

XI CONGRESO INTERNACIONAL DE
EXPRESIÓN GRÁFICA APLICADA A LA EDIFICACIÓN
GRAPHIC EXPRESSION APPLIED TO BUILDING INTERNATIONAL CONFERENCE

INVESTIGACIÓN GRÁFICA
EXPRESIÓN ARQUITECTÓNICA

GRAPHIC RESEARCH, ARCHITECTURAL EXPRESSION

ACTAS: COMUNICACIONES Y PÓSTERS



Primera edición 2012

© Comité Organizador (Editor)

Diseño gráfico y maquetación
Francisco Javier Sanchis Sampedro
Colaboración_ Fabián Criado

Diseño Página web
Miguel López Sanchis
Francisco Javier Sanchis Sampedro

© de la presente edición:
Editorial Universitat Politècnica de València
www.editorial.upv.es

Imprime: La Imprenta CG.

ISBN: 978 84 8363 964 1
Depósito legal: V 3339 2012
Ref. editorial: 2064

Queda prohibida la reproducción, distribución, comercialización, transformación, y en general, cualquier otra forma de explotación, por cualquier procedimiento, de todo o parte de los contenidos de esta obra sin autorización expresa y por escrito de sus autores.

Impreso en España

DIRECCIÓN

Concepción López Gonzalez

SECRETARIO

Jorge García Valdecabres

COMITÉ ORGANIZADOR

Marcos Abad Pourzel

Carmen Cárcel García

Simeon Couto López

Victor Gamero Bernal

Maria Teresa Gil Piqueras

Jorge Girbes Pérez

Raquel Hervás Llinares

Francisco Hidalgo Delgado

Marta Perez de los Cobos Casinello

Ángeles Rodrigo Molina

Francisco Javier Sanchis Sampedro

Pedro Verdejo Gimenez

COMITÉ CIENTÍFICO

COORDINADOR

Francisco Hidalgo Delgado
Universidad Politécnica de Valencia.

MIEMBROS DEL COMITÉ

Dr. D. Antonio Almagro Gorbea
Escuela de Estudios árabes del Consejo Superior de Investigaciones científicas

José Calvo López
Universidad de Cartagena

Cesare Cundari
Sapienza. Università di Roma

Carlos de San Antonio Gómez
Universidad Politécnica de Madrid

Ángela Garcia Codoñer
Universidad Politécnica de Valencia

Jorge García Valdecabres.
Universidad Politécnica de Valencia

Jorge Girbes Pérez
Universidad Politécnica de Valencia

Concepción López González
Universidad Politécnica de Valencia

Santiago Lillo Giner
Universidad Politécnica de Valencia

Jorge Llopis Verdú
Universidad Politécnica de Valencia

Alessandro Merlo
Facoltà di Architettura di Firenze

Pablo Navarro Esteve
Universidad Politécnica de Valencia

Juan Carlos Navarro Fajardo
Universidad Politécnica de Valencia

Ángeles Rodrigo Molina *Universidad Politécnica de Valencia*

Francisco Taberner Pastor.
Académico de la Real Academia de Bellas Artes de San Carlos

Arturo Zaragoza Catalán.
Académico de la Real Academia de Bellas Artes de San Carlos



COMITÉ ASESOR
PRESIDENTE

Santiago Lloréns Corraliza
Presidente de la Asociación de Profesores de Expresión Gráfica aplicada a la Edificación APEGA. Universidad de Sevilla.

PRESIDENTE HONORÍFICO

José Luis Moreira Sánchez.
Presidente Honorífico de la Asociación de Profesores de Expresión Gráfica aplicada a la Edificación APEGA. Presidente del Comité Organizador del VIII Congreso APEGA. Universidad Politécnica de Madrid

SECRETARIA

Mercedes Valiente López.
Secretaria de la Asociación de Profesores de Expresión Gráfica aplicada a la Edificación APEGA. Universidad Politécnica de Madrid.

COMITÉ

Juan Jesús Gómez de Terreros *Secretario del Comité Organizador del I Congreso APEGA. Universidad de Sevilla.*

Jose Manuel Alonso López
Secretario del Comité Organizador del II Congreso APEGA. Universidad de La Laguna.

Felipe Monzón Peñate
Coordinador del II Congreso APEGA. Universidad de La Laguna.

Rafael Pérez Roel
Presidente del Comité Organizador del III Congreso APEGA. Universidade da Coruña.

Benet Meca Acosta
Secretario del Comité Organizador del IV Congreso APEGA. Universitat Politècnica de Catalunya.

Jesús María Orejón Lázaro
Presidente del Comité Organizador del V Congreso APEGA. Universidad de Burgos.

Fabián Gancía Carrillo
Presidente del Comité Organizador del VI Congreso APEGA. Universidad de Granada.

Antonio Miguel Trallero Sanz
Presidente del Comité Organizador del VII Congreso APEGA. Universidad de Alcalá.

Luis Sánchez Cuenca López
Presidente del Comité Organizador del IX Congreso APEGA. Universitat de Girona.

Raquel Pérez del Hoyo
Presidenta del Comité Organizador del X Congreso APEGA. Universidad de Alicante.

ACTAS_ XI CONGRESO INTERNACIONAL DE
EXPRESIÓN GRÁFICA APLICADA A LA EDIFICACIÓN

INVESTIGACIÓN GRÁFICA, REPRESENTACIÓN ARQUITECTÓNICA

6

APEGA ASOCIACIÓN SE PROFESORES DE EXPRESIÓN GRÁFICA APLICADA A LA
EDIFICACIÓN

Valencia. 29, 30 de noviembre y 1 de diciembre de 2012



ÍNDICE

LINEA 1

LA EXPRESIÓN GRÁFICA EN LA INVESTIGACIÓN DE LA ARQUITECTURA	21
ESTUDIOS SOBRE LA CÚPULA DEL TEMPLO DE MERCURIO EN BAIA (NÁPOLES)	23
Licinia ALIBERTI Miguel Ángel ALONSO RODRIGUÉZ Marco CANCIANI	
SURREALISMO Y BOVEDAS EN LA ARQUITECTURA MODERNA. LE CORBUSIER Y BONET CASTELLANA EN TORNIO A GAUDÍ	33
Edith AROCA VICENTE, arquitecto, profesor asociado José María LOPEZ MARTINEZ, arquitecto, profesor asociado	
RED DE ALCANTARILLADO DE LA ANTIGUA FÁBRICA DE TABACOS DE SEVILLA	38
Antonio Manuel BARBA GARCÍA Daniel HERNÁNDEZ MACÍAS	
METODOLOGÍA PARA CONSERVACIÓN DE LA ARQUITECTURA QUE CREA EL ESCENARIO URBANO. LA CALLE GOBERNADOR VIEJO	48
Ángeles BENLLOCH CASTELLÓ Ana TORRES BARCHINO	
ARCHITETTURA DELL'INGANNO: ARTIFICI PROSPETTICI DEI QUADRATURISTI NELLA GRANDE DECORAZIONE DI ETÀ BAROCCA IN TOSCANA	56
Stefano BERTOCCI	
EI ALCÁZAR DE MADRID TRAZAS DE FORTALEZA EN EL PALACIO. ESTUDIO GRÁFICO COMPARADO	65
Enrique CASTAÑO PEREA	
NADA POR AQUÍ, ALGO POR ALLÁ... DEL DIBUJO DE LA NADA A LA NADA DE LA CONSTRUCCIÓN EN ALEJANDRO DE LA SOTA	73
Francisco Javier CORTINA MARUENDA	
ETODOLOGÍA GRÁFICA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL. EL DOCUMENTO CONSTRUIDO	80
Daniel CRESPO GODINO	
ANÁLISIS DE LAS PORTADAS DE FERIA DE SEVILLA: UNA ARQUITECTURA EFÍMERA PARA LA FIESTA	88
Pablo DÍAZ CAÑETE M ^a Dolores RINCÓN MILLÁN Antonio ÁVILA MONROY	
ORATORIO NUESTRA SEÑORA DEL MAR EN SALOU (TARRAGONA). ANTONIO BONET CASTELLANA Y JOSEP PUIG TORNÉ (1961)	99
José Ramón DOMINGO MAGAÑA	
ANÁLISIS TIPOLÓGICO DEL PROGRAMA CASE STUDY	107
Daniel ESGUEVILLAS CUESTA	
INVESTIGACION, LEVANTAMIENTO Y CATALOGACION DEL LOS VIAJES DE AGUA HISTORICOS DE ALCALA DE HENARES	115
Enrique José FERNANDEZ TAPIA Irene de BUSTAMANTE GUTIERREZ Fernando da CASA MARTÍN	
REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL ESPACIO POR REGISTRO DE IMÁGENES TÉRMICAS	125
Julio Enrique TAPIA GÓMEZ Fernando FARGUETA CERDÁ José FORNIELES LÓPEZ	
EL DIBUJO A MANO ALZADA COMO MÉTODO PARA LA COMPRESIÓN DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA	135
José FORNIELES LÓPEZ Fernando FARGUETA CERDÁ Julio Enrique TAPIA GÓMEZ	
LA REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA LUZ NATURAL EN EDIFICIOS ECLESIASTICOS. EL CASO DE SAN MIGUEL ARCANGEL DE MORON DE LA FRONTERA. SEVILLA	147
María Isabel GALVÁN LÓPEZ María del Rosario CHAZA CHIMENO	

LOS RECURSOS GRÁFICOS EN EL MANUSCRITO DE CANTERÍA ATRIBUIDO A PEDRO DE ALVIZ (BNE Ms 12686)	157
Ricardo GARCÍA BAÑO	
José CALVO LÓPEZ	
LA REPRESENTACIÓN GRÁFICA TRIDIMENSIONAL EN LA SOLUCIÓN ESTRUCTURAL Y CONSTRUCTIVA DE CERCHAS DE MADERA: LA CUBIERTA DE LA FACULTAD DE BIBLIOTECONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA	166
Antonio GARCÍA BUENO	
Francisca ASENSIO TERUEL	
Karina MEDINA GRANADOS	
GERMEN DE LA CATEDRAL	174
Pilar GIMENA CÓRDOBA	
LOS RELIEVES Y GRUPOS ESCULTÓRICOS, EN LA REPRESENTACION GRÁFICA DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO	181
Jorge GIRBÉS PÉREZ	
Ernesto FAUBEL CUBELLS	
Enrique HERNANDEZ MUÑOZ	
EL DIBUJO COMO HERRAMIENTA DE INVESTIGACIÓN: TIPOLOGÍA DE VIVIENDA EN LOS POBLADOS DIRIGIDOS. MADRID 1956-1959	187
M ^o del Puig GUILLEM GONZÁLEZ BLANCH	
SECCIONES PLANAS DE SUPERFICIES RADIADAS: MÉTODO DE PLANO POR EL VÉRTICE	194
Daniel HERNÁNDEZ MACÍAS	
Francisco Ramón LOZANO MARTÍNEZ	
José Santiago LORENZO MARTÍN	
REPRESENTACIONES GRÁFICAS ARQUITECTÓNICAS EN LOS MANUSCRITOS DE LEONARDO DA VINCI. DUOMO DE MILAN	201
David HIDALGO GARCIA	
Juan Manuel SANTIAGO ZARAGOZA	
Sergio GARCIA DOMENECH	
Julián ARCO DIAZ	
Raúl SAUCEDO VARGAS	
LA REPRESENTACIÓN DEL ENTORNO NATURAL COMO HERRAMIENTA DE ANÁLISIS. EL PAISAJE Y ARQUITECTURA EN LA COSMOVISIÓN DE LOS ANTIGUOS MAYAS	210
José Luis HIGÓN CALVET	
Manuel MAY CASTILLO	
ARQUITECTURA CONTEMPORÁNEA GRANADINA	219
Lorena IÁÑEZ COSTELA	
Juan Carlos RODRÍGUEZ COBO	
LA DOCUMENTACIÓN GRÁFICA DE LOS PROYECTOS DE LOS INSTITUTOS LABORALES DE RAFAEL ABURTO RENOBLES EN ELCHE Y ORIHUELA	225
Ricardo IRLÉS PARREÑO	
Raquel PÉREZ DEL HOYO	
MOMENTOS ICÓNICOS DEL DIBUJO DE ARQUITECTURA	234
Santiago LLORENS CORRALIZA	
DOCUMENTAR NUESTRO PATRIMONIO EN RUINA: EL CASO DE LAS IGLESIAS ROMÁNICAS DEL BAIX LLOBREGAT	247
Sonia LOEWE BARANGER	
Jordi XIQUES TRIQUELL	
LA IGLESIA DE SAN BARTOLOMÉ DE LA JANA EN CASTELLÓN	253
María Jesús MÁÑEZ PITARCH	
José Teodoro GARFELLA RUBIO	
Joaquín Angel MARTÍNEZ MOYA	
EL HORIZONTE EN LA MANO. EL PROCESO DE EXPRESIÓN EN LA OBRA DE JUAN NAVARRO BALDEWEG	261
Enrique MARTÍNEZ DÍAZ	
DIBUJANDO LA ARQUITECTURA OLVIDADA: LAS DEFENSAS MILITARES DE LA GUERRA DE 1936-39	268
Andrés MARTÍNEZ MEDINA	
URBANISMO Y ARQUITECTURA ENTORNO AL 1900. LA INFLUENCIA DEL CONTEXTO INTERNACIONAL EN	



RAFAEL RIPOLLES CALVO	275
Juan MATEO GIRALDOS	
LA GEORREFERENCIACIÓN COMO BASE DE LA ORDENACIÓN TERRITORIAL. ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA CON TECNOLOGÍA GPS EN TEGUCIGALPA (HONDURAS)	287
Francisco MAZA VÁZQUEZ	
Antonio Miguel TRALLERO SANZ	
LOS POBLADOS FORTIFICADOS EN LA VALLERIANA (PESCIA, PT, ITALIA). ANÁLISIS DE LA FORMA URBANA DEL CASTELLO DI PIETRABUONA	296
Alessandro MERLO	
Pablo RODRÍGUEZ NAVARRO	
EL USO DE NUEVAS HERRAMIENTAS GRÁFICAS EN LA INTERVENCIÓN PATRIMONIAL: LA REHABILITACIÓN DE LAS ANTIGUAS CARNICERÍAS REALES DEL SIGLO XVI DE PORCUNA (Andalucía)	301
Pablo Manuel MILLÁN MILLÁN	
ADECUACIONES GEOMETRICAS ORGANICAS APLICADAS AL DISEÑO DE CUBIERTAS RETRACTILES	310
Carlos César MORALES GUZMÁN	
UNA APROXIMACIÓN A NUEVOS MODELOS DE CATALOGACIÓN DE PLANOS Y DIBUJOS. PROCESO Y SISTEMÁTICA EMPLEADA EN LA CATEDRAL DE SEVILLA	314
Juan José MOYANO CAMPOS	
David MARÍN GARCÍA	
Fernando RICO DELGADO	
Pedro BARRERO ORTEGA	
María Dolores RINCÓN MILLÁN	
LAS PECHINAS DE LAS BÓVEDAS BAÍDAS EN EL MANUSCRITO DE ALONSO DE VANDELVIRA	321
Pau NATIVIDAD VIVÓ	
LA GEOMETRÍA DE LA BÓVEDA POR CRUCEROS DE EL SALVADOR DE CARAVACA DE LA CRUZ	329
Pau NATIVIDAD VIVÓ	
José CALVO LÓPEZ	
BÓVEDAS DE LA IGLESIA DEL COLEGIO-SEMINARIO DE CORPUS CRISTI DE VALENCIA	337
Juan Carlos NAVARRO FAJARDO	
Luis PALMERO IGLESIAS	
Jorge Francisco MARTÍNEZ PIQUERAS	
NERVADURAS DE LAS BÓVEDAS RENACENTISTAS VALENCIANAS. DISEÑO DE PLANTILLAS	346
Juan Carlos NAVARRO FAJARDO	
LA ENSEÑANZA DEL DIBUJO ARQUITECTÓNICO CON DISEÑO DE NUEVOS MODELOS, A TRAVÉS DE LAS PLATAFORMAS DE EDUCACIÓN VIRTUAL	355
José Ramón OSANZ DIAZ y equipo Pie Dibaq 04 09 10,05 10 11.06 11 12	
LOS QUIOSCOS DE MUSICA COMO APLICACIÓN A LA ENSEÑANZA DE LA REPRESENTACIÓN DE LA ARQUITECTURA CONSTRUIDA	361
José OSANZ Y DIAZ	
ANÁLISIS DEL ESPACIO CENTRAL EN LAS VIVIENDAS DE FERNANDO HIGUERAS, A TRAVÉS DE SU OBRA GRÁFICA	367
Marta PEREZ DE LOS COBOS CASSINELLO	
Santiago LILLO GINER	
Ángeles RODRIGO MOLINA	
Gonzalo DÍAZ PINÉS PÉREZ	
IL DISEGNO DELL'IMPERFETTO. ESIGENZE DESCRITTIVE PER L'ANALISI ARCHITETTONICA	375
Sandro PARRINELLO	
EL CUERPO MATERIAL GRÁFICO, PATRIMONIO Y MEMORIA: LA MAQUETA DE LA IGLESIA DE SAN JUAN BAUTISTA DE ALICANTE	382
Raquel PÉREZ DEL HOYO	
Ricardo IRLES PARREÑO	
Juan Ignacio FERREIRO PRIETO	
María Elia GUTIÉRREZ MOZO	
EVOLUCION HISTORICA DE LA PLANIMETRIA EN INGENIERIA DURANTE EL SIGLO XX	394
Mª Dolores RINCÓN MILLÁN	
Juan RINCÓN MILLÁN	
Pablo DÍAZ CAÑETE	
Natividad FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ	
LOS ORÍGENES DEL CARMEN BLANCO	405
Esteban José RIVAS LÓPEZ	

NUEVAS CARTOGRAFÍAS BASADAS EN LA MULTIESCALARIDAD Y EN LA INCLUSIÓN DE LA VARIABLE TIEMPO.....	411
Juan Luis RIVAS NAVARRO	
LA ACUARELA EN LOS PROCESOS DE IDEACIÓN ARQUITECTÓNICA.....	420
Manuel Alejandro RÓDENAS LÓPEZ	
Miguel GARCÍA CÓRDOBA	
Pedro Miguel JIMÉNEZ VICARIO	
María José MUÑOZ MORA	
EL CANON DE SIMÓN GARCÍA. ENTRE EL RITO Y LA GEOMETRÍA.....	426
F. Javier RODRÍGUEZ MÉNDEZ	
Higinio RAMOS CALLE	
Jesús María GARCÍA GAGO	
EL PLANO DE CARTAGENA, SU ENSANCHE Y SUS INMEDIACIONES POR JULIÁN SÁEZ.	434
Diego ROS MCDONNELL	
Frutos RAMÍREZ HERNÁNDEZ	
Manuel A. RÓDENAS LÓPEZ	
VENDIENDO SUEÑOS. EXPRESIÓN GRÁFICA Y PUBLICIDAD EN LAS CASAS BARATAS DE CARTAGENA. 1928	442
Manuel A. RÓDENAS LÓPEZ	
Diego ROS MCDONNELL	
EL PROTOCOLO DE GRIETAS EN EL ESTUDIO PATOLÓGICO DEL EDIFICIO	450
Antonio RUIZ SÁNCHEZ	
Daniel MARTÍN VARGAS	
Eva LAO GARCÍA	
EL CONOCIMIENTO LA ARQUITECTURA TRADICIONAL DE NUESTROS PUEBLOS A TRAVÉS DE LA EXPRESIÓN GRÁFICA: CONVENIO UJI – AYUNTAMIENTO VISTABELLA, CASTELLÓN	461
Beatriz SÁEZ RIQUELME	
Santa MORRO RUEDA	
Manuel CABEZA GONZALEZ	
LAS TROMPAS EN EL MANUSCRITO LLAMADO DE JUAN DE AGUIRRE (BNE MSS12744)	468
Carmen SALMERON AVELLANEDA	
ESCALERAS SUSPENDIDAS DE ARNE JACOBSEN.....	477
Albert SAMPER SOSA	
Blas HERRERA GÓMEZ	
SOBRE UNA APLICACIÓN MODULAR A LA DECONSTRUCCIÓN DE LA ESFERA.....	485
Luis SÁNCHEZ CUENCA LÓPEZ	
LA GEOMETRÍA DE LAS SUPERFICIES ARQUITECTÓNICAS: ANÁLISIS DE LA CIUDAD DE LAS ARTES Y DE LAS CIENCIAS DE VALENCIA	491
Francisco Javier SANCHIS SAMPEDRO	
ESTUDIO DE LOS PROYECTOS ARQUITECTONICOS EN LA EPOCA DE JOSE GRASES RIERA.....	500
Mª del Carmen SANZ CONTRERAS	
Mercedes VALIENTE LÓPEZ	
DIFUSIÓN DE TRABAJOS REALIZADOS EN LA ESCUELA POLITÉCNICA DE CÁCERES SOBRE EL LEVANTAMIENTO DE EDIFICIOS.....	507
Juan SAUMELL LLADÓ	
JAIME ROIG: LA COTA CERO	511
Carla SENTIERI OMARREMENTERÍA	
Raul CASTELLANOS GÓMEZ	
EL TRAZADO DEL TEATRO ROMANO DE MÉRIDA.....	519
Antonio Manuel SINTAS MARTÍNEZ	
GEOMETRÍA Y CONSTRUCCIÓN EN LA CAPILLA REAL DEL CONVENTO DE SANTO DOMINGO. VALENCIA..	527
Alba SOLER ESTRELA	
José Teodoro GARFELLA RUBIO	
Manuel CABEZA GONZALEZ	
LA IGLESIA CONVENTUAL DE LA PIEDAD	535
Antonio Miguel TRALLERO SANZ	
Francisco MAZA VÁZQUEZ	
EL TEMPLO PARROQUIAL DE SANTIAGO GUADALAJARA	543
Antonio Miguel TRALLERO SANZ	
LOS DIBUJOS DE LA GENERACIÓN ORGÁNICA A TRAVÉS DE SUS PROYECTOS FINALES DE CARRERA	550



Ángel VERDASCO NOVALVOS EL LEVANTAMIENTO GRÁFICO COMO BASE DEL PROYECTO DE INTERVENCIÓN. EL PORTAL DE QUART DE VALENCIA	556
Pedro VERDEJO GIMENO José Manuel GANDÍA ROMERO EL DINAMISMO DE LAS SOMBRAS Y SU EFECTO GEOMÉTRICO	561
Amparo VERDÚ VÁZQUEZ Valentina SIEGFRIED VILLAR Sonia DELGADO BERROCAL DE LA ARQUEOLOGÍA AL ORDEN CONGLOMERADO. NOTAS AL PROCESO GRÁFICO DE MIRALLES Y TAGLIABUE EN RELACIÓN A LA REHABILITACIÓN DEL AYUNTAMIENTO DE UTRECHT.	566
Isabel ZARAGOZA DE PEDRO Jesús ESQUINAS DESSY	

LÍNEA 2

NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS A LA REPRESENTACIÓN Y GESTIÓN GRÁFICA DE LA EDIFICACIÓN.....574

NUEVAS TECNOLOGÍAS Y MÉTODOS TRADICIONALES EN EL LEVANTAMIENTO DE PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO	575
José Lázaro AMARO MELLADO María AGUILAR ALEJANDRE José Antonio BARRERA VERA LA HERRAMIENTA DIGITAL APLICADA A LA REPRESENTACIÓN DE LA CIUDAD FLOTANTE	583
Pedro António JANEIRO Mauro SANTORO CAMEPLLO Luciana TEPERINO DE ARAÚJO DOCUMENTACIÓN GRÁFICA DEL PATRIMONIO: UN PASO ADELANTE	590
José Antonio BENAVIDES LÓPEZ José Antonio BARRERA VERA José María MARTIN CIVANTOS DIGITALIZACIÓN DE EDIFICIOS DE FORMA AUTOMÁTICA Y SEMIAUTOMÁTICA MEDIANTE LA FORMACIÓN DE DSM. EVALUACIÓN METODOLÓGICA Y PROPUESTAS DE ACTUACIÓN.	595
Jose Luis CABANES GINES Elena GARCIA GELA BERT RIVERO Toc339908958 LEVANTAMIENTO DE UN EDIFICIO MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL PROBLEMA DE LA GALERÍA DE ARTE	598
Elena CABRERA REVUELTA Borja MOLERO ALONSO José Antonio BARRERA VERA María José CHÁVEZ DE DIEGO SURVEY FOR THE DOCUMENTATION OF AN HERITAGE OF STRATEGIC IMPORTANCE FOR THE STORY OF MANKIND: THE CASES OF THE CONVENT OF THE BEATITUDES IN TABGHA AND OF THE SYNAGOGUE OF CAPHARNAUM (ISRAEL)	614
Cesare CUNDAR Mariella LA MANTIA Giovanna CRESCIANI Gian Carlo CUNDARI Gian Maria BAGORDO Dominador BAUTISTA SURVEY FOR THE DOCUMENTATION OF AN HERITAGE OF STRATEGIC IMPORTANCE FOR THE STORY OF MANKIND: THE CASES OF ST. PETER'S CHURCH IN TIBERIAS.	619
Cesare CUNDARI Mariella LA MANTIA María Rosaría CUNDARI Dominador BAUTISTA SURVEY FOR THE DOCUMENTATION OF AN HERITAGE OF STRATEGIC IMPORTANCE FOR THE STORY OF MANKIND: THE CASE OF THE SHRINE OF THE PREMACY OF PETER IN TABGHA (ISRAEL)	622
Cesare CUNDARI Mariella LA MANTIA Giovanna CRESCIANI Gian Carlo CUNDARI	

María Rosaría CUNDARI	
Piero BARLOZZINI	
Dominador BAUTISTA	
RECONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS BASADAS EN B-SPLINES RACIONALES NO UNIFORMES. EL CASO CONCRETO DEL MERCADO DE FÉLIX CANDELA EN MÉJICO, 1956	627
Federico Luis DEL BLANCO GARCÍA	
MODELADO TRIDIMENSIONAL Y TÉCNICAS GRÁFICAS APLICADAS AL ESTUDIO DE LA CALIDAD EN EL PATRIMONIO MONUMENTAL	636
Daniel ESTEVEZ RUIZ	
María del Mar CENALMOR SAEZ	
REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL ESPACIO POR REGISTRO DE IMÁGENES TÉRMICAS	646
Julio Enrique TAPIA GÓMEZ	
Fernando FARGUETA CERDÁ	
José FORNIELES LÓPEZ	
LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA COMO HERRAMIENTA DE REPRESENTACIÓN Y GESTIÓN DE LA EDIFICACIÓN	655
Ernesto FAUBEL CUBELLS	
Jorge GIRBÉS PÉREZ	
Enric HERNÁNDEZ MUÑOZ	
DISEÑO Y FABRICACIÓN DIGITAL: GEOMETRÍAS INTELIGENTES PARA CONSTRUIR FORMAS COMPLEJAS	660
Ángel José FERNÁNDEZ ÁLVAREZ	
SURVEYING AND REPRESENTING AN HISTORICAL COMPLEX FAÇADE: FROM THE POINT CLOUD TO THE GRAPHIC RESEARCH	669
Mariateresa GALIZIA	
Cettina SANTAGATI	
Graziana D'AGOSTINO	
DOCUMENTACIÓN Y REGISTRO AVANZADO EN ESTRATIGRAFÍA ARQUEOLÓGICA: MÉTODO DE LOS FOTOPERFILES	678
Gabriel GRANADO CASTRO	
Joaquín AGUILAR CAMACHO	
María Dolores NOGUERO HERNÁNDEZ	
ESTÁTICA GRÁFICA IMPLEMENTADA EN ENTORNOS CAD Y ORIENTADA AL DISEÑO DE ESTRUCTURAS ARQUITECTONICAS	688
Arianna GUARDIOLA VILLORA	
Agustín PEREZ GARCIA	
APLICACIÓN WEB DE RESULTADOS DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CON VISTAS PANORÁMICAS	695
Mercedes JIMÉNEZ MUÑOZ	
ARQUITECTURA EFÍMERA EN LA FERIA DE ABRIL DE SEVILLA. "LA PORTADA"	701
Manuel Jesús JIMÉNEZ VARO	
Miguel Ángel PEREZ CABO	
GESTIÓN GRÁFICA AVANZADA DE EDIFICACIONES ANTIGUAS	710
Isabel MARTÍNEZ ESPEJO ZARAGOZA	
Francisco JUAN VIDAL	
DATOS: LOS HECHOS SON SAGRADOS	715
Miguel MESA DEL CASTILLO CLAVEL	
Juan Carlos CASTRO DOMÍNGUEZ	
CAPITELES SEVILLANOS. TÉCNICAS AVANZADAS PARA SU DOCUMENTACIÓN GRÁFICA	724
Borja MOLERO ALONSO	
Elena CABRERA REVUELTA	
José Antonio BENAVIDES LÓPEZ	
Ruth PINO SUÁREZ	
José Antonio BARRERA VERA	
VALENCIA	734
Gaspar MUÑOZ COSME	
Marta MESTRE SABATER	
Andrea PEIRÓ VITORIA	
Mireia PEREPÉREZ ESPÍ	
Beatriz MARTÍN DOMÍNGUEZ	
Nuria MATARREDONA DESANTES	



LA INTEROPERABILIDAD DEL MODELO VIRTUAL DE INFORMACIÓN.....	743
Juan Enrique NIETO JULIÁN	
David MARÍN GARCÍA	
Fernando RICO DELGADO	
Juan José MOYANO CAMPOS	
LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA AL SERVICIO DE LA REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE MODELOS DE LA REALIDAD TERRITORIAL Y ARQUITECTÓNICA.	751
María Dolores NOGUERO HERNÁNDEZ	
Francisco Ramón LOZANO MARTÍNEZ	
Joaquín AGUILAR CAMACHO	
FOTOGRAMETRÍA DE OBJETO CERCANO COMO TÉCNICA DE DOCUMENTACIÓN DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO	760
Francisco Jesús RAMOS SÁNCHEZ	
Joaquín AGUILAR CAMACHO	
Beatriz GARCÍA MORENO	
José Luis VALEIRAS JAÉN	
EXPRESIÓN GRÁFICA E INSTRUMENTOS URBANÍSTICOS Y TERRITORIALES EN LOS ÚLTIMOS AÑOS.....	769
Miguel REDONDO REDONDO	
TRATAMIENTO GRÁFICO DE IMÁGENES GENERADAS CON CÁMARAS TERMOGRÁFICAS CON TECNOLOGÍA DE INFRARROJOS (IR) AL SERVICIO DEL MAPEADO DE ANOMALÍAS EN FACHADAS DE EDIFICIOS HISTÓRICOS.....	775
Fernando RICO DELGADO	
Juan José MOYANO CAMPOS	
David MARÍN GARCÍA	
Juan RINCÓN MILLÁN	
Pedro FERNÁNDEZ DE VALDERRAMA APARICIO	
FOTOGRAMETRÍA DIGITAL AUTOMATIZADA (SFM) CON APOYO AÉREO DE PROXIMIDAD	783
Pablo RODRÍGUEZ NAVARRO	
TECNOLOGÍA BIM: Del dibujo literal al dibujo paramétrico	790
María ROLDAN MENDEZ	
Norena MARTIN DORTA	
Jorge DE LA TORRE CANTERO	
CÓDIGOS GENÉTICOS DE LAS FAVELAS - UN ENFOQUE GENERATIVO A LOS PROYECTOS DE VIVIENDA POPULAR.....	798
Elisabetta ROMANO	
 LINEA 3	
INNOVACIÓN DOCENTE DE LA EXPRESIÓN GRÁFICA	807
LA METODOLOGÍA DEL ABP EN UN PROYECTO DE INNOVACION DOCENTE	809
María Josefa AGUDO MARTÍNEZ	
GEOMETRÍA, CAD 3D Y APRENDIZAJE: PRECAUCIONES CONCEPTUALES.....	815
María AGUILAR ALEJANDRE	
Roberto NARVÁEZ RODRÍGUEZ	
IMPLANTACIÓN DEL E.E.E.S. EN LA ASIGNATURA DE TOPOGRAFÍA Y REPLANTEOS DE LA TITULACIÓN DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS MEDIANTE COMPETENCIAS ACADÉMICO-PROFESIONALES.....	824
Joaquín AGUILAR CAMACHO	
Gabriel GRANADO CASTRO	
Rafael Miguel ESTEVE PARDAL	
Francisco Ramón LOZANO MARTÍNEZ	
NEW WAYS OF DRAWING: INNOVATION, EXPRESSION, LEARNING	832
Pedro António ALEXANDRE JANEIRO	
Ivo MARTINS COVANEIRO	
DESDE ARRIBA/ABAJO. DESDE FUERA/DENTRO	839
Aïxu AMANN ALCOCER	
Gonzalo PARDO DÍAZ	

LA DOCENCIA DEL DIBUJO EN EL PRIMER CURSO DE IMPLANTACIÓN DEL CRÉDITO EUROPEO DE LA ENSEÑANZA DE ARQUITECTURA EN LA E.T.S. DE ARQUITECTURA DE SEVILLA: SU APLICACIÓN PARA LA ADQUISICIÓN DE COMPETENCIAS BÁSICAS Y LA DIVERSIDAD DE PROYECTOS DOCENTES.	846
Federico ARÉVALO RODRÍGUEZ	
Rosa BENÍTEZ BODES	
Pilar GIMENA CÓRDOBA	
LA INTUICIÓN DEL MÓDULO: UNA HERRAMIENTA DE APRENDIZAJE	855
Amparo BERNAL LÓPEZ SANVICENTE	
LOS SISTEMAS GENERATIVOS EN LA CREATIVIDAD ARQUITECTÓNICA : EXPERIENCIAS Y APLICACIONES DE HERRAMIENTAS DIGITALES EN LOS TALLERES DE DISEÑO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA - ECUADOR.	864
Xavier BURNEO VALDIVIESO	
GRAPHIC REPRESENTATION AS LINK GENERATOR OF SOCIAL CHANGE IN PERCEPTION ON CAPITAL MINOR	870
Carmen CÁRCCEL GARCÍA	
THE TRADITIONAL DESIGN, TOOL AND A HALF PREPARATORY TO NEW FORMS OF EXPRESSION GRAPHICS	877
Laura CARNEVALI	
Fabio LANFRANCHI	
COORDINACIÓN DESDE LA GEOMETRÍA: UNA EXPERIENCIA DE INNOVACIÓN DOCENTE ENTRE DIBUJO Y MATEMÁTICAS	884
Enrique CASTAÑO PEREA	
Manuel de MIGUEL	
Alberto LASTRA	
"NEW STRATEGIES IN THE TEACHING OF TECHNICAL PROJECTS IN BUILDING ENGINEERING"	892
María del Rosario CHAZA CHIMENO	
Isabel GALVÁN LÓPEZ	
LA PROYECCIÓN CÓNICA APLICADA A LA RESTITUCIÓN 3D DE ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS A PARTIR DE FOTOGRAFÍAS	897
Juan CISNEROS VIVÓ	
Pedro CABEZOS BERNAL	
HACIA LA INNOVACIÓN DISRUPTIVA EN EDUCACIÓN: EL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS (PBL) APLICADO A LAS ENSEÑANZAS TÉCNICAS UNIVERSITARIAS. CÓMO ENSEÑAR DIBUJO TÉCNICO SIN NECESIDAD DE CROQUIZAR BANCOS DE PASILLO.	909
Enrique DAVID LLACER	
REDEFINICIÓN DE COMPETENCIAS PARA GEOMETRÍA DESCRIPTIVA EN EL ENTORNO DE LA EDUCACIÓN BASADA EN COMPETENCIAS	916
Rafael Miguel ESTEVE PARDAL	
Francisco Ramón LOZANO MARTÍNEZ	
Gabriel GRANADO CASTRO	
EDUCACION PARA EL DESARROLLO DESDE LA TOPOGRAFIA	922
Daniel ESTEVEZ RUIZ	
María del Mar CENALMOR SAEZ	
ESTRATEGIA DOCENTE 4.0 EN LA ENSEÑANZA DEL DIBUJO A MANO ALZADA EN EXPRESIÓN GRÁFICA. CASO DE LA UNIVERSITAT DE LES ILLES BALEARS Y SU APLICACIÓN A OTROS CENTROS Y MATERIAS RELACIONADAS CON LA EXPRESIÓN GRÁFICA. EDUCACIÓN 4.0	932
Antonio FERNÁNDEZ COCA	
EVALUACIÓN Y APRENDIZAJE COLABORATIVO EN LOS DIBUJOS DE CROQUIS	944
Víctor GAMERO BERNAL	
EL MIEDO AL LÁPIZ	947
Fco. Javier GARCIA RODRIGUEZ	
Manuel VALVERDE BROS	
IMPLANTACIÓN DE ASIGNATURAS GRÁFICAS DESDE LA FILOSOFÍA DEL ESPACIO EUROPEO DE EDUCACIÓN SUPERIOR A TRAVÉS DE UN PROYECTO LITERARIO	952
José Teodoro GARFELLA RUBIO	
María Jesús MAÑEZ PITARCH	
Joaquín Ángel MARTÍNEZ MOYA	
Alba SOLER ESTRELA	



EL PROYECTO FINAL DE GRADO DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN EN LA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA. LA EXPRESIÓN GRÁFICA Y SU ADECUACIÓN EN LA MODALIDAD DEL PROYECTO CIENTÍFICO-TÉCNICO.	958
M. Teresa GIL PIQUERAS	
ADAPTACION AL ESPACIO EUROPEO DE EDUCACION SUPERIOR DE LAS ASIGNATURAS DE GEOMETRIA DESCRIPTIVA, DIBUJO ARQUITECTONICO Y DISEÑO ASISTIDO POR ORDENADOR DE ARQUITECTURA TECNICA AL TITULO DE GRADO.	968
David HIDALGO GARCIA	
Julián ARCO DIAZ	
Raúl SAUCEDO VARGAS	
EL VIDEO COMO APOYO A LA DOCENCIA DEL DIBUJO ARQUITECTÓNICO.	972
Sonia IZQUIERDO ESTEBAN	
DISEÑO Y DESARROLLO DE VIDEOTUTORIALES PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA EXPRESIÓN GRÁFICA	978
Mercedes JIMÉNEZ MUÑOZ	
TECNOLOGÍA SINCRÓNICA	982
Pablo J. JUAN GUTIÉRREZ	
INFLUENCIA DEL EMPLEO DE LAS NN.TT. EN EL DESARROLLO PROFESIONAL DEL DOCENTE UNIVERSITARIO. ESTUDIO DE CASOS.	989
Manuel José LEÓN BONILLO	
EL NUEVO ENTORNO DE LA GEOMETRÍA DESCRIPTIVA DERIVADO DE LA APLICACIÓN DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS A LA DOCENCIA	998
Francisco Ramón LOZANO MARTÍNEZ	
Joaquín AGUILAR CAMACHO	
Daniel HERNÁNDEZ MACÍAS	
Gabriel GRANADO CASTRO	
DISEÑANDO ENTORNOS DE APRENDIZAJE CONSTRUCTIVISTAS (EAC) EN LAS ASIGNATURAS: GEOMETRÍA DESCRIPTIVA I Y TOPOGRAFÍA Y REPLANTEOS. LA ACCIÓN TUTORIAL EN LOS "EAC".	1005
Pablo LUCENA LEÓN	
THE IMPORTANCE OF SKETCHING IN THE ACADEMIC SUBJECT OF CONSTRUCTION	1015
Francisco MARTÍNEZ RUIZ	
Rosario CERVERA DUART	
María del Mar APARISI RODRIGUEZ	
LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO TERRESTRE. TÉCNICA DE INTERVENCIÓN EN EL PATRIMONIO	1020
Francisco MAZA VÁZQUEZ	
Antonio Miguel TRALLERO SANZ	
APRENDER GEOMETRÍA APLICADA EN EL SIGLO XXI: REALIDAD Y CONTEXTO	1027
Roberto NARVÁEZ RODRÍGUEZ	
María AGUILAR ALEJANDRE	
EXPERIENCIA DOCENTE EN LA EXPRESIÓN DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO (Presentaciones Interactivas de Modelos)	1038
Juan Carlos RODRÍGUEZ COBO	
EL MAPA EN EL ESPEJO. UNA PROPUESTA PARA AMPLIAR (Y MEJORAR) LA DOCENCIA GRÁFICA TRADICIONAL	1043
Concepción RODRIGUEZ MORENO	
PROPUESTA DOCENTE PARA ANÁLISIS DE FORMAS ARQUITECTÓNICAS: CONCEPTUALIZACIÓN A PARTIR DE LOS MOVIMIENTOS ARTÍSTICOS DEL S. XX	1050
Juan SERRA LLUCH	
Manuel GIMÉNEZ RIBERA	
INCIDENCIAS EN LA EXPRESIÓN GRÁFICA APLICADA A LA EDIFICACIÓN DEL SERVICIO PROFESIONAL DE MONITORIZACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN EL CONTEXTO DEL PROJECT MANAGEMENT	1056
Pedro FDEZ. VALDERRAMA APARICIO	
Juan Enrique NIETO JULIÁN	
Luis RIESCO LEAL	
IMAGINARIOS ARQUITECTÓNICOS, BREVE INTRODUCCIÓN	1063
David VALVERDE CANTERO	

POSTERS	1071
ORATORIO NUESTRA SEÑORA DEL MAR EN SALOU (TARRAGONA). ANTONIO BONET Y JOSEP PUIG TORNÉ	1073
Jose Ramon DOMINGO MAGAÑA	
LA NUEVA FACHADA DE LA CIUDADELA DE VALENCIA. EL CUARTEL DE ARTILLERIA (1868-1956)	1075
Santiago LILLO GINER	
Marta PEREZ DE LOS COBOS CASSINELLO	
Ángeles RODRIGO MOLINA	
TRAZAS DE LA CÚPULA DE LA IGLESIA DEL PATRIARCA DE VALENCIA	1077
Juan Carlos NAVARRO FAJARDO	
Luis PALMERO IGLESIAS	
Jorge Francisco MARTINEZ PIQUERAS	
IL DISEGNO DELLE ARCHITECTURE MILITARI. LE TORRI COSTIERE SPAGNOLE DEL CINQUECENTO	1079
Sandro PARRINELLO	
Silvia BERTACCHI	
SUPERFICIES DEL ÁGORA	1081
Pau RUIZ TAMARIT	
ANFORE 3D: TALLER PARA LA MEJORA DE LAS HABILIDADES ESPECIALES	1083
Jorge de la TORRE CANTERO	
Jose Luis SAORIN PEREZ	
Norena MARTIN DORTA	
Rosa E. NAVARRO TRUJILLO	
ENTORNOS BIM PARA EL ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	1085
Norena MARTIN DORTA	
Jorge de la TORRE CANTERO	
Jose Luis SAORIN PEREZ	
LA REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA EDIFICACIÓN: APLICACIÓN PRÁCTICA DE LOS SISTEMAS DE REPRESENTACION	1087
Jordi LLORET Y BOSCH	
Francisco Javier SANCHIS SAMPEDRO	
EL PORTFOLIO DEL PROYECTO Y LA EXPRESIÓN GRAFICA	1091
Carla SENTIERI OMARREMENTERÍA	
Débora DOMINGO CALABUIG	
CASTILLOS DEL VALLE DEL PALANCIA	1093
Simeón COUTO LÓPEZ	
Concepción LÓPEZ GONZÁLEZ	
Jorge GARCÍA VALLDECABRES	



Ángel José FERNÁNDEZ ÁLVAREZ

Universidad de A Coruña
Departamento de Tecnología y Ciencia de la Representación Gráfica

Abstract

The use of Information Technologies and Communication Technologies (ICTs) offers new alternatives to traditional relationships between architectural design and material production processes due to the possibility of generating information for construction directly from design information.

The application of these digital techniques, coupled with the development of new materials and manufacturing techniques and management, gives rise to a need to reconfigure the mental processes involved promoting a radical and comprehensive way of designing and building. The so called "digital revolution" has transformed in great measure the construction sector and presents a review of the relationships between the different agents through an integration of strategies and interdisciplinary applications.

This paper presents a reflection on the new territories of formal exploration that the use of digital models and generative parametric design opens and which transform the relationship between design and representation, through the definition of complex geometries based on emerging and adaptive form properties.

This digital convergence of representation and production phases poses a profound transformation of the building process due to the fact that the complexity of the forms designed requires greater involvement in the realization of these and the need for more precise control of execution by use of CAD/CAM technology, CNC systems and rapid prototyping techniques that are radically changing design and manufacturing schemes while blurring the boundaries between architecture and engineering.

Keywords: digital design, digital manufacturing, CAD/CAM, parametric design, smart geometries.

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de los últimos treinta años se ha producido una serie de avances en la tecnología digital que se han traducido en el desarrollo de potentes herramientas de visualización, sistemas sofisticados de modelización digital y bases de datos centralizadas. Estos avances permiten formas radicalmente nuevas de coordinación entre los diferentes agentes del proyecto de edificación. Los sistemas BIM (*Building Information Modeling*), por ejemplo, proporcionan una plataforma a través de la cual la construcción digital y la información de diseño procedente de fuentes diversas pueden comunicarse y coordinarse de forma efectiva con la ventaja añadida de que las herramientas digitales de gestión de costes y programas también se integran totalmente con estos sistemas.

Por otra parte, hay que considerar el fenómeno de la aparición de tecnologías de soporte como las redes inalámbricas, las tecnologías *wireless*, las aplicaciones RFID (Identificación por Radio Frecuencia), los sensores inteligentes, la computación ubicua, el *cloud computing* así como los sistemas digitales de medida, que se combinan con los sistemas anteriores para aprovechar al máximo las nuevas infraestructuras digitales, lo que se podría englobar dentro del concepto emergente de "tecnologías inteligentes".

La adopción de patrones de diseño y trabajo colaborativo produce no sólo una mejora de las comunicaciones entre los distintos agentes, lo que reduce los errores y la información redundante, sino que además permite a los "equipos" de diseño aprovechar la experiencia de los especialistas en los diversos "oficios" de una manera más significativa. Las ventajas de la utilización de estas nuevas herramientas son evidentes: exactitud, precisión, desarrollo de nuevas técnicas de fabricación, análisis de modelos de fluidos, posibilidad de detectar errores, localización de elementos, utilización de materiales alternativos y el empleo de nuevas tecnologías con materiales tradicionales.

También mencionaremos la experimentación con nuevos materiales obtenidos de la investigación científica (en campos como la nanotecnología o la biotecnología), y con nuevos procesos de edificación basados en la automatización (como la utilización de la robótica aplicada y las técnicas de *Rapid Building*). Se vuelve, en definitiva, a la vieja idea racionalista de la arquitectura entendida como una "máquina", que potencia la industrialización de la actividad edificatoria. Desde esta perspectiva el proceso ya no es totalmente lineal sino que la producción forma parte integral de la fase de diseño, y se facilita de este modo la participación colaborativa de todos los agentes (incluidos los usuarios) desde su inicio. Estaríamos ante el desarrollo de un

nuevo paradigma que consistiría en la aparición de una "inteligencia colectiva" posibilitada por las herramientas de transferencia y representación/visualización de la información.

2. EL CONCEPTO DE REVOLUCIÓN DIGITAL

Habitualmente se utiliza el término Revolución Digital para expresar o definir el cambio de paradigma que ha supuesto la introducción del ordenador en la práctica disciplinar de la arquitectura y la edificación en el ámbito de la representación/visualización, en el de la gestión de la información y en el de la utilización del concepto de virtualidad. No hay ninguna duda acerca de que el diseño asistido por ordenador ha alterado la concepción de la arquitectura de forma similar al modo en que lo hizo la perspectiva lineal en el Renacimiento y, además, hay que añadir la posibilidad que ofrecen las nuevas herramientas informáticas para la construcción de formas de una enorme complejidad. La arquitectura algorítmica y el diseño paramétrico, que han llevado a plantear conceptos como el de "no dibujo" (Marcos, 2010), nos enfrentan a la proliferación de propuestas formales novedosas, fenómeno que va unido al desarrollo extraordinario de la red, convertida en "biblioteca infinita a la manera borgiana" (Fernández Galiano, 2009, p.3).

Por otra parte, resulta evidente que se ha pasado de la utilización del ordenador, dentro de un paradigma mecánico o perspectivista, a una visión de la tecnología digital como algo más que una herramienta de representación. Se ha implantado así el denominado "paradigma digital", caracterizado fundamentalmente por la no linealidad, la velocidad y las posibilidades de cambio y mutación, hasta el punto de que se podría afirmar que el auténtico paradigma de nuestro tiempo sería precisamente el "cambio de paradigma".



Fig 1. Modular vs. Codebar, Kieran y Timberlake, 2004

Si las tecnologías digitales están modificando radicalmente la forma en que se imaginan, diseñan y se fabrican o construyen los edificios en la actualidad, se plantean las siguientes cuestiones: ¿Está la era digital dando forma a una nueva arquitectura?, ¿Se está produciendo una redefinición significativa del papel de los diferentes agentes que intervienen en el proceso edificatorio?, ¿Permitirá la aparición de un nuevo modo o de modos nuevos de edificar?, ¿Podrá surgir lo que, en paralelismo con algunas definiciones de la teoría crítica arquitectónica, podríamos denominar "edificación avanzada"?

Se desplaza, por tanto, al primer plano del debate académico y profesional la cuestión de la información y de todo aquello relacionado con su producción, comunicación, aplicación, control y gestión en el campo de la edificación. Con la integración de diseño, análisis, fabricación y montaje, posibilitada por la utilización de las herramientas digitales, se pueden redefinir totalmente las relaciones entre ideación y producción y, de este modo, disciplinas como la arquitectura y la ingeniería pueden integrarse en una empresa conjunta digital y colaborativa.

Cobra fuerza por tanto la idea de que uno de los aspectos fundamentales de la edificación contemporánea no es el redescubrimiento de las formas curvas y complejas (lo que se podría denominar como "neo barroco digital") sino la habilidad/capacidad para generar información constructiva directamente desde la información del diseño/ideación y la posibilidad de trasladarla/dirigirla hacia los nuevos procesos y técnicas de diseño y producción digital (Kolarevic, 2003).

La arquitectura contemporánea se caracteriza precisamente por su capacidad para aprovechar las innovaciones ofrecidas por la ciencia y la tecnología modernas como sucede con el tratamiento de la complejidad, la teoría del caos o los avances de la biotecnología y la nanotecnología. En el apartado conceptual se asiste a la consideración de espacios geométricos topológicos no euclídeos, a la aplicación de sistemas cinéticos y dinámicos y al empleo de criterios de diseño paramétrico y algorítmico, que están sustituyendo a los planteamientos tecnológicos de la arquitectura tradicional (Sakamoto y Ferré, 2008). Aparecen procesos digitales de diseño caracterizados por transformaciones dinámicas, abiertas e impredecibles que introducen un principio de incertidumbre y aleatoriedad. El potencial generativo y creativo del medio digital junto con los avances en los procesos de fabricación digital, desarrollados fundamentalmente en las industrias aeroespacial y automovilística, abre nuevas dimensiones en el diseño arquitectónico y en el ámbito edificatorio.



3. DISEÑO DIGITAL: UN NUEVO PARADIGMA DE IDEACIÓN

En el diseño arquitectónico contemporáneo, la herramienta digital se usa cada vez más, no ya como una herramienta para la visualización, sino como una herramienta para la obtención de la forma y sus transformaciones en lo que se conoce como "morfogénesis digital". Las formas generadas digitalmente ya no se diseñan o dibujan según los criterios convencionales sino que son "calculadas" en función de la elección de un determinado método iterativo.

De este modo, se producen geometrías complejas con la misma facilidad que se utilizaban las geometrías euclídeas basadas en formas planas, cilíndricas, esféricas o cónicas. La planta ya no "genera" el diseño y las secciones sólo cumplen un papel meramente analítico. Retículas, repeticiones y simetrías pierden así su antigua razón de ser y la idea de variabilidad infinita se convierte en algo tan factible como la modularidad. Finalmente, la personalización en masa se presenta como una alternativa real que rompe la dinámica de la producción en serie. El énfasis se desplaza desde la "construcción de la forma" al "descubrimiento de la forma", y la estabilidad y la singularidad son reemplazadas respectivamente por la variabilidad y la multiplicidad.

La introducción del software de modelado digital en el diseño arquitectónico hace posible el uso de las geometrías "topológicas" deformables descritas matemáticamente por medio de NURBS (*Non Uniform Rational B Splines*) y construibles materialmente por medio de herramientas de control numérico (*CNC Computer Numerically Controlled*). El software de animación, procedente del medio cinematográfico, añade una cuarta dimensión temporal a los procesos de deformación y la posibilidad de expresar la metamorfosis de un objeto.

Los conceptos de crecimiento y formalización biológica, el modelo evolutivo de la naturaleza basado en el cruzamiento y la mutación genética, pueden ser aplicados como herramienta generativa de la forma arquitectónica, en el que los conceptos arquitectónicos se expresan según un determinado conjunto de reglas de generación y su evolución y desarrollo pueden ser codificados digitalmente. Un *script* generador de instrucciones produce un determinado número de formas prototipo que son evaluadas según criterios de rendimiento/actuación en un ambiente simulado y los resultados son a menudo inesperados, situación que introduce un elevado factor de aleatoriedad en el diseño.



Fig 2. Strandbeest, Theo Jansen, 2007

En estos enfoques de diseño generativo basado en metáforas biológicas y algoritmos genéticos, la tarea del diseñador consiste precisamente en definir la fuente de la forma, el "código genético" necesario para la obtención de una familia de objetos similares, cuya variedad se obtiene a través de diferentes ciclos de "reproducción". Tal como sucede en otros modelos de acción del diseño contemporáneo, se enfatiza la articulación de la lógica interna del proyecto más que la definición de su forma externa.

4. FABRICACIÓN DIGITAL: UNA NUEVA FORMA DE CONSTRUIR

Junto al concepto previo de Diseño Digital, el concepto emergente de Fabricación Digital nos permite asistir a una reconfiguración de las relaciones entre concepción y producción al establecerse un vínculo directo entre aquello que se puede concebir y lo que finalmente se puede construir. Como afirma Mitchell (2001, p. 354): "*los arquitectos tienden a dibujar aquello que pueden construir y construyen lo que pueden dibujar*". Los avances tecnológicos permiten la materialización de las formas diseñadas a través de procesos F2F ("*file to factory*") y de las tecnologías de fabricación CNC (Schodek et al., 2005). Se establece una conexión directa entre información y materia y el foco de atención se sitúa sobre el concepto de "constructibilidad" que se convierte en función directa del proceso de digitalización.

Históricamente, se había mantenido a lo largo de los siglos la tradición de la geometría euclídea a la hora de realizar la construcción y fabricación de los elementos arquitectónicos, es decir, el trazado de los elementos por medio de las herramientas euclídeas por excelencia, la regla y el compás, convertidas incluso en símbolos de la propia actividad edificatoria. La reciprocidad entre medios de representación y medios de producción se va a mantener en la era digital. Pero la posibilidad de trasladar la información de la fase de diseño a la fase de fabricación conlleva una mayor implicación en los procesos de producción.

Actualmente, es posible diseñar y construir un edificio siguiendo un flujo digital de trabajo cuyo primer paso es el diseño del edificio en forma de una maqueta digital tridimensional en lugar de emplear el sistema convencional de plantas y alzados. El siguiente paso consiste en definir de forma paramétrica las dimensiones y propiedades de los elementos del proyecto y la posibilidad de crear variaciones del diseño y realizar pruebas y optimizaciones que mejoren su comportamiento. Finalmente, la definición material de los elementos de una maqueta tridimensional se puede obtener fácilmente con una máquina CNC que transforme los elementos constructivos por medio de técnicas de corte bidimensional o a través de procesos de fabricación sustractiva o aditiva.

La fabricación de elementos bidimensionales por medio del corte CNC es la técnica más usada debido a que los paneles planos de casi cualquier material se pueden cortar con formas de gran complejidad empleando diversas tecnologías como el corte por láser, el chorro de agua y el arco de plasma. Cada una de ellas es apropiada para cierto tipo de materiales y tiene sus propias limitaciones en lo referente al grosor de los paneles y a las líneas de corte con un concepto similar al funcionamiento de un plotter.

Las técnicas de fabricación sustractiva implican la eliminación de parte del volumen de un material para crear una forma determinada. Esta operación se puede realizar con medios mecánicos, electrónicos o químicos. El grado de flexibilidad de la herramienta de corte (el número de ejes alrededor de los cuales se mueve) determina la complejidad de las formas que la máquina puede generar. Se emplean fundamentalmente para la elaboración de maquetas y modelos, estudios de uniones y ensambles, realización de elementos constructivos y para la ejecución de moldes para la producción de hormigón tanto prefabricado como en obra.

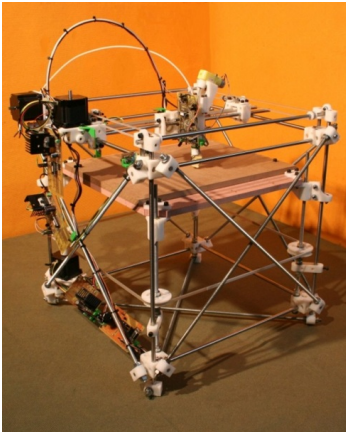


Fig 3. RepRap Project, 3D Printer, Version 1.0 (Darwin), 2007

Por último, el proceso de fabricación aditiva recibe diversos nombres: prototipado rápido (*Rapid Prototyping*), impresión 3D (*3D printing*), fabricación por capas (*layered manufacturing*), moldeado de sólidos de forma libre o abierta (*solid free form*). Estas denominaciones se corresponden con distintas tecnologías que trabajan bajo el mismo principio basado en un incremento formal mediante la adición de material por capas. El desarrollo de las primeras máquinas de *Rapid Prototyping* se debió a Charles W. Hull que fundó en 1982 la empresa *3D Systems Inc.*, empresa matriz de la que en 1988 desarrolló el primer dispositivo para producir estereolitografías, el SLA 1 (*Stereolithographic Apparatus*). Estudios posteriores y la evolución asociada a los avances de los sistemas CAD permitieron la creación de nuevas generaciones de máquinas capaces de fabricar objetos a partir de su definición geométrica digital en tres dimensiones mediante la utilización de una gran variedad de materiales y distintos tipos de procesamiento basados en la acción de la luz, el calor o las reacciones químicas y que son usadas incluso para realizar pequeñas tiradas de productos acabados.

Dentro del grupo de los procesos de fabricación aditiva y bajo el nombre genérico de prototipado rápido, se agrupan una serie de tecnologías generativas distintas (Hauschild y Karzel, 2011) que parten de la división del



modelo virtual de CAD en secciones horizontales paralelas que luego se materializan superponiendo capa sobre capa hasta completar la pieza. Las de mayor implantación en la actualidad son la estereolitografía (SLA), la fotopolimerización por luz UV (SGC), la deposición de hilo fundido (FDM), la Sinterización Selectiva Láser (SLS) y la proyección de aglutinante (DSPC).

Uno de los retos de esta técnica consiste en la superación de las limitaciones del tamaño de las piezas que se pueden construir y, en el caso de la edificación, la posibilidad de realizar grandes estructuras a tamaño natural en lo que se podría denominar técnicas de *Rapid Building* (construcción rápida). Existen varias investigaciones que avanzan en este sentido. Ya se pueden fabricar estructuras de hormigón de dimensiones 427 x 610 x 244 cm gracias a un prototipo denominado "*Contour Crafting*" (CC) desarrollado por el ingeniero industrial Behrokh Khoshnevis de la *University of Southern California* (USC) y también se pueden construir estructuras en piedra arenisca de 6 x 6 m gracias a la patente *D Shape* del ingeniero italiano Enrico Dini. Las investigaciones de ambos se basan en la idea de que la aplicación del prototipado rápido en arquitectura permitiría la creación de proyectos complejos de una forma rápida y económica, con una gran variedad de formas, colores, texturas y materiales.



Fig 4. Radiolaria Pavilion, D Shape System, Enrico Dini, 2008

5. ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MATERIAL EMERGENTES

El diseño y fabricación digitales se configuran, por tanto, como una nueva manera de entender el desarrollo del proceso edificatorio y como una nueva forma de producción material que utiliza los datos digitales para controlar la fabricación de los elementos constructivos, lo que permite eliminar pasos intermedios entre el diseño y la producción final. Pero mientras que el CAD de primera generación reemplazó al dibujo tradicional sin que se produjesen cambios importantes en la arquitectura, simplemente un tipo de representación 2D reemplazó a otra, en cambio el modelado 3D y la fabricación digital fortalecen e impulsan un nuevo pensamiento de diseño y expanden los límites de la forma arquitectónica y de los procesos constructivos.

Aparecen así toda una serie de estrategias de ideación y producción que utilizan estas técnicas y procesos digitales de fabricación que podríamos definir como "no estándar" o emergentes. Con una actitud ingenua, experimental, a pequeña escala, y en muchos casos dentro de programas de investigación desarrollados por instituciones académicas, suponen la tendencia de innovación más interesante en un mundo como el de la edificación, tan reacio a los cambios. Estas estrategias reflejan el potencial de las prácticas digitales para reducir la brecha existente entre representación y construcción y proporciona una conexión continua entre el diseño (pensar) y la fabricación (hacer). Al mismo tiempo, desde la teoría y la crítica arquitectónica se realizan intentos de descripción y catalogación de estas experiencias difícilmente clasificables debido al carácter híbrido y transversal de sus planteamientos. En este sentido, una de las aproximaciones más recientes es la propuesta realizada por Iwamoto (2009) en la que define una serie de categorías de trabajo que en algunos casos suponen ejemplos de transferencias tecnológicas desde otros sectores industriales (*sectioning*) y en otros casos representan la adaptación al contexto digital de tradiciones constructivas ya existentes (*tessellating, folding, contouring, forming*). Los problemas que plantean este tipo de clasificaciones se acentúan cuando nos movemos en un campo caracterizado por el mestizaje intelectual. Analizaremos a continuación tres casos que ejemplifican esta búsqueda experimental de nuevos modelos creativos en estrecha conexión con aspectos pragmáticos y tecnológicos.

5.1. TRANSFERENCIAS TECNOLÓGICAS: VERSIONES

La tecnología tradicional de cuadernas y costillas estructurales, utilizada en las industrias naval y aeroespacial, se transfiere al ámbito arquitectónico buscando la obtención de resistencia estructural con un material superficial. Seccionar, cortar, partir o rebajar son expresiones que sirven para denominar una técnica (*sectioning*) que se basa en la realización de secciones paralelas del objeto a intervalos determinados con la ventaja de que el modelado digital hace que la tarea de seccionar no sea una operación meramente proyectiva como en el método tradicional de representación a partir de proyecciones ortográficas (plantas y secciones) sino que literalmente se corta un objeto 3D. Este método se adapta bien a los materiales constructivos convencionales que, en gran medida, se presentan en formato de láminas (madera laminada, chapa metálica) lo cual facilita su mecanizado mediante herramientas de corte 2D para obtener posteriormente objetos tridimensionales aprovechando de forma óptima en el montaje las relaciones entre la forma y la tectónica del material.

Podemos encontrar un ejemplo significativo de este tipo de planteamientos en el proyecto *PS1 Dunescape* (2001) de SHoP Architects. A partir de una estrategia de "*sectioning*" se configura un paisaje arquitectónico con funciones de "playa urbana" definido constructivamente por una serie de listones de madera de cedro de sección cuadrada ensamblados paralelamente (Converso, 2008). Al modelo digital definido empleando el software *Maya* se le aplica la función "*contour*" obteniéndose secciones paralelas y continuas a intervalos definidos por el grosor físico del material utilizado y que se asemejan a una cimbra de la forma adoptada al transformarse en elementos auto portantes. Las secciones resultantes se plotean a escala natural y sirven como plantillas para el corte, situación y montaje final de las piezas generando una superficie ondulada permeable a la luz natural y al aire. La relación entre forma y construcción se hace patente en las uniones vistas de las piezas de madera con una geometría de ensamblado continuamente variable.



Fig 5. PS1/Dunescape, SHoP Architects, NY, 2001

La actividad de SHoP y su aplicación del concepto de "*versioning*" (tomado de la industria del software y con una aproximación creativa al proyecto desde una visión radicalmente colaborativa) se adapta perfectamente al nuevo contexto híbrido y multidisciplinar de aplicación de técnicas digitales a la proyectación y la construcción manteniendo una postura que se aleja del formalismo que ha caracterizado alguna de las primeras experimentaciones digitales y que se acerca a la realidad física de la práctica constructiva.

5.2. MATERIALIDAD DIGITAL: ÁTOMOS vs. BITS

Otra de las cuestiones interesantes que plantea la utilización de tecnologías digitales en arquitectura es la revitalización del interés por el empleo de patrones de repetición (mosaicos, embaldosados, azulejos, aparejos, paneles) con sus posibilidades infinitas de variación y modulación como base de las estrategias de diseño y fabricación. La tradición de este método de construcción es muy antigua y va desde las teselas de los mosaicos romanos y bizantinos, pasando por las lacerías y tracerías islámicas o las vidrieras medievales de las catedrales góticas hasta las posibilidades ofrecidas por la prefabricación en la construcción industrializada.

La técnica del teselado o mosaico (*tessellating*) consiste en aproximar superficies utilizando el material como agrupación de elementos individuales en forma de piezas o láminas discretas para lo cual hay que tener en cuenta la definición digital de la superficie y la metodología constructiva de fabricación. Estos dos aspectos se ven unificados por medio de las tecnologías de fabricación digital y la utilización de productos industriales estandarizados siendo las líneas principales de actuación la transformación de estos elementos por medio de



herramientas CNC y el desarrollo de nuevas posibilidades de montaje con el uso de herramientas de automatización.

En esta línea de experimentación se sitúan las investigaciones de Fabio Gramazio y Mathias Kohler de la ETH de Zúrich en relación con las posibilidades de adopción de la robótica para la producción arquitectónica. Los robots, procedentes del ámbito industrial, pueden realizar tareas de montaje e incluso operaciones de modificación sustractiva del material (fresado, taladrado) y pueden ser programados para la colocación de ladrillos y bloques. Un ejemplo sería el proyecto *The Programmed Wall* (2006) en el que a partir de la utilización de ladrillos estándar como elementos modulares, se programan "scripts" con el código de información necesario para el correcto montaje de las piezas en la posición exacta. El programa puede contemplar diversas variables y propiedades como la ligereza, la porosidad o el perfil del muro. El robot utiliza estos datos codificados para construir el muro ladrillo a ladrillo como si se tratase de un albañil altamente cualificado. El resultado es la obtención de módulos de 3 m de largo por 2 m de alto con un paramento fluido y diferentes esquemas estructurales realizado con unidades constructivas estándar e idénticas.

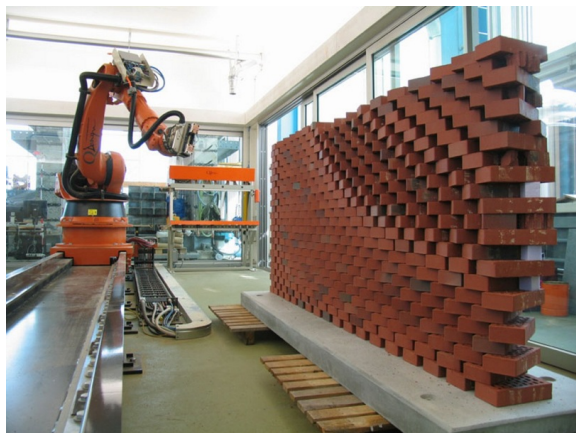


Fig 6. The Programmed Wall, Gramazio & Kohler, ETH Zúrich, 2006

La unión de un material de construcción arcaico y la tecnología digital más avanzada convierte al ladrillo en un material "in formado" aprovechando el concepto de repetición serializada en combinación con la concepción romántica de la unicidad/individualidad de la producción artesanal. Lo material se ve enriquecido por las características de lo digital a través del concepto de "materialidad digital" que supone una transformación emergente en arquitectura que permite un acercamiento entre los campos virtual y físico (Gramazio y Kohler, 2008).

5.3. INNOVACIÓN DIGITAL CON MATERIALES TRADICIONALES: PIEDRA LÍQUIDA

La estrategia del *contouring* es un proceso sustractivo que podemos identificar con la acción de esculpir, por lo que entronca con la larga tradición existente en edificación en el campo de la talla de madera y piedra con fines ornamentales pero que requiere de una mano de obra muy especializada y, por tanto, muy costosa. Las técnicas de fabricación digital permiten superar la idea de que la habilidad para el tallado de elementos arquitectónicos reside exclusivamente en la práctica artesanal, hasta el punto de que se abre paso la noción de una "artesanía digital" (Bechthold, 2012) como estrategia para superar las limitaciones tanto del marco artesanal como de la producción industrializada y que está ganando cuerpo como un modo de revitalizar y recuperar el concepto de ornamentación mediante el uso de las nuevas herramientas digitales. Entre estas se incluyen *routers* CNC y fresadoras que utilizan datos procedentes de los modelos digitales para excavar sistemáticamente el material realizando una serie de contornos que dan forma a las superficies.

Con el desarrollo de una sensibilidad algorítmica y la disponibilidad de instrumentos operativos innovadores surge una dinámica de investigación en la que materiales tradicionales como la piedra o el mármol pueden ser pensados con lógicas expresivas y constructivas contemporáneas a través de ondulaciones, pliegues y vibraciones que determinan nuevos usos y el nacimiento de una estética digital vinculada a estos materiales considerados como naturales y clásicos. Es el caso de los arquitectos italianos Christian R. Pongratz y Maria Rita Perbellini que investigan el modelado de las superficies pétreas siguiendo estas nuevas lógicas matemáticas, algorítmicas y robóticas. La serie *Hyperwave* (2005) experimenta con la obtención de superficies de revestimiento táctiles y tridimensionales utilizando las últimas tecnologías CAD/CAM y en la que, a partir de módulos base de dimensión variable, se obtiene un número ilimitado de combinaciones posibles que aportan

cualidades de sensualidad y emoción al elemento material en una recuperación del dinamismo, fluidez y articulación de las formas del barroco.

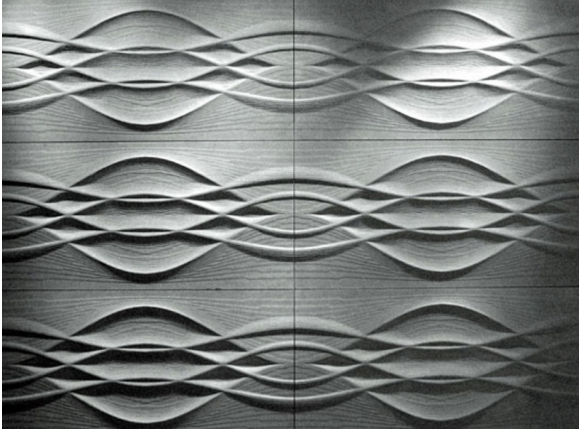


Fig 7. Hyperwave, Pongratz + Perbellini, 2005

El binomio definido por la sustracción de materia y la acumulación de información establece un nuevo diálogo entre producción industrial personalizada y artesanía digital y busca la "superación de la última barrera ideológica que ve en lo virtual el espacio de las imágenes, en favor de una materialidad fluida y renovada" (Marotta, 2007).

6. CONCLUSIONES

Los avances de las tecnologías de diseño y fabricación asistida (CAD/CAM) han producido un impacto significativo en la ideación arquitectónica y en la práctica constructiva. Se han abierto nuevas oportunidades para la producción y construcción de formas complejas que hubiesen resultado muy difíciles y costosas de idear, diseñar, producir y montar utilizando las técnicas tradicionales.

La capacidad para generar y analizar digitalmente la información del diseño y utilizarla de forma directa para fabricar y construir edificios redefine la relación existente entre concepción y producción. Esto provoca la aparición de nuevas sinergias entre arquitectura, ingeniería y construcción debido al uso híbrido de las tecnologías digitales en las fronteras entre las distintas disciplinas, acompañado de un redescubrimiento digital de la geometría.

La era digital nos proporciona, además de un nuevo repertorio de formas construidas, un vínculo directo entre aquello que se diseña y aquello que finalmente se construye. Esta digitalización de la información que fusiona y hace converger diseño y construcción permite la posibilidad de un mayor control de todo el proceso. Si se integra el diseño, el análisis, la fabricación y el montaje, aparece la oportunidad de reorganización y modernización de toda la actividad edificatoria puesto que arquitectos, ingenieros, fabricantes y constructores participan conjuntamente y de forma colaborativa en los mismos procesos digitales.

Por último, parece oportuno reflexionar sobre la importancia que tiene esta integración de las nuevas técnicas de diseño y producción en la definición de cuál será el papel de los distintos profesionales que intervienen en el sector de la edificación. Conseguir que los nuevos procesos productivos digitales se conviertan en una práctica cotidiana plantea uno de los retos más apasionantes a los que se enfrenta el sector de la edificación tanto en el mundo profesional como en el ámbito académico. Resulta imprescindible que la universidad y especialmente el área de conocimiento de Expresión Gráfica Arquitectónica, juegue un papel activo en la investigación y experimentación de vanguardia tendente a la búsqueda de un cambio en los modelos de producción arquitectónica y edificatoria.

Referencias bibliográficas

Bechthold, M, 2012, "La personalización de la cerámica: la artesanía digital", resumen de conferencia impartida en Qualicer'12. XII Foro Global del Recubrimiento Cerámico, 13 y 14 de febrero de 2012, Castellón, disponible en: <http://www.qualicer.org/documentacion/conferenciantes/resumen_conferencia_Bechthold_2011.pdf>.

Converso, S, 2008, *SHoP Works. Collaborazione costruttive in digitale*, EdilStampa, Roma.

Fernández Galiano, L, 2009, "El diluvio digital" en *Arquitectura Viva*, núm. 124, I II 2009, p. 3.



Gramazio, F & Kohler, M, 2008, *Digital Materiality in Architecture*, Lars Müller Publishers, Baden.

Hauschild, M & Karzel, R, 2011, *Digital Processes. Planning. Desing. Production*, Birkhäuser, Basel.

Iwamoto, L, 2009, *Digital Fabrications. Architectural and Material Techniques*, Princeton Architectural Press, New York.

Kolarevic, B, 2003, *Architecture in the Digital Age. Design and Manufacturing*, Spon Press, New York.

Marcos, C, 2010, "Dibujo Parametrizado: un no dibujo necesario en el E.G.A.", en *Actas del XIII Congreso Internacional EGA*, Valencia.

Marotta, A, 2007, "Materialità fluida. Nel lavoro di Pongratz Perbellini Architects" en Suplemento "On&Off" de la revista *L'architetto Italiano*, n° 19, Mancosu Editore, Roma.

Mitchell, W. J., 2001, "Roll Over Euclid: How Frank Gehry Designs and Builds" en RAGHEB, J.F. (ed.), *Frank Gehry, Architect*, Guggenheim Museum Publications, Nueva York.

Sakamoto, T & Ferré, A, (eds.), 2008, *From Control to Design. Parametric/Algorithmic Architecture*, Actar, Barcelona.

Schodek, D, Bechthold, M & Griggs, K, 2005, *Digital Design and Manufacturing. CAD/CAM Applications in Architecture and Design*, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ.