

00. ÍNDEX

01. Introducció (I)	1
02. Objectius (O)	2
03. Estudi de la integració fotovoltaica en els edificis (E)	3-73
03.1. Introducció a l'energia fotovoltaica	3
03.2. Cèl·lules i mòduls fotovoltaics	4-9
03.2.1. La cèl·lula solar	4-5
03.2.2. El mòdul fotovoltaic	6-9
03.2.2.1. Característiques elèctriques i tecnològiques	6-7
03.2.2.2. Característiques mecàniques i estructura	7-9
03.2.2.3. Tendències actuals	9
03.3. Mòduls fotovoltaics per la seva integració arquitectònica	9-13
03.3.1. Possibilitats de disseny	9-12
03.3.2. Mòduls de silici cristal·lí en edificis	12
03.3.3. Mòduls de silici amorf en edificis	13
03.3.4. Altres mòduls de làmina prima en edificis.....	13
03.4. Els edificis fotovoltaics	14-17
03.4.1. Introducció als edificis fotovoltaics.....	14-15
03.4.2. El generador fotovoltaic.....	15
03.4.3. L'inversor	15
03.4.4. Paràmetres de comportament	16
03.4.5. Fiabilitat dels edificis amb sistemes fotovoltaics	16-17
03.4.6. Seguretat dels edificis amb sistemes fotovoltaics	17
03.5. Criteris generals per a la generació fotovoltaica	17-32
03.5.1. Introducció dels criteris de generació fotovoltaica	17-18
03.5.2. La irradiància: orientació i inclinació	19-32
03.5.2.1. La constant solar	21-22

03.5.2.2. Factor de localització geogràfica	22-23
03.5.2.3. Factor estacional	23-24
03.5.2.4. Factor climatològic.....	24-25
03.5.2.5. Factors de pèrdues	25-32
03.5.2.5.1. Temperatura	25-26
03.5.2.5.2. Dispersió o disparitat	26-27
03.5.2.5.3. Cablejat i connexions.....	27
03.5.2.5.4. Brutícia	27-28
03.5.2.5.5. Ombrejat.....	28-30
03.5.2.5.6. Reflexió	31-32
03.5.2.5.7. Espectre de radiació	32
03.6. Disseny de la pell de l'edifici.....	32-56
03.6.1. Disseny del sistema fotovoltaic.....	32-33
03.6.2. Sistemes de façana	34-46
03.6.2.1. Opcions d'integració	34-46
03.6.2.1.1. Façanes ventilades.....	34-36
03.6.2.1.2. Sistemes de mur cortina	37-43
03.6.2.1.3. Sistemes de finestres	43-44
03.6.2.1.4. Lames i para-sols de protecció solar	44-46
03.6.3. Sistemes de coberta.....	46-51
03.6.3.1. Cobertes i lluernaris	46-51
03.6.4. Requeriments exigibles als tancaments.....	51-56
03.6.4.1. Vida útil dels tancaments	51-52
03.6.4.2. Comportament estructural	52
03.6.4.3. Moviment de l'edifici i toleràncies	52
03.6.4.4. Permeabilitat a l'aire	52-53
03.6.4.5. Prestacions tèrmiques	53-54
03.6.4.6. Seguretat i resistència	54-55

03.6.4.7. Aïllament acústic.....	55
03.6.4.8. Resistència al foc.....	55-56
03.6.4.9. Tensions tèrmiques en el vidre	56
03.7. Panorama actual de l'energia fotovoltaica	56-72
03.7.1. Dades generals sobre la situació a Catalunya	56
03.7.2. Canvis normatius de la reforma del sector elèctric.....	57
03.7.3. Possibilitat de la hibridació elèctrica i dels sistemes aïllats	57-58
03.7.4. El futur de les smart cities des d'una vessant energètica.....	58-59
03.7.5. Potencial de la fotovoltaica en l'entorn rural	59-61
03.7.6. Legalització de les instal·lacions d'autoconsum.....	61-64
03.7.7. Edificis amb energia	64
03.7.8. Projectes relacionats	65-69
03.7.8.1. Projecte "Jujuy" UdG. Plaques solars amb material reciclat	65
03.7.8.2. Projecte ETSAB (UPC).Projecte "LOW 3"	65-66
03.7.8.3. Projecte ETSAB (UPC). Projecte "RESSÒ".....	67-69
03.7.8.4. Projecte "Etree".....	69-70
03.7.9. Tendències actuals.....	70-73
03.7.9.1. Altres formes de generar electricitat integrada als edificis.....	70-73
03.7.9.1.1. Pintura d'alta conductivitat elèctrica	70-71
03.7.9.1.2. Producció elèctrica mitjançant cobertes enjardinades	71
03.7.9.1.3. Noves formes d'emmagatzemar l'energia	71-72
03.7.9.1.5. Panell Sandwich amb integració fotovoltaica.....	72-73
04. Aplicació per el disseny a una edificació existent (A).....	74-352
04.1. Memòria de l'edifici existent (M)	74-207
04.1.1. Dades generals.....	74-77
04.1.1.1. Contingut de l'encàrrec.....	74
04.1.1.2. Identificació i agents del Treball Final de Grau	74-75

04.1.1.3. Relació de documents complementaris, projectes parcials i tècnics redactors	76
04.1.1.4. Dades generals complementàries del projecte	76-77
04.1.2. Memòria descriptiva (MD)	77-94
04.1.2.1. Objecte de l'aplicació	77
04.1.2.2. Antecedents	77-83
04.1.2.2.1. Requisits normatius	77-78
04.1.2.2.2. Requisits derivats de l'encàrrec	78
04.1.2.2.3. Condicions de l'emplaçament i de l'entorn físic	78-81
04.1.2.2.4. Preexistències i intervencions a l'edifici existent	82-83
04.1.2.3. Descripció del projecte	83-87
04.1.2.3.1. Descripció general del projecte en relació a l'entorn i dels espais exteriors adscrits	83-84
04.1.2.3.2. Justificació del compliment de la normativa urbanística ...	84
04.1.2.3.3. Descripció de l'edifici. Programa funcional i usos previstos. Descripció bàsica dels sistemes constructius	84-85
04.1.2.3.4. Relació de superfícies i altres paràmetres resum de l'edifici	85-87
04.1.2.4. Requisits a complimentar per les característiques de l'edifici	87-94
04.1.2.4.1. Relació de requisits generals a complimentar	87-88
04.1.2.4.2. Utilització: Condicions funcionals relatives a l'ús (o als usos) de l'edifici. Requisits i prestacions de l'edifici	88
04.1.2.4.3. Accessibilitat. Requisits i prestacions de l'edifici	88
04.1.2.4.4. Seguretat estructural. Requisits	88-89
04.1.2.4.5. Seguretat en cas d'incendi. Requisits i prestacions de l'edifici	89-91
04.1.2.4.6. Seguretat d'utilització. Requisits i prestacions de l'edifici	91-92
04.1.2.4.7. Salubritat. Requisits	92

04.1.2.4.7.1. Protecció enfront la humitat	92
04.1.2.4.7.2. Recollida i evacuació de residus	92
04.1.2.4.8. Protecció enfront del soroll. Requisits i prestacions de l'edifici	93
04.1.2.4.9. Estalvi d'energia i limitació de demanda energètica....	93-94
04.1.2.4.10. Ecoeficiència. Requisits i prestacions de l'edifici.....	94
04.1.2.4.11. Altres requisits i prestacions de l'edifici.....	94
04.1.3. Memòria constructiva (MC)	94-177
04.1.3.1. Treballs previs i replanteig general	94-100
04.1.3.1.1. Treballs previs	94-98
04.1.3.1.1.1. Enderrocs	98-99
04.1.3.1.1.2. Afectació a edificis veïns, serveis i altres elements.....	99
04.1.3.1.1.3 Construccions i instal·lacions temporals	99-100
04.1.3.1.2. Replanteig general	100
04.1.3.2. Sustentació de l'edifici i adequació del terreny	100-106
04.1.3.2.1. Característiques del terreny	100-103
04.1.3.2.2. Actuacions per reduir i controlar les afectacions a edificis veïns, serveis o altres elements.....	103-104
04.1.3.2.3. Condicionament del terreny	105-106
04.1.3.3. Sistema estructural	106-132
04.1.3.3.1. Aspectes generals de sistema estructural	106-118
04.1.3.3.1.1. Descripció general	106-107
04.1.3.3.1.2. Requisits i prestacions	107-109
04.1.3.3.1.3. Normativa aplicada i altres documents de referència	109-110
04.1.3.3.1.4. Accions considerades	110-117
04.1.3.3.1.5. Deformacions admissibles	117-118

04.1.3.3.1.6. Altres consideracions	118
04.1.3.3.2. Fonaments i contenció de terres	118-120
04.1.3.3.2.1. Aspectes generals dels fonaments i els elements de contenció de terres.....	119-120
04.1.3.3.3. Estructura.....	120-132
04.3.3.3.1. Aspectes generals de l'estructura.....	120-123
04.3.3.3.2. Estructura de formigó armat i acer	123-132
04.1.3.4. Sistemes d'envolvent i d'acabats exteriors	132-142
04.1.3.4.1. Aspectes generals dels sistemes d'envolvent i acabats exteriors.....	132
04.1.3.4.2. Terres en contacte amb el terreny.....	133
04.1.3.4.3. Murs en contacte amb el terreny	133-134
04.1.3.4.4. Façanes	134-138
04.1.3.4.5. Mitgeres	138-139
04.1.3.4.6. Cobertes	139-141
04.1.3.4.7. Sostres en contacte amb l'exterior.....	141
04.1.3.4.8. Escales i rampes exteriors	141-142
04.1.3.5. Sistemes de compartimentació i d'acabats interiors	142-148
04.1.3.5.1. Aspectes generals dels sistemes de compartimentació i acabats interiors	142
04.1.3.5.2. Compartimentació interior vertical	142-145
04.1.3.5.3. Compartimentació interior horitzontal	145-146
04.1.3.5.4. Escales i rampes interiors	146-147
04.1.3.5.5. Sistemes d'acabats interiors	148
04.1.3.6. Sistema de condicionaments, instal·lacions i serveis	148-177
04.1.3.6.1. Característiques generals de disseny i implantació d'instal·lacions	148-149
04.1.3.6.2. Sistemes de transport	149-152

04.1.3.6.2.1. Ascensors i altres elements de transport de persones.....	149-152
04.1.3.6.3. Recollida, evacuació i tractament de residus.....	152-153
04.1.3.6.4. Instal·lació de subministrament d'aigua	153-157
04.1.3.6.4.1. Instal·lació d'aigua freda i calenta sanitària (ACS)	154-157
04.1.3.6.5. Evacuació d'aigües	157-161
04.1.3.6.6. Instal·lacions tèrmiques.....	161
04.1.3.6.6.1. Climatització	161
04.1.3.6.7. Sistemes de ventilació i control de fums.....	161
04.1.3.6.8. Instal·lacions elèctriques	161-166
04.1.3.6.8.1. Instal·lacions d'il·luminació	162-163
04.1.3.6.8.2. Telecomunicacions	164
04.1.3.6.8.3. Instal·lacions de protecció contra incendi..	164
04.1.3.6.8.4. Sistemes de protecció al llamp.....	165
04.1.3.6.8.5 Equipament.....	165
04.1.3.6.8.6. Construccions i instal·lacions temporals	165-166
04.1.3.6.9. Urbanització dels espais exteriors.....	166-176
04.1.3.6.9.1. Treballs previs i replanteig	166-168
04.1.3.6.9.2. Moviment de terres, sustentació i adequació del terreny	168-170
04.1.3.6.9.3. Elements de fonamentació, de contenció de terres i elements estructurals.....	171
04.1.3.6.9.4. Elements de tancaments i protecció...	171-172
04.1.3.6.9.5. Vials i zones d'aparcaments	172-173
04.1.3.6.9.6. Zones d'estada, de joc i altres	173
0 4.1.3.6.9.7. Instal·lacions i serveis	174-175

04.1.3.6.9.8. Jardineria	175-176
04.1.3.6.9.9. Mobiliari urbà i elements de senyalització...	176-177
04.1.4. Memòria d'execució (ME)	177-207
04.1.4.1. Estudi de l'organització i desenvolupament de les obres	177-183
04.1.4.1.1. Organització de les obres.....	177-179
04.1.4.1.2. Relació de dependència.....	179-181
04.1.4.1.3. Mesures per minimitzar les afectacions de les obres a tercers a l'entorn	182
04.1.4.1.4. Mesures mediambientals adoptades per a l'execució de les obres	183
04.1.4.2. Termini d'execució	183
04.1.4.3. Pla de treballs.....	183-207
04.1.4.3.1. Criteris generals d'execució per fases	183-207
04.1.4.3.2. Diagrama de Gantt.....	207
04.2. Integració FV a l'edifici existent (IFV)	208-266
04.2.1. Àmbit i descripció general	208-209
04.2.2. Normativa d'aplicació i altres documents de referència	209-212
04.2.3. Requisits i prestacions	212-213
04.2.4. Disseny.....	213-237
04.2.4.1. Aspectes generals	213
04.2.4.2. Estructura de suport. Mur cortina.....	213-214
04.2.4.3. Descripció de la instal·lació	215-219
04.2.4.4. Emplaçament de proteccions i recintes d'instal·lacions	219-221
04.2.4.5. Materials i equips.....	221-237
04.2.5.1. Mòduls fotovoltaics.....	221-223
04.2.5.2. Inversors.....	223-224

04.2.5.3. Conductors	224-228
04.2.5.4. Proteccions	229-230
04.2.5.5. Estructura de suport.....	230-237
04.2.4.6. Dades resum de la instal·lació.....	237
04.2.5. Dimensionat fotovoltaic	237-266
06.2.5.1. Consideracions de càlcul.....	238-239
06.2.5.2. Procediments de càlcul.....	239-263
06.2.5.2.1. Consideracions prèvies.....	239-240
06.2.5.2.2. Radiació solar disponible	240-242
06.2.5.2.3. Pèrdues dels components.....	242-251
06.2.5.2.4. Càlcul de la producció energètica	252-253
06.2.5.2.5. Càlcul de l'aparellatge elèctric	253-258
06.2.5.2.6. Dispositius de protecció de CC	258-259
06.2.5.2.7. Secció dels conductors elèctrics des de l'inversor al punt de connexió	259-261
06.2.5.2.8. Dispositius de protecció de CA	261-262
06.2.5.2.9. Presa de terra	262-263
04.2.6. Manteniment	263-266
06.2.6.1. Aspectes generals del manteniment	263-264
06.2.6.2. Manteniment dels components de la instal·lació	264-266
04.3. Climatització – Ventilació mecanitzada	266-352
04.3.1. Àmbit i descripció general	266-267
04.3.2. Normativa d'aplicació i altres documents de referència	267
04.3.3. Requisits i prestacions	267-268
04.3.4. Disseny i posada en obra.....	269-271
04.3.5. Locals i recintes d'instal·lacions.....	271-272
04.3.6. Materials i equips	273-275

04.3.7. Dimensionat.....	275-352
05. Conclusions (C)	353-360
06. Referències bibliogràfiques (BL)	361-365
09.1. Documents impresos.....	361-362
09.2. Documents electrònics.....	362-365
07. Annexos/Apèndixs (AN)	366-547
07.1. Llistat de figures, taules i notes emprades	366-378
07.2. Documentació Gràfica DG.....	378-421
07.2.1. Reportatge Fotogràfic de l'estat actual de l'edifici.....	378-381
07.2.2. Plànols	382-421
07.2.2.1. Definició general del projecte en relació amb l'entorn i dels espais exteriors (U).....	382-383
07.2.2.1.1. Situació (U.01)	382
07.2.2.1.2. Emplaçament (U.02)	383
07.2.2.2. Definició general de l'edifici existent (A)	384-392
07.2.2.2.1. Plantes generals (A.01).....	384-385
07.2.2.2.2. Planta coberta (A.02)	386
07.2.2.2.3. Alçats generals (A.03).....	387-390
07.2.2.2.4. Seccions generals (A.04)	391-392
07.2.2.3. Definició general de l'edifici futur (B).....	393-413
07.2.2.3.1. Plantes generals (B.01).....	393-394
07.2.2.3.2. Planta coberta (B.02)	395
07.2.2.3.3. Alçats generals (B.03).....	396-399
07.2.2.3.4. Seccions generals (B.04)	400-403
07.2.2.3.5. Detalls (B.05)	404-413
07.2.2.3.5.1. D1.Muntants del mur cortina	404
07.2.2.3.5.2. D2.Entrega horitzontal del mur cortina amb façana Sandwich	405

07.2.2.3.5.3. D3.Entrega cantonada horitzontal mur cortina amb façana Sandwich	406
07.2.2.3.5.4. D4.Travessers del mur cortina	407
07.2.2.3.5.5. D5. Entrega mur cortina amb forjats.....	408
07.2.2.3.5.6. D6. Entrega inferior mur cortina amb la façana Sandwich.....	409
07.2.2.3.5.7. D7.Remats superior/inferior mur cortina...	410
07.2.2.3.5.8. D8.Remats superior/inferior façana Sandwich	411
07.2.2.3.5.9. D9.Remats superior/inferior del lluernari ..	412
07.2.2.3.5.10.D10. Travessers del lluernari	413
07.2.2.4. Integració fotovoltaica (FV)	414-417
07.2.2.4.1. Connexió mòduls a mur cortina (FV.01)	414
07.2.2.4.2. Connexió mòduls a lluernari (FV.01)	415
07.2.2.4.3. Esquema multifilar (FV.02).....	416
07.2.2.4.4. Ubicació equips FV (FV.03)	417
07.2.2.5. Climatització – Ventilació mecanitzada (AC)	418
07.2.2.5.1. A condicionament de les plantes (AC.01).....	418-420
07.2.2.5.2. Esquema general clima-ventilació (AC.02).....	421
07.3. Estudis amb entitat pròpia	422-519
07.3.1. Estat d'Amidaments (EA).....	422-459
07.3.1.1. Estat d'amidaments detallat.....	422-444
07.3.1.2. Estat d'amidaments resumit	445-459
07.3.2.Pressupost (PR).....	460-519
07.3.2.1. Llistat de preus unitaris de partides d'obra.....	460-475
07.3.2.2. Llistat de preus descompostos.....	476-495
07.3.2.3. Llistat de preus unitaris simples	496-498
07.3.2.4. Llistat de preus unitaris auxiliars	499
07.3.2.5. Pressupost detallat	500-518

07.3.2.6. Resum del pressupost	519
07.4. Altres documents que justifiquin i aclarint conceptes del projecte	520-547
07.4.1. Documentació dels productes i fabricants emprats.....	520-531
07.4.2. Tramitació legal per la integració de la instal·lació FV	532-539
07.4.3. Dades cadastrals de l'edifici.....	540
07.4.4. Diferents programes de simulació i disseny FV	540-543-
07.4.4.1. Principals programes de simulació i disseny	540-542
07.4.4.2. Altres programes relacionats.....	542-543
07.4.5. Altres fabricants de sistemes FV	544-547
07.4.5.1. Mòduls amb dissenys especials per a la seva integració en l'edifici	544-545
07.4.5.2. Sistemes de fixació per a mòduls FV en l'edifici	546
07.4.5.3. Fabricants espanyols de mòduls fotovoltaics	547