.....	430
Classe granulometrica	431
Terreni argillosi	431
Terreni limosi.....	432
Terreni sabbiosi.....	432
Confronto fra i tre tipi di terreni	433
Argilloso - sabbiosi (AS)	433
Argilloso - limosi (AL)	434
Sabbioso - limosi (SL)	434
Terreni calcarei.....	434
Sabbioso-argilloso-calcarei (SAC)	435
Sabbio-calcarei e limo-calcarei (SC-LC)	435
Terreni organici o umiferi	435
Terreni franchi o di medio impasto	436
Terreni vulcanici (V)	437
Terreno a scheletro prevalente	438
L'erosione	438
Dotazione di elementi nutritivi	439
Classificazione degli elementi nutritivi.....	439





Idrogeno o (prozio)	439
Ossigeno	440
Carbonio	441
Macroelementi principali	444
Azoto (N)	444
Fosforo.....	446
Potassio.....	449
Macroelementi secondari	450
Calcio	450
Zolfo	450
Magnesio	451
Microelementi per tutte le specie.....	452
Ferro.....	452
Cloro.....	452
Manganese	453
Rame.....	453
Zinco.....	454
Boro	454
Molibdeno	455
Microelementi per alcune specie.....	455
7. Minerali, pietre preziose e Rocce da costruzione	457
Classificazione dei minerali.....	457
Suddivisione dei minerali	458
Le proprietà fisiche dei minerali.....	459
Pietre preziose o gemme	459
Caratteristiche delle gemme	460
Tipi e forme di tagli	461
Gemme più usate.....	463
Diamante	465
Carbonati.....	466
Azzurrite	466
Malachite	467
Ossidi di alluminio	467
Corindone	467
Rubino.....	468
Zaffiro	469
Padparadshah.....	469
Turchese	470
Silicati	471
Quarzo.....	471
Quarzo ialino.....	472
Quarzo Citrino	473
Occhio di tigre.....	473
Quarzo rosa.....	474
Quarzo verde.....	474
Quarzo affumicato	475
Ametista.....	475
Calcedonio	476
Corniola	476
Agata	476
Agata blu	477
Onice	477
Diaspro.....	478
Opale.....	479
Opale nero	479
Opale nobile	480





Opale d'acqua	480
Opale di fuoco	480
Opale blu	480
Crisoprasio	480
Berillo	481
Smeraldo.....	482
Acquamarina.....	482
Eliodoro	482
Bixbite.....	483
Morganite	484
Feldspati.....	484
Topazio	485
Zircone	486
Olivina	486
Granato	487
Tormalina	488
Labradorite	489
Spinelli	489
Gemme organiche	491
Perle.....	491
Corallo.....	492
Madreperla	493
Ambra	493
Avorio.....	494
Legno silicizzato	495
Corozo o Avorio vegetale	496
Rocce da costruzione.....	497
Rocce magmatiche o ignee.....	498
Rocce intrusive	498
Granito.....	498
Sienite	499
Dioriti	499
Miche	500
Rocce effusive	501
Porfido.....	502
Basalto.....	503
Trachite	503
Ossidiana	504
Pomice.....	505
Rocce metamorfiche.....	505
Rocce metamorfiche di contatto	507
Serpentino	507
Cornubianiti.....	508
Marmo	508
Marmi più usati.....	509
Botticino.....	509
Pietra di Apricena	510
Daino reale.....	511
Marmo di Candoglia	511
Rosa del portogallo	512
Marmo Giallo Siena	512
Marmo di Carrara	513
Bianco di Carrara	513
Statuario.....	514
Venatino	514
Arabescato	515
Calacatta Oro	515





Cipollino.....	515
Rocce metamorfiche regionale	516
Quarzite	516
Ardesia.....	517
Gneiss	518
Rocce metamorfiche dinamico, cataclastico	519
Breccie tettoniche.....	519
Cataclasite	520
Milonite.....	520
Rocce sedimentarie clastiche o terrigene	520
Rocce sedimentarie coerenti o cementate	520
Conglomerati.....	521
Tufo	521
Arenaria.....	522
Siltite	523
Argilliti.....	523
Rocce sedimentarie incoerenti	523
Ghiaia.....	524
Pozzolane.....	525
Sabbia	525
Limo e fango	525
Argilla	526
Rocce sedimentarie di origine chimica.....	527
Carbonati.....	528
Calcite.....	529
Pietra di Vicenza	529
Travertino	530
Alabastro	531
Alabastro gessoso	531
Alabastro calcareo.....	552
Dolomia	553
Dolomite	534
Rocce sedimentarie di origine organica	535
Rocce silicee organogene	536
Rocce fosfatiche.....	537
Rocce combustibili	537
8. Disegno Tecnico	539
Squadre	539
Compasso.....	540
Matita	540
Scala di durezza delle mine	541
Tipi di linee	541
Penna tipo rapidograph.....	541
Formato dei fogli da disegno	542
Tavolo da disegno.....	542
Costruzioni geometriche.....	543
Pentagono	543
Esagono	544
Poligoni regolari con qualsiasi numero di lati	544
Spirale a quattro centri.....	544
Spirale di Archimede	545
Curve coniche.....	545
Ellisse.....	545
Iperbole	546
Parabola	546
Elica	546
Sinusoide	547





Scale di proporzioni	548
Quotatura dei disegni	549
Tavole riassuntive sulle quotature	550
Disposizione delle quote nelle assonometrie	551
Sezioni e tagli	551
Tratteggio delle sezioni	554
Tolleranze di lavorazione	554
Accoppiamento	560
Accoppiamenti nel sistema albero base	562
Accoppiamenti nel sistema foro base	564
Relazione tra tolleranza e rugosità	566
Indicazione della rugosità nel disegno	567
Segni di lavorazione	568
Indicazione dei gradi di lavorazione	569
Applicazione della rugosità Ra μm	569
Rappresentazione dei solidi	570
Proiezioni ortogonali	570
Proiezione ortogonali (disegni eseguiti in)	573
Assonometrie	581
Assonometria Isometrica	583
Assonometria Cavaliera	585
Assonometria Monometrica	586
Prospettiva	587
Prospettiva frontale o centrale	588
Prospettiva angolare o accidentale	592
Paragone fra prospettiva centrale e accidentale	597
Progetto di una villetta	599
Progetto di una villetta eseguito al computer	601
Disegno d'arredo	604
Estetica	607
Colore	610
Pigmenti	614
Colori primari	616
Il sistema YRB (Giallo / Rosso / Blu)	616
Il sistema RGB (Rosso / Verde / Blu)	617
Il sistema CMY (Ciano / Magenta / Giallo)	617
La scelta dei colori	618
Bianco	618
Nero	618
Giallo	619
Rosso	620
Blu	620
Verde	621
Viola	621
Arancione	622
Indaco	623
Grigio	623
Marrone	624



