

From Chemical Engineering to Ceramic Technology: A Review of Research at the Instituto de Tecnología Cerámica

A. BARBA

Instituto de Tecnología Cerámica. Universitat Jaume I. Castellón. Spain.
Department of Chemical Engineering. Universitat Jaume I. Castellón. Spain.

The present paper provides an overview of the research conducted at the Instituto de Tecnología Cerámica (ITC). ITC research focuses on the application of Chemical Engineering principles to the study of raw materials, unit operations involved ceramic materials manufacturing processes, chemical reactions occurring in the course of the manufacturing processes, finished product properties, and other aspects of ceramic manufacturing processes related to the field of Chemical Engineering.

Keywords: Chemical Engineering, Ceramic Technology, raw materials, unit operations, chemical reaction engineering, finished products, environment

De la Ingeniería Química a la Tecnología Cerámica: una revisión de la investigación en el Instituto de Tecnología Cerámica

En este artículo se recoge una revisión de la investigación realizada en el Instituto de Tecnología Cerámica (ITC). La investigación del ITC se basa en la aplicación de los principios de la Ingeniería Química al estudio de: las materias primas, las operaciones unitarias propias de los procesos de fabricación de materiales cerámicos, las reacciones químicas que tienen lugar a lo largo de dichos procesos de fabricación, las propiedades de los productos acabados, y otros aspectos de los procesos de fabricación relacionados con el campo de la Ingeniería Química.

Palabras clave: Ingeniería Química, Tecnología Cerámica, materias primas, operaciones unitarias, ingeniería de la reacción química, producto acabado, medio ambiente.

1. INTRODUCCIÓN

The Instituto de Tecnología Cerámica (ITC) is a mixed institute established by agreement between Universitat Jaume I of Castellón (UJI) and the Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas (AICE), the Ceramic Industry Research Association.

ITC's mission is to foster and develop whatever technical activities contribute to enhancing the competitiveness of the Spanish ceramic sector, essentially by:

1. Research and Development, and Technological Consultancy in response to the needs of the ceramic sector.
2. Technology Transfer, applying, assimilating, adapting (whenever required) and implementing technologies from other industrial fields in the ceramic sector.
3. Training at different levels:

Level 1. Ongoing training of ITC research and technical staff. Staff are kept abreast of the latest technical and scientific advances by attending courses, congresses and technical conferences.

Level 2. Disseminating the knowledge gained and generated at ITC towards ceramic technicians in the companies, by delivering monographic courses.

Level 3. Teaching the Chemical Engineering degree course at UJI, which specialises in ceramic materials processing.

Level 4. Teaching the PhD programme, Chemical Engineering: Ceramic Materials Processing, of the UJI Chemical Engineering Department.

4. Technological services, designed to support and assist

companies by performing analyses and tests, studying and testing finished products, and providing consulting in quality management, as well as running an information and documentation service for the sector.

Of the above lines of work, the present paper deals with the R&D work performed at ITC over the last 35 years. For further information on the other activities, please visit the ITC Web site(1) or see the references(1-4). The focus of ITC's R&D work has been largely determined by the following three fundamental facts:

1. Over 270 companies in the Spanish ceramic sector are associated in ITC. These include leading raw materials suppliers, floor and wall tile manufacturers, frit, glaze and pigment producers, and additive suppliers. The industries making up the ceramic sector have witnessed spectacular growth and development in the last 20 years. As an example, Figure 1 shows the sales growth of the ceramic floor and wall tile branch (Spain is currently the world's third ceramic tile producer), and of frits, glazes and colours (of which Spain is at present, qualitatively and quantitatively, the world's top producer). This evolution has been driven by continuous investment in research, product development and innovation by these industries. R&D actions have played a key role in this development, particularly in achieving a better understanding of the manufacturing processes and improving finished product quality. ITC is the most important Spanish expert R&D Centre in this field, and has generated and disseminated

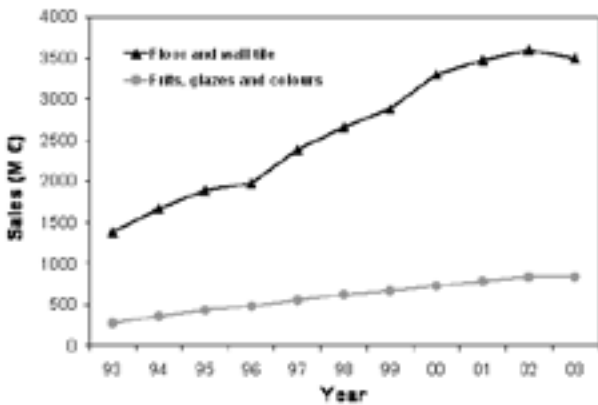


Fig. 1 - Growth of certain Spanish ceramic branches.

much of the knowledge that has progressively been acquired, while collaborating in the application of this knowledge on an industrial scale.

2. ITC technical staff have degrees in Chemical Engineering or related fields (Chemistry or Industrial Chemistry). Twenty ITC staff members lecture in the UJI Chemical Engineering Department (comprising 1 Emeritus Professor, 2 Professors, 10 Associate Professors and 7 Assistant Professors) and conduct research at ITC. These lecturers teach different courses in the Chemical Engineering degree syllabus of 345 credits, 50 credits being in Ceramic Technology. They also participate in the PhD programme, Chemical Engineering: Ceramic Materials Processing, by teaching and supervising doctoral dissertations. For further information, please visit the UJI Chemical Engineering Department Web site(5). The remaining ITC technical staff (30 university graduates and 14 technicians) are hired by AICE and their technical work is also conducted at ITC. Figure 2 schematically illustrates the make-up of ITC personnel.

3. The American Institute of Chemical Engineers (AIChE)(6) and the Institution of Chemical Engineers (IChemE)(7) both define Chemical Engineering as a branch of engineering related to: processes in which materials undergo a change in composition, energy content or physical state; means for processing these; the resultant products and their application for useful purposes. Chemical Engineering has its foundations in mathematics, physics and chemistry; its operations unfold on the basis of knowledge contributed by these sciences, by other branches of engineering, by biology and by social sciences. The practice of Chemical Engineering lies in the conception, design, innovation and application of processes and their products; Chemical Engineering also has to do with economic development, the design, construction, operation, control and management of chemical plants for these processes, and research and teaching in these fields. Similarly, the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) defines Technology as the whole systematic knowledge and information necessary for manufacturing a product, applying a process or giving a service(8). In turn, Professor Ring concludes that Ceramic Technology is the application of scientific and engineering principles to ceramic manufacturing processes(9). In the same sense, Ceramic Technology or Ceramic Engineering will consist of applying scientific principles to industrial ceramic processes in order to save time, energy and raw materials and to make the best products with the greatest uniformity and reproducibility at the lowest possible cost. In other words, Ceramic Technology consists of applying Chemical Engineering (Transport Phenomena, Unit Operations, Chemical Reaction Engineering, Process Engineering, Industrial Plant and Equipment Design, Control, Economy and so on) to the industrial processes involved in making ceramic products.

In view of these three factors, it is readily understandable that ITC's R&D work essentially focuses on studying the process stages (unit operations) involved in the manufacture

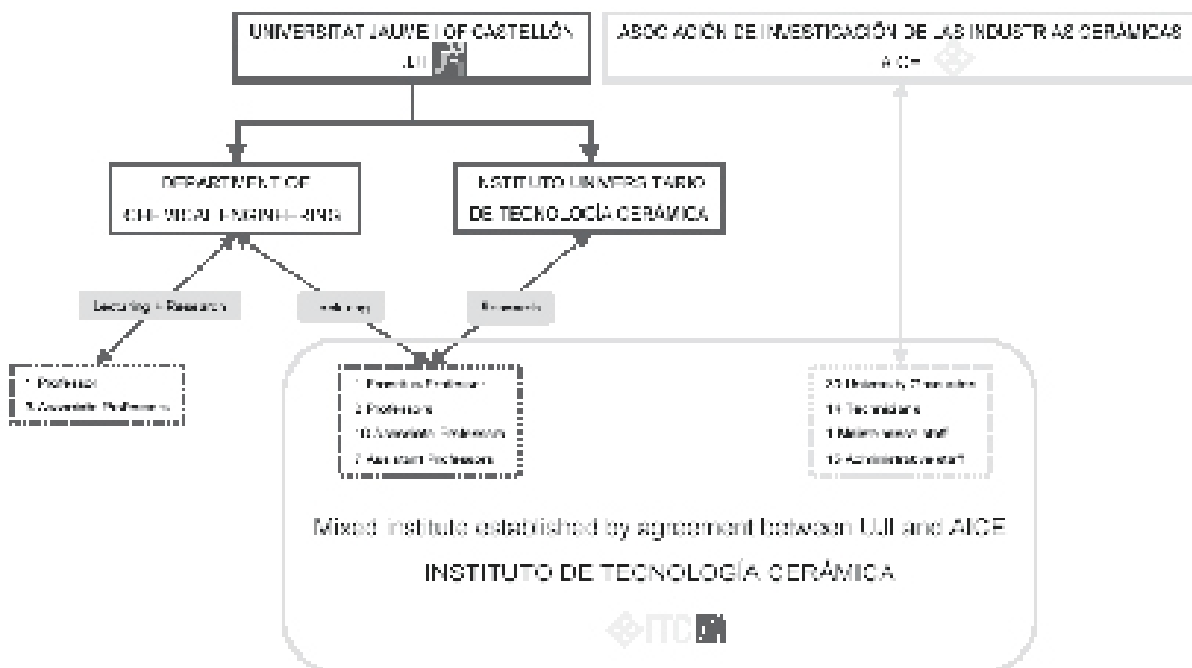


Fig. 2 - ITC staff.

of any type of ceramic material or product (primarily ceramic tile, frits, glazes and colours, brick and roof tiles, but also porcelain, majolica and earthenware, sanitary ware, refractories and technical ceramics). Every manufacturing process is considered to start with raw materials and end with a finished product. In this sense, ITC R&D work basically encompasses five fields (Figure 3):

1. Raw materials, estimating and determining their physico-chemical characteristics.
2. Unit operations, studying each manufacturing process stage. Although there are numerous manufacturing processes, each can be broken down into a series of steps, known as operations, which in turn appear in process after process. These operations have common techniques and are based on the same scientific principles. The processes involved can comprise unit operations, such as: mixing, milling, agglomerating (granulating or spray drying), storing, forming (pressing, extruding, casting, etc.), drying, glazing and decorating, sintering, finishing, etc. Control and automation are also features considered in every unit operation.

Please note that the following sections only deal with published ITC R&D results. ITC has obviously done much more R&D work and obtained more results than those set out in this paper, but these still remain confidential, either because private companies have funded the research, or because they are protected by patents (Table I details the ITC patents). The impact of ITC research as a whole on the Spanish ceramic sector has been dealt with elsewhere(2-4).

2. RAW MATERIALS

The research conducted in raw materials has focused principally on the raw materials used in manufacturing ceramic bodies(10) and in fabricating frits, glazes and pigments or other similar products.

Raw materials for ceramic bodies have thus been characterised from numerous viewpoints: geological(11-13), physical (by dilatometric(14), thermogravimetric and thermodifferential analysis(15-16), and particle size

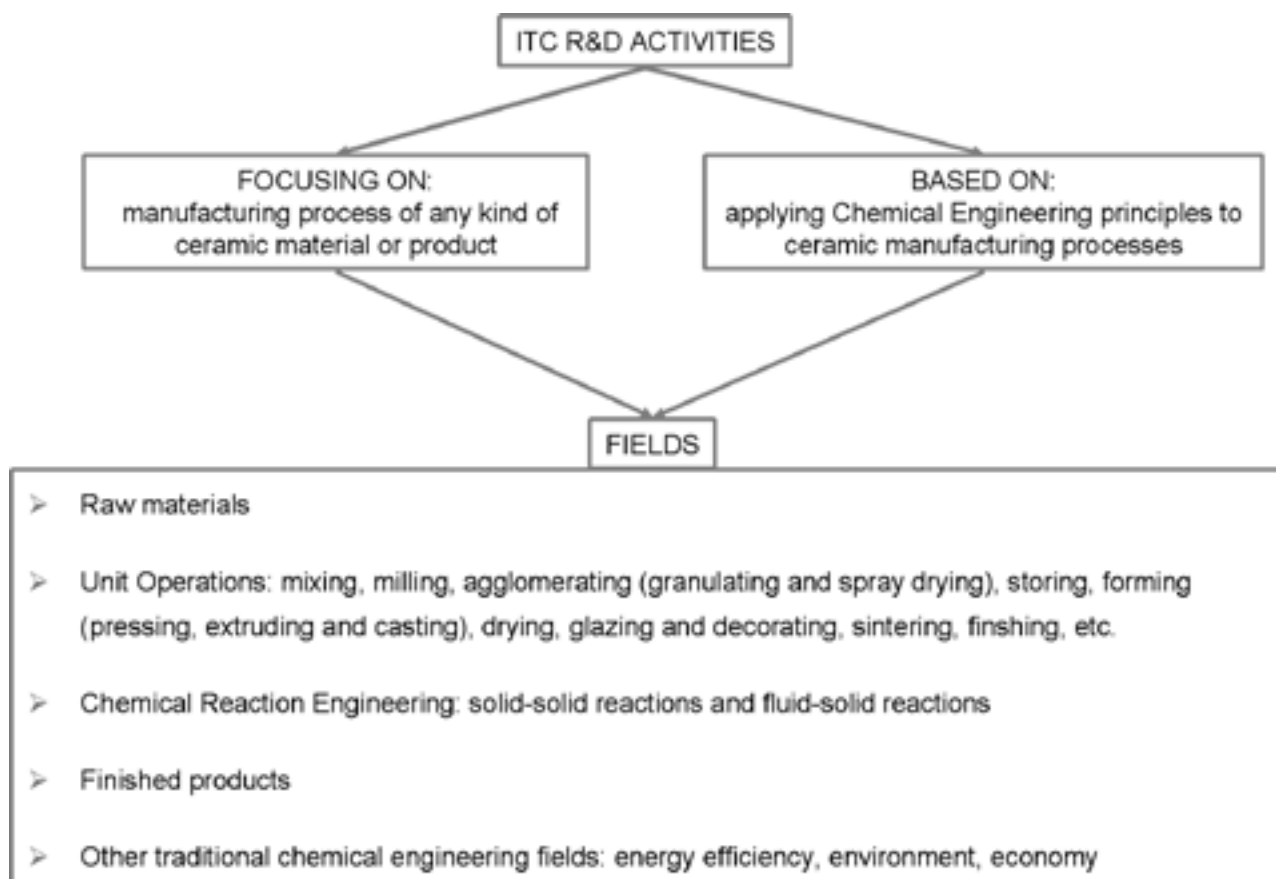


Fig. 3 - Fields of ITC R&D activity.

3. Chemical reaction engineering, studying the chemical transformations that occur throughout the manufacturing process.

4. Finished products, determining and enhancing product properties, seeking new applications and developing new products.

5. General aspects of the whole process, such as energy saving or efficiency, eco-related features or economy, traditionally included in the chemical engineering field.

distribution(17)), chemical (by X-ray fluorescence(18-20), infrared spectroscopy(21) and potentiometric methods(22)), mineralogical (by X-ray diffraction(23)) and technological(24) (by measuring the properties that enable determining raw materials behaviour in each manufacturing process stage in which they are to be used, such as plasticity(25-27) or carbonate content(28-30)). Sometimes, in order to perform the characterisation, it has been necessary to adapt the instrumental methods to the nature of the raw materials. In

TABLE I. ITC PATENTS

Publication number	Title	Date granted
ES 8507263	Método y aparato para la determinación de la compactación de productos cerámicos	16-08-85
U 0288843	Secadero de microondas para moldes de escayola y piezas cerámicas	16-01-86
ES 2002792	Aparato para la determinación simultanea de la fluidez y de la densidad aparente de polvos cerámicos granulados	01-10-88
ES 2019197	Procedimiento y equipo para determinar la densidad aparente de piezas cerámicas, conformadas por prensado	01-06-91
ES 2019750	Equipo para determinación de la consistencia de una barbotina de esmalte cerámico	01-07-91
ES 2049146	Dispositivo para la determinación de la plasticidad	20-09-95
ES 2049145	Dispositivo de muestreo para materiales pulverulentos, áridos, filamentosos y otro	20-09-95
ES 2068743	Procedimiento de obtención de zeolita A	26-09-95
ES 2070663	Máquina de ensayo para determinar el comportamiento de materiales empleados en el revestimiento de suelos ante un tráfico peatonal	30-08-96
ES 2051232	Perfeccionamientos en dispositivos para la determinación de la densidad aparente de materiales sólidos	01-02-97
ES 2077500	Dispositivo y método para la determinación de eflorescencia en ladrillos	16-10-97
U 1036515	Dispositivo para la aplicación de suspensiones sobre soportes cerámicos	16-12-97
ES 2088821	Dispositivo para el control de pantallas serigráficas	07-01-98
ES 2102943	Procedimiento y equipo para determinar la distribución de temperaturas en máquinas térmicas con sistemas de rodillos para transporte del producto	09-02-98
ES 2108603	Sistema de evaluación del comportamiento mecánico de recubrimientos aplicados sobre soporte	05-06-98
ES 2114821	Dispositivo para la evaluación de brillo no especular	18-12-98
ES 2176090	Dispositivo y procedimiento de evaluación de la resistencia al impacto de materiales frágiles	13-07-00
ES 2147066	Vehículos y tintas endurecibles por una radiación ultravioleta y procedimiento de utilización de los mismos en la fabricación de baldosas cerámicas.	01-04-01
ES 2165760	Dispositivo y método de control automático de aportación de fluidos	15-05-03
ES 2181527	Vehículos y tintas autoendurecibles para la decoración de baldosas cerámicas	16-06-04
ES 2182680	Vehículos y tintas serigráficas en base acuosa	01-07-04
ES 2174695	Dispositivo para la fabricación de baldosas cerámicas con superficie variable	01-09-04

the last 30 years, the foregoing features of many Spanish clays have been exhaustively studied, particularly of the clays in the proximity of the Castellón manufacturing district(31-37). Characterising raw materials for ceramic bodies has allowed: establishing selection criteria(38) that match the characteristics of the manufacturing process involved and of the targeted end product(39-41); implementing systems for assuring consistent raw materials quality, setting up industrial-scale homogenisation systems(42-44) and quality controls(45); and systemising the acquired knowledge(46).

The raw materials used in making frits, glazes and pigments(47), such as zircon(48), carboxymethylcellulose(49-50), sodium tripolyphosphates(51) and the screen printing vehicles for preparing ceramic inks(52) have also been characterised, while certain characterisation methods(53) have been adapted to effect this characterisation. These studies have enabled implementing appropriate raw materials quality controls(54).

ITC has also conducted research into the use of clay raw materials for making non-traditional ceramic materials, such

as mullite(55-56), and into the valorisation of certain industrial wastes by reusing these as raw material in manufacturing traditional ceramic products. Thus, the sludges arising in ceramic tile, brick and roofing tile manufacture have been reused in the same production process(57-59). Fired tile scrap(60), marble-working wastes(61-62) and leather-tanning wastes(63) have similarly been reused in the foregoing manufacturing processes, while sludges from ceramic tile manufacture(64-66) and refinery fluid catalytic cracking (FCC) residue(67) have been reused in raw materials mixtures for ceramic glazes.

In addition, studies have been successfully undertaken on the reuse of spent catalysts from refinery FCC units as a basic raw material in zeolite synthesis(68-69).

The above research done in characterising and selecting raw materials, together with research on process stages and the properties of ceramic products (set out below), has enabled: designing a methodology for formulating compositions with a view to selecting the most appropriate formulation (raw materials mixture) for the particular needs of each product and process; designing suitable formulations for frits(70-71), glazes(72-73), earthenware(74), ceramic flooring(75-80), wall tile(81), and, in general, any type of ceramic tile(82-86); regulating the formulations for optimising product properties and behaviour in each process stage.

3. UNIT OPERATIONS

3.1 Mixing, milling, agglomerating and storing

These four unit operations serve to condition the raw materials mixture for subsequent forming.

The first ITC studies into conditioning raw materials mixtures for ceramic bodies focused on determining the production costs and capital outlay involved in the two possible ways of mixing, milling and agglomerating, namely by the wet method or the dry method, in order to select the most appropriate process from an economic standpoint(87-88). This research has allowed implementing the wet powder preparation process in ceramic tile manufacturing, a milestone in the evolution of the ceramic tile sector. In addition, the possibility has also been examined of conditioning the raw materials mixture by the wet method in continuous(89) or batch processes.

The choice of the wet processing approach for ceramic body raw materials mixtures has led to extensive research into the rheological behaviour of clay suspensions(90) in general, and of concentrated clay suspensions(91) in particular. Thus, the influence of solids content, the effect of quartz addition, deflocculant content(92-94) and the influence of test conditions on the suspension flow curve(95) have been studied. One of the most important results of this research has been the introduction of the metasilicate-tripolyphosphate mixture, as a deflocculant for clay suspensions(96), which has enabled significantly raising the suspension solids content, notably improving productivity and reducing energy consumption. The effect has also been studied of the presence of ions on clay suspension rheology(97). The research conducted in the field of clay suspension rheology has allowed establishing the clay particle interaction mechanisms as a function of suspension solids and deflocculant content(98).

Research into the spray-drying operation has concentrated on determining the values of the process variables in order to

produce a granulated powder with appropriate characteristics (especially granule size distribution) for appropriate pressing, die filling and packing for fabricating ceramic bodies(99-101). One of the most practical results of these studies has been the development of a system of on-line measurement of industrial granulated spray-dried powders(102), which has enabled controlling spray-dryer operation by automatic adjustment of drying gas temperature and suspension flow rate as a function of the resulting powder moisture content(103), achieving significant energy savings in this unit operation(104).

Another ITC line of research has involved relating spray-dried powder characteristics to powder behaviour. Thus, studies have been undertaken on the influence of the nature, size and moisture content of spray-dried powder on powder flowability(105-106), as this last parameter significantly affects the subsequent packing stage and hence the quality of the resulting ceramic body. In this sense, two methods have also been developed for measuring powder bulk density(107) and hardness(108).

As spray-dried powder is usually stored in silos and hoppers prior to discharge for use as press feed, ITC has also studied the storing operation. The main research focus has centred on designing storage facilities that suppress breaks in the powder discharge flow caused by bridging and powder segregation, owing to size differences. The Jenike theory has thus been applied in studying the influence of discharge opening diameter, discharge angle and silo surface area on the type of flow(109).

ITC has similarly conducted research into the conditioning of raw materials mixtures for ceramic glazes. Thus, the influence of water hardness(110-111), pH(112), additives(112) and frit solubility(113-118) on glaze suspension rheology has also been studied. In addition, the feasibility of using different suspending agents, such as sepiolite(119) and carboxymethylcellulose(120), has been tested, examining their effect on glaze suspension rheology and on the consolidated glaze layer coating the ceramic body.

Finally, ITC research has also addressed the dispersion process of screen printing ink particles in a liquid(121). This has enabled developing and fine-tuning different methods for quantifying the level of dispersion.

3.2 Forming

Two unit operations are widely used in forming ceramic bodies: extrusion of a plastic mass(122-123) and dry uniaxial pressing, the latter being the most widespread in the ceramic tile sector and, hence, the most extensively studied at ITC. However, other forming methods have also been studied, such as the use of gels(124). The main features studied in the pressing operation follow.

One course of study has addressed the relation of granulated powder characteristics (granule size distribution(125-126) and moisture content(127)) and pressing variables (especially pressing pressure(127)) to the properties of the resulting green(128) and sintered(129-131) bodies.

A further research line has focused on optimising the pressing cycle(132-137) and each step in the pressing operation, especially die filling(138-139) and extraction of the compact(140-141). Understanding this cycle enables largely avoiding pressing-related defects, such as cracks or deformations caused by stresses from friction between the compact and the die walls.

Although the clay formulations used to obtain ceramic

bodies are plastic, ITC has also studied the pressing of non-plastic materials, which require additives to form highly compact products, free of defects. Consequently, studies have been carried out into the influence of different plasticizers(142) on spray-dried powder characteristics, the development of the pressing cycle, the presence of defects in green bodies and the properties of sintered bodies.

A fast and simple way of establishing the porosity of the ceramic compact is by determining its bulk density. ITC introduced the bulk density test in industrial ceramic tile processing as a control parameter, and has investigated and designed different methods for the industrial bulk density determination(143-146). Research has followed into the relationship between bulk density and mechanical strength, air permeability and liquid sorptivity of green bodies. In this field, the research results can be classified in two large groups. First, it was established that the mechanical strength(147-148) of green bodies needed to be sufficiently high to avoid product deterioration or breakage during transport in the course of the following unit operations or process stages; this meant strict control of green tile compaction(149-153), ensuring there were no bulk density or moisture gradients in the piece when it left the press(154-155). Secondly, high air permeability(156-157) was found to facilitate the subsequent drying operation, while good liquid sorptivity(158-163) was indispensable for proper glazing of the green bodies.

3.3 Drying

The drying of green ceramic bodies has been another ITC field of research.

Drying process kinetics has been studied and mathematically modelled(164-166). The drying rate has been related to drying air characteristics(167-168) (temperature, humidity, speed and direction relative to the body) and to the characteristics of the green body(169) (thickness, moisture content and microstructure, using parameters such as porosity, permeability, tortuosity and pore size distribution).

ITC has also studied the industrial drying operation. An assembly has been developed for measuring temperature profiles inside industrial dryers(170). This has led to improved industrial dryer design(171-172), while industrial drying has been optimised by reducing running times and enhancing the technical characteristics of the dried bodies(173). Finally, ITC has also studied the feasibility of using tunnel dryers at the entrance of ceramic roller kilns to reduce energy consumption in sintering, and avoid crack formation in the bodies owing to rapid drying inside the kiln(174-175).

3.4 Glazing and decorating

ITC research in glazing has focused on engobe and glaze suspension rheology. The relation of suspension rheology to applied layer properties(176) and to suspension properties (composition, particle size distribution, stability, temperature) has also been extensively studied, in order to adapt glaze suspension rheology to different new glazing techniques(177).

Research into the decoration of ceramic bodies has addressed screen printing ink rheology and the characterisation of printing screens, in order to suppress defects involving small colour differences in the finished product, known as shades(178-182).

3.5 Sintering

As with other ITC research work, research in sintering has focused primarily on ceramic tile. Research into the thermal expansion of glasses and bodies, into body temperature distribution during sintering(183) and into the simulation of body deformations during sintering(184-186) have yielded the knowledge required to co-sinter the glaze and ceramic body, controlling the curvatures and stresses caused by glass-ceramic body interactions(187-193) and enhancing finished product quality. The influence of maximum sintering temperature and dwell time on several sintered body properties (microstructure(194-196), bulk density, linear shrinkage, water absorption, dimension stability(197) and thermal expansion(198)) have also been studied. A further line of research has focused on determining the causes of black core formation during sintering and on eliminating black coring by oxidation. In this regard, oxidation process kinetics has been modelled, relating the process rate to body microstructure (porosity, tortuosity and pore size distribution), organic matter content, thickness of the body, etc.(199-206). The knowledge gained in tile sintering has enabled optimising the operating conditions of the roller kiln, which appeared in the 1980s. This optimisation has also required research into the influence of several parameters(207-210) (pressure curve(211), combustion air flow rate(212), measurement of transverse temperature gradients(213-214), thermal energy transmission mechanisms(215), etc.) on roller kiln performance. The resulting optimisation has allowed reducing thermal and electric energy consumption during sintering(216) and throughout the entire process(217-220).

In addition to ceramic tile sintering(221-222), ITC has also undertaken research into the sintering of technical ceramics, such as ferrites(223).

Finally, studies have been conducted on the resistance of kiln rollers to thermal shock(224) and to gas and liquid contamination, which can alter roller composition and microstructure(225).

3.6 Finishing

Finishing can involve various sintered body treatments: cutting, grinding and polishing, etc.

Traditional ceramic bodies generally need no finishing treatment: only a certain type of porcelain tile is polished(226-227). Thus, ITC has examined the influence of certain polishing variables (e.g. rotating speed and grit size) on porcelain tile properties(228-231) (roughness, gloss, microhardness and apparent porosity). For polishing operation control, ITC has also developed a method using a pin-on-disk tribometer(232).

4. CHEMICAL REACTION ENGINEERING

Chemical reaction engineering is a classic chemical engineering subject, which deals with chemical transformations. ITC research in this area has essentially focused on three main fields: reactions in glasses, inorganic ceramic pigment synthesis and ceramic powder synthesis.

Various reactions occurring in glasses have been studied. Thus, the devitrification mechanism and kinetics of crystalline phase formation (e.g. diopside(233) and gahnite(234)) from different oxide glasses have been determined(235). Further lines of research in this field have addressed the optimum temperature range for maturing different glasses(236), the

influence of temperature on the formation of crystalline phases from zirconium-containing glasses(237-241), phase separation in glasses used in wall tile manufacturing(242-243), and studies of several heterogeneous glasses(244-246). The influence of certain glaze additives (e.g. kaolin(247)) on glass-ceramic body reactions(248) and on bubble development in the glass during sintering(249-251) has also been investigated. The knowledge gained from this work has enabled improving the technical and aesthetic properties of glasses used in ceramic tile manufacture.

Studies have been undertaken on the synthesis of different inorganic pigments to determine synthesis kinetics (to establish optimum synthesis conditions) and enhance their pigmentation strength. A subject of particular attention has been the synthesis of the black iron-chromium pigment(252-256), determining the formation reaction mechanism and the influence of the nature of the constituent raw materials, oxide composition, raw materials particle size distribution, temperature and dwell time on the kinetics, and on the Lab coordinates of the resulting colour.

The formation kinetics of other types of ceramic powders, such as ferrites, has also been studied(257).

5. FINISHED PRODUCTS

ITC research in ceramic finished products has focused on three aspects: i/ determining the most important properties of different products (ceramic tile, glazes, frits, pigments, etc.) with a view to ensuring their suitability for intended use(258), ii/ developing and/or adapting characterisation techniques for determining the aforementioned properties, and iii/ studying defects stemming from the manufacturing process (mixing defects, forming defects, drying defects, sintering defects, planarity defects, efflorescence, laminations, etc.).

Furthermore, key properties have been determined of ceramic tile(259-261), porcelain tile(262-266), engobes (the influence of plastic materials has been studied(267)), glazes(268), glasses (hardness(269-272), mechanical properties(273-274), opacification(275-277), transparency(278), gloss(279-281), abrasion resistance(282-286), porosity(287), chemical resistance(288)), earthenware(289), pigments (their stability in different ceramic frits has been tested(290-291)), roofing tiles and bricks (quality(292) and frost resistance(293-295)). Other research lines have dealt with the influence of printing screen open area and thickness on ceramic tile colour(296) and, in the case of ferrites, the influence of bulk density and microstructure on magnetic permeability(297).

Several methods have been developed and fine-tuned for determining the chemical composition of traditional(298-303) and technical(304) ceramics, frit sealing temperature(305), mechanical properties of bodies(306-307), fracture toughness of glasses(308), ceramic tile scratch hardness(309-311), ceramic tile wear processes(312) and efflorescence(313).

Finally, defects in finished products(314-317) have been analysed and their origin identified, in order to try to suppress such defects. Defects have been studied and classified in terms of the manufacturing process stage involved (mixing(318-319), forming(302-321), drying(322), glazing(323-324), decorating(325) and sintering(326-329)), relation to impurities in raw materials(330-331), and defects occurring concurrently in different manufacturing process stages (curvatures(332-333), laminations(334-336), planarity(337), fracture(338), efflorescence(339-340) and shades(341)).

6. ENVIRONMENT AND ECONOMY

Two items usually included in the field of chemical engineering are the economics of the manufacturing process, and the latter's relation to the environment.

In the last fifteen years, ITC has done extensive work on the eco-relationship of the traditional ceramic industries(342-345). An important line of research has dealt with waste characterisation and measurement, with the development of methodologies for this purpose(346-347), focusing on liquid effluents(348), solid wastes(349-350) and gas emissions(351-353). Other studies have addressed waste management(354-356): this has led to the reuse of solid wastes and liquid effluents in the traditional ceramic manufacturing process(357-359), and cleaning of gas emissions(360-362). Particular attention has been devoted to waste immobilisation(363-364) and the behaviour of immobilised wastes, studying their leaching kinetics(365-366). Regulatory and pollution prevention requirements, as well as eco-management issues, have also received due attention(367-371).

Finally, work by ITC has also addressed energy saving(372-374) and cost effectiveness(375-376).

7. SOME FINAL REFLECTIONS

The research done in Ceramic Technology or Ceramic Engineering has involved applying Chemical Engineering principles to ceramic manufacturing processes, and has encompassed the entire spectrum of the ceramic process: raw materials, unit operations, chemical reaction engineering, finished products, etc.

The understanding acquired in these fields and the industrial implementation of this knowledge has brought the technology currently being used in the manufacture of ceramics and, particularly, of traditional ceramics, to a highly developed stage. Further research will foreseeably lead to relatively minor technological improvements; thus, evolutionary research will solely give rise to incremental technological developments. Only if the technology used in certain fields alters radically, can the technology of traditional ceramic manufacturing processes be expected to change substantially; this will require so-called revolutionary research, which means undertaking high-risk research with long-term results.

The following potential fields of revolutionary research in traditional ceramic manufacturing processes are only briefly outlined as examples:

1. Raw materials: development of new compositions.
2. Unit operations: development of new techniques in sintering (microwaves), decorating (ink jet printing, rotogravure, flexography, and laser) and finishing (glazed tile polishing).
3. Chemical reaction engineering: development of new glasses (oxynitrides) and colours (soluble colours).
4. Finished products: developing products with new properties and functions, such as glass tiles, smart products, self-cleaning products or safe products.
5. General aspects of the whole process: development of a new process for manufacturing ceramic materials; process optimisation (reducing costs and minimising wastes); energy and eco-improvements (reducing environmental impacts by implementing Best Available Techniques (BAT) for air, water and waste treatment, reducing gaseous emissions, liquid effluents and solid wastes, saving energy and water).

However, ITC staff training in Chemical Engineering enables ITC to position its research work within a broader frame than that of purely traditional or technical ceramic manufacturing processes.

Indeed, every unit operation is governed by a few basic laws in the field of transport phenomena, which include momentum transfer, energy transfer (conduction, convection and/or radiation) and mass transfer. Knowledge of transport phenomena is one of the cornerstones of Chemical Engineering. Consequently, ITC's prospective research in this field could consist of improving the unit operations of current ceramic manufacturing processes (for traditional as well as for technical ceramics), or of investigating new unit operations that might be incorporated into these processes or, even, of studying the application of ceramic unit operations to other manufacturing processes in which powders are processed: certain chemicals, pharmaceuticals, metals, foods, etc.

Similar remarks are applicable to ITC research in chemical reaction engineering, another keystone of Chemical Engineering. Basic laws governing chemical reactions are found in thermodynamics and kinetics. ITC's prospective research could address not only solid-solid or devitrification reactions (very common in traditional and technical ceramics), but also any other kind of chemical reaction.

Other fields, such as process engineering, environmental engineering or energy efficiency are typical branches of Chemical Engineering.

Finally, ITC research has an essentially open outlook, because Chemical Engineering is a powerful tool for studying any chemical process from an engineering point of view and, particularly, processes that handle solids (such as ceramics and others). The specific future research lines that might be envisaged will depend on the evolution of ceramic manufacturing facilities and of the socioeconomic context in which ITC and Universitat Jaume I of Castellón are located.

REFERENCES

- Instituto de Tecnología Cerámica [on line]. <<http://www.itc.uji.es>>
- A. Escardino, C. Felú. "Sinergia entre un sistema productivo local (baldosas cerámicas) y un centro universitario mixto de I+D". *Acad. Cien. Exact. Fis. Nat. Esp.*, 92, 95-100 (1998)
- A. Escardino. "La innovación tecnológica en la industria cerámica de Castellón". *Bol. Soc. Esp. Ceram. V.*, 40, 43-51 (2001)
- A. Barba, A. Escardino. "Contribution of the Instituto de Tecnología Cerámica to the development of the Spanish Ceramic Sector". *Cfi Ber. DKG*, 80, 31-34, (2003)
- Departamento de Ingeniería Química de la Universitat Jaume I de Castellón [on line]. <<http://www.qui.uji.es>>
- American Institute of Chemical Engineers [on line]. <<http://www.aiche.org>>
- Institution of Chemical Engineers [on line]. <<http://www.icheme.org>>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. [on line]. <<http://www.oecd.org>>
- T.A. Ring. *Fundamentals of ceramic powder processing and synthesis*. Academic Press, San Diego (USA) 1996
- J.L. Amorós, A. Barba, V. Beltrán. *Estructuras cristalinas de los silicatos y óxidos de las materias primas cerámicas*. 1ª ed. AICE, Castellón (España) 1994
- J. Bastida. "Significación geológica de la mineralogía de las rocas arcillosas de la provincia de Castellón". *Bol. Soc. Esp. Mineralogía.*, 5, 209-218 (1982)
- J. Bastida. "Algunos modelos de génesis de arcillas en el Cretácico Inferior de la Cordillera Ibérica y del Maestrazgo". *Cuadernos de Geología Ibérica*, 8, 867-887 (1982)
- J.E. Enrique, J. Bastida. "Características cerámicas de algunas arcillas del Cretácico Inferior del Maestrazgo". *Cuadernos de Geología Ibérica*, 8, 899-912 (1982)
- A. Escardino, J.E. Enrique, E. Ramos. "Estudio del comportamiento de algunas de las arcillas más utilizadas por la industria azulejera en la provincia de Castellón". *Millars*, III, 5-26 (1976)
- J.E. Enrique. "Aplicación de los métodos térmicos de análisis a las materias primas utilizadas en la industria cerámica". *Cerám. Información.*, 23, 197-202 (1976)
- A. Escardino, J.E. Enrique, M. Monzó. "Aplicación de los métodos térmicos de análisis a las materias primas utilizadas en la industria cerámica. II. Preparación de las muestras, condiciones de trabajo e interpretación de las curvas". *Cerám. Información.*, 28, 580-587 (1976)
- M.J. Orts, M. Picó, A. Gozalbo, et al. "Methods of Granulometric Analysis: application in the Granulometry Control of Raw Materials". *Tile Brick Int.*, 9, 143-150 (1993)
- A. Escardino, J.E. Enrique, M. Monzó. "Argille ceramiche della regione di Valenza. III. Studio delle argille dell'Alto Mijares". *Ceram. Informazione*, 147, 539-548 (1978)
- E. Ochandio, F. Povo, T. González. "La fluorescencia de Rayos X aplicada al análisis de materias primas y pastas cerámicas". *Técnicas de Laboratorio*, 141, 30-37 (1988)
- E. Ochandio, T. González, M.F. Gazulla. "Análisis de arenas por fluorescencia de Rayos X. ¿Perlas o pastillas?". *Técnica Cerámica*, 177, 529-536 (1989)
- J.E. Enrique, J.L. Amorós, J. de la Torre. "Spettroscopia infrarosso". *Ceramica Informazione*, 158, 395-402 (1979)
- M.F. Gazulla, M.P. Gómez, E. Monfort, et al. "Determinación de flúor en las arcillas utilizadas en la fabricación de baldosas cerámicas". *Técnica Cerámica*, 243, 298-302 (1996)
- J.E. Enrique, M. Monzó, S. Marqués. "La difracción de rayos X aplicada a las materias primas cerámicas". *Cerámica Información*, 43, 646-652 (1977)
- A. Escardino, J.E. Enrique, E. Ramos. "Arcillas cerámicas de la Región Valenciana. II. Estudio de las arcillas de los yacimientos de las zonas Schar, Mas Vell, San Juan de Moró y Araya". *Bol. Soc. Esp. Ceram. V.*, 17, 285-291 (1978)
- C. Felú, J. García, V. Sanz, et al. "Análisis de los métodos tradicionales utilizados para evaluar la plasticidad". *Bol. Soc. Esp. Ceram. V.*, 36, 25-30 (1997)
- E. Sánchez, V. Sanz, A. Gozalbo, et al. "Estudio del comportamiento plástico de arcillas mediante un reómetro de par de torsión". *Técnicas de Laboratorio*, 241, 316-317 (1999)
- E. Sánchez, V. Sanz, J. García, et al. "Estimación de la plasticidad de masas cerámicas mediante la determinación de la fuerza de indentación". *Cerámica Información*, 201, 7-15 (1994)
- E. Sánchez, J.V. Agramunt, C. Felú, et al. "Determinación del contenido en carbonatos de materias primas y composiciones empleadas en la fabricación de baldosas cerámicas (I)". *Técnica Cerámica*, 257, 626-631 (1997)
- E. Sánchez, J.V. Agramunt, C. Felú, et al. "Determinación del contenido en carbonatos de materias primas y composiciones empleadas en la fabricación de baldosas cerámicas (II)". *Técnica Cerámica*, 258, 674-681 (1997)
- E. Sánchez, J. García, C. Felú, et al. "Determinación del contenido en carbonatos de arcillas y composiciones cerámicas mediante un sensor de presión". *Técnicas de Laboratorio*, 240, 216-217 (1999)
- A. Escardino, A. Enrique, E. Ramos. "Arcillas cerámicas de la Región Valenciana. Estudio de algunas arcillas empleadas en la fabricación de azulejos en las provincias de Castellón y Valencia". *Bol. Soc. Esp. Ceram. V.*, 16, 83-90 (1977)
- M.C. Gastaldo. *Estudio de las características de las arcillas utilizadas en el País Valenciano para la fabricación de pavimentos y revestimientos cerámicos*. Ph. D., Universitat de València 1980
- A. Escardino, M.C. Gastaldo, J.L. Amorós. "Arcillas cerámicas del País Valenciano. IV. Estudio de algunas arcillas del Maestrazgo". *Bol. Soc. Esp. Ceram. V.*, 19, 341-345 (1980)
- J.E. Enrique, J.L. Amorós. "Materias primas para la fabricación de pavimentos y revestimientos cerámicos". *Técnica Cerámica*, 91, 119-130 (1981)
- J.E. Enrique, J. Bastida, F. Nozal. "Mineralogía de arcillas cerámicas del Llandeilo de Luciana (Ciudad Real, España)". *Bol. Soc. Esp. Mineralogía*, 5, 195-208 (1982)
- J. Bastida, V. Beltrán. "Arcillas cerámicas de la provincia de Valencia". *Bol. Soc. Esp. Ceram. V.*, 25, 231-235 (1986)
- E. Sánchez, J. García, et al. "Génesis y características de las arcillas de cocción blanca explotadas en Puentes de García Rodríguez". *Técnica Cerámica*, 264, 581-591 (1998)
- E. Sánchez, V. Sanz, E. Ochandio, et al. "Raw Material Selection Criteria for the Production of Floor and Wall Tiles". *Tile & Brick International*, 6, 15-21 (1990)
- J. Bastida. "Petrografía y mineralogía de arcillas en relación con procesos de cocción rápida". *Bol. Soc. Esp. Ceram. V.*, 21, 15-22 (1982)
- A. García. "Características de las arcillas empleadas en la fabricación de ladrillos". *Técnica Cerámica*, 232, 214-228 (1995)
- V. Beltrán, E. Sánchez, F. Negre, et al. "Características técnicas de las arcillas utilizadas para la fabricación de pavimentos y revestimientos cerámicos en pasta roja". *Técnica Cerámica*, 164, 280-287 (1988)
- V. Beltrán, E. Monfort, A. Blasco, et al. "Problemática actual del consumo de arcillas rojas en la comunidad valenciana". *Técnica Cerámica*, 164, 288-293 (1988)
- E. Sánchez, J. García, F. Negre, et al. "Aspectos a mejorar en las

- características y homogeneidad de las arcillas rojas empleadas en la fabricación de baldosas cerámicas". *Técnica Cerámica*, 240, 16-29 (1996)
44. V. Beltrán, E. Sánchez, J. García, et al. "Materias primas empleadas en la fabricación de baldosas de pasta blanca en España". *Técnica Cerámica*, 241, 114-128 (1996)
 45. J.L. Amorós, E. Sánchez, J. García, et al. Manual para el control de la calidad de las materias primas arcillosas. Instituto de Tecnología Cerámica, Castellón (España) 1998
 46. A. Barba, C. Felú, E. Sánchez, et al. Materias primas para la fabricación de soportes de baldosas cerámicas. Instituto de Tecnología Cerámica, Castellón (España) 1997
 47. E. Sánchez. "Materias primas para a fabricaçao de fritas e esmaltes cerâmicos". *Cerâmica Industrial*, 2, 32-40 (1997)
 48. E. Ochandio, M.F. Gazulla, T. González. "La caracterización química del circonio como materia prima para la industria cerámica tradicional: control de calidad de su homogeneidad". *Cerámica Información*, 178, 21-26 (1992)
 49. E. Sánchez, M.F. Gazulla, V. Sanz, et al. "Carboxymethylcellulose used in ceramic glazes (I) Chemical characterisation". *Cfi Ber. DKG*, 75, 38-43 (1998)
 50. E. Sánchez, V. Sanz, E. Monfort, et al. "Carboxymethylcellulose used in ceramic glazes (II) Physical characterization". *Cfi Ber. DKG*, 75, 30-34 (1998)
 51. E. Bou, M.J. Orts, E. Sánchez, et al. "Controle de Qualidade dos tripolifosfatos sódicos empregados na fabricaçao de engobes e esmaltes". *Cerâmica Industrial*, 5, 18-25 (2000)
 52. F. Negre, A. Moreno, M.J. Orts, et al. "Caracterización de vehículos serigráficos utilizados en la fabricación de pavimentos y revestimientos cerámicos". *Técnica Cerámica*, 180, 80-84 (1990)
 53. M.F. Gazulla, M.J. Cabrera, P. Gómez, et al. "Determinación del boro en materiales cerámicos: materias primas borácicas y vidriados cerámicos". *Técnica Cerámica*, 250, 28-36 (1997)
 54. M.J. Orts, E. Sánchez, V. Sanz, et al. Manual para el control de la calidad de materias primas empleadas en la preparación de vidriados cerámicos. Instituto de Tecnología Cerámica-AICE, Castellón (España) 2000
 55. A. Blasco. Aprovechamiento de minerales de caolín para la obtención de materiales de superficie específica elevada y razón atómica Al/Si variable. Ph. D., Universitat de València 1988
 56. A. Barba, A. Blasco, F. Negre, et al. "Obtaining Materials with a high Specific Surface Area and variable Al/Si Atomic Ratio from Kaolin. I- Influence of the nature of the Kaolin and the Heating Cycle to which it is Subjected". *Br. Ceram. Trans. J.*, 89, 28-31 (1990)
 57. A. Blasco, J.C. Jarque, E. Monfort, et al. "Adición de fangos reciclados a composiciones de pavimentos y revestimientos cerámicos (I)". *Técnica Cerámica*, 195, 470-483 (1991)
 58. A. Blasco, J.C. Jarque, E. Monfort, et al. "Adición de fangos reciclados a composiciones de pavimentos y revestimientos cerámicos (II)". *Técnica Cerámica*, 196, 578-585 (1991)
 59. S. Mestre, E. Sánchez, J. García, et al. "Utilización de la teoría de Kubelka-Munk para optimizar el reciclado de residuos crudos de gres porcelánico". *Bol. Soc. Esp. Ceram. V.*, 41, 429-435 (2002)
 60. E. Monfort, M. Monzó, J.C. Jarque, et al. "Recycling red-fired tile scrap in red-firing floor and wall tile compositions". *Tile Brick Int.*, 16, 420-427 (2000)
 61. G. Mallol, E. Bou, G. Silva, et al. "Recycling marble working wastes in manufacturing ceramic products. I Waste characterization". *Cfi Ber. DKG*, 80, 84-90 (2003)
 62. G. Mallol, E. Bou, G. Silva, et al. "Recycling marble working wastes in manufacturing ceramic products. II Ceramic wall tile manufacture". *Cfi Ber. DKG*, 80, 30-32 (2003)
 63. E. Sánchez, J.C. Jarque, et al. "Adición de residuos de piel curtida al cromo a pastas cerámicas". *Técnica Cerámica*, 187, 600-610 (1990)
 64. A. Moreno, J.E. Enrique, E. Monfort, et al. "Sludge reuse in glazes and engobes". *Cfi Ber. DKG*, 73, 209-214 (1996)
 65. E. Monfort, E. Bou, I. Celades, et al. "Valorisation of sludges for glaze production". *Industrie Céramique Verrière*, 991, 44-52 (2003)
 66. E. Monfort, E. Bou, C. Felú, et al. "Study of glazing waste valorisation". *Cfi Ber. DKG*, 81, 33-36 (2004)
 67. A. Escardino, E. Sánchez, A. Moreno, et al. "Used Catalyst as an Additive in Ceramic Glazes". *Tile Brick Int.*, 9, 279-281 (1993)
 68. A. Barba, A. Escardino, E. Sánchez, et al. "Zeolitas a partir de catalizadores usados de FCC". *Ingeniería Química*, 313, 85-91 (1995)
 69. A. Barba, A. Escardino, E. Sánchez, et al. "Using spent catalyst from refinery FCC units to produce 4A-zeolite: synthesis, procedure and kinetics". *Br. Ceram. Trans.*, 98, 172-177 (1999)
 70. A. Escardino, J.L. Amorós, A. Moreno, et al. "Utilizing the used catalyst from refinery FCC units as a substitute for kaolin in formulating ceramic frits". *Waste manag. res.*, 13, 569-578 (1995)
 71. E. Sánchez, E. Bou, et al. "Using calcium nitrate as a raw material in ceramic frit production". *Tile Brick Int.*, 14, 420-429 (1998)
 72. F. Negre, E. Sánchez, A. Gozalbo, et al. "Mejora de la blancura de un vidriado mediante la aplicación de un diseño factorial de experimentos". *Cerámica Información*, 196, 2-10 (1994)
 73. J.E. Enrique, A. Moreno, E. Bou, et al. "Rare-earth oxides as ceramic glaze components". *J. Am. Ceram. Soc. Bull.*, 74, 72-75 (1995)
 74. V. Beltrán, J.L. Amorós, et al. "Fired Dolomite Marl for Fast Earthenware". *InterCeram*, 39, 38-40 (1990)
 75. A. Escardino, J.L. Amorós, J.E. Enrique. "Estudio de pastas de gres para pavimentos". *Bol. Soc. Esp. Ceram. V.*, 20, 17-24 (1981)
 76. A. Moreno, V. Sanz, A. Gozalbo, et al. "Viabilidad del uso de fritas como materias primas de las composiciones de gres porcelánico". *Cerámica Información*, 268, 73-84 (2000)
 77. J. García, F. Quereda, A. Saburit. "Influencia del talco CV 3 Piedra sobre el comportamiento y propiedades del gres porcelánico técnico". *Técnica Cerámica*, 294, 737-747 (2001)
 78. J. García, P. Quereda, A. Saburit. "Influencia del talco CV 3 Piedra sobre el comportamiento y propiedades del gres porcelánico. Parte 2: composiciones de elevada blancura". *Técnica Cerámica*, 300, 56-63 (2002)
 79. E. Sánchez, J. García, V. Beltrán, et al. "Estudio de composiciones de gres rojo de muy baja porosidad". *Técnica Cerámica*, 305, 902-909 (2002)
 80. E. Sánchez, M.J. Orts, V. Cantavella, et al. "Porcelain tile composition effect on phase formation and end products". *Am. Ceram. Soc. Bull.*, 80, 43-49 (2001)
 81. V. Beltrán, J.E. Enrique, et al. "Use of low cost raw materials in porous single firing processes". *Journal de Physique*, 47, 549-553 (1986)
 82. J. García, E. Sánchez, J.L. Amorós, et al. "Composiciones para la fabricación de baldosas cerámicas. Influencia de los distintos componentes sobre su comportamiento en el proceso de fabricación". *Cerámica Información*, 243, 37-43 (1998)
 83. J. García, M. Lombardeiro, E. Sánchez, et al. "Materias primas para pavimentos y revestimientos cerámicos en la región de Murcia". *Bol. Soc. Esp. Ceram. V.*, 40, 345-354 (2001)
 84. E. Sánchez, J. García, V. Beltrán, et al. "Arcilla de Morella. Nueva materia prima para la fabricación de baldosas cerámicas de pasta roja". *Técnica Cerámica*, 298, 1386-1396 (2001)
 85. A. Escardino, E. Sánchez, J.E. Enrique, et al. "Comportamiento de las pastas de cocción roja y blanca durante el proceso de fabricación de baldosas cerámicas. Influencia sobre las características del producto". *Técnica Cerámica*, 219, 794-802 (1993)
 86. V. Beltrán, E. Sánchez, J. García, et al. "Materias primas empleadas en la fabricación de baldosas de pasta blanca en España". *Técnica Cerámica*, 241, 114-128 (1996)
 87. A. Blasco, J.L. Amorós, V. Beltrán, et al. "Estudio de los costes de producción y de la inversión en plantas de pavimento de gres de monococción por vía seca y por vía húmeda. 1ª parte". *Técnica Cerámica*, 116, 1208-1225 (1983)
 88. A. Blasco, J.L. Amorós, V. Beltrán, et al. "Estudio de los costes de producción y de la inversión en plantas de pavimento de gres de monococción por vía seca y por vía húmeda. 2ª parte". *Técnica Cerámica*, 117, 1266-1274 (1983)
 89. V. Cantavella, E. Sánchez, G. Mallol, et al. "Control of the continuous milling operation". *Ceram. Acta*, 14, 12-28 (2002)
 90. M. Monzó, A. Martínez, J.E. Enrique. "Estudio de las propiedades reológicas de pastas cerámicas para atomización". *Bol. Soc. Esp. Ceram. V.*, 18, 239-241 (1979)
 91. V. Sanz. Comportamiento reológico de las suspensiones arcillosas concentradas. Ph. D., Universitat Jaume I de Castellón 2001
 92. J.L. Amorós, V. Sanz, M. Monzó, et al. "Rheological behaviour of concentrated bimodal suspensions. 1: influence of quartz and deflocculant content on clay suspension viscosity". *Br. Ceram. Trans.*, 100, 159-164 (2001)
 93. J.L. Amorós, V. Sanz, S. Mestre, et al. "Rheological behaviour of concentrated bimodal suspensions. 2: influence of quartz and deflocculant content on clay suspension viscoelasticity". *Br. Ceram. Trans.*, 100, 165-170 (2001)
 94. J.L. Amorós, V. Sanz, A. Gozalbo, et al. "Viscosity of concentrated clay suspensions. Effect of solids volume fraction, shear stress and deflocculant content". *Br. Ceram. Trans.*, 101, 185-193 (2002)
 95. J.L. Amorós, V. Sanz, Y. Bautista, et al. "Viscosity of concentrated clay suspensions. Influence of test conditions on flow curves". *Ceram. Acta*, 14, 40-57 (2002)
 96. A. Blasco, J.E. Enrique, C. Arrebola. "Los desfloculantes y su acción en las pastas cerámicas para atomización". *Bol. Soc. Esp. Ceram. V.*, 22, 143-148 (1983)
 97. T. Manfredini, A. Blasco, F. Negre, et al. "Some General Considerations on the Rheological Behaviour of Aqueous Clay Suspensions: Dependence on the Physico-Chemical Properties Inorganic Salts, Calcium (II) Ion Presence and Grinding Times". *Industrial Ceramics*, 9, 58-62 (1989)
 98. J.L. Amorós, V. Sanz, S. Mestre, et al. "Kinetic study of concentrated clay suspensions gelling by dynamic viscoelasticity measurements. Effects of solids and deflocculant content". *Br. Ceram. Trans.*, 101, 194-199 (2002)
 99. J.L. Amorós, A. Blasco, J.E. Enrique, et al. "Variables en la compactación de soportes cerámicos de pavimento y revestimiento". *Técnica Cerámica*, 105, 792-812 (1982)
 100. J.L. Amorós, A. Blasco, J.E. Enrique, et al. "Estudio de la compactación de soportes cerámicos (bizcochos) de pavimento y revestimiento. (I) Influencia del tamaño de gránulo de atomizado". *Bol. Soc. Esp. Ceram. V.*, 21, 245-250 (1982)

101. J.L. Amorós, A. Blasco, V. Beltrán, et al. "Pastas de gres de monococción. Influencia de las variables de proceso en la calidad del producto acabado". *Técnica Cerámica*, 120, 1368-1384 (1984)
102. F. Negre, J.C. Jarque, G. Mallol, et al. "Determinación en continuo y en tiempo real de la humedad del polvo cerámico secado por atomización". *Técnica Cerámica*, 200, 34-42 (1992)
103. J.C. Jarque, C. Felú, J.E. Enrique, et al. "Estudio de la operación de secado por atomización de polvos cerámicos a escala industrial, su control y automatización". *Técnica Cerámica*, 228, 736-744 (1994)
104. C. Felú, M. Monzó, J.E. Enrique, et al. "Measures to Save Spray Dryer Energy in Wall and Floor Tile Plants". *Interbrick*, 2, 30-33 (1986)
105. J.L. Amorós, A. Blasco, J.E. Enrique, et al. "Características de polvos cerámicos para prensado". *Bol. Soc. Esp. Ceram. V.*, 26, 31-38 (1987)
106. J.L. Amorós, A. Blasco, J.E. Enrique, et al. "New experimental method for ceramic powder compaction control". *Industrial Ceramics*, 10, 73-78 (1990)
107. J.L. Amorós, F. Negre, C. Felú, et al. "Método de determinación de las características tecnológicas de aglomerados. I. Métodos de determinación de la fluidez y de la densidad aparente". *Técnica Cerámica*, 146, 380-386 (1986)
108. J.L. Amorós, A. Escardino, F. Negre, et al. "Método de determinación de las características tecnológicas de aglomerados. (II) Método de determinación de la dureza de granulos". *Técnica Cerámica*, 147, 414-420 (1986)
109. J.L. Amorós, G. Mallol, E. Sánchez, et al. "Design of bins and hoppers for the storage of particulate materials; problems associated with the discharge operation". *Tile Brick Int.*, 16, 168-177 (2000)
110. A. Moreno, E. Sánchez, E. Monfort, et al. "Relação entre as características de agua e o comportamento reológico das suspensões de esmalte durante a moagem". *Cerâmica Industrial*, 7, 19-26 (2002)
111. J.L. Amorós, S. Giménez, V. Sanz, et al. "Le caratteristiche reologiche delle sospensioni di smalto: L'influenza esercitata dalle proprietà della sospensione". *Ceramica Informazione*, 328, 414-424 (1993)
112. C. Felú, E. Sánchez, E. Bou, et al. "Rheological behaviour of glaze suspensions. Influence of frit solubility, pH, water hardness and additives". *Ceram. Acta*, 8, 35-51 (1996)
113. C. Felú, A. Moreno, E. Sánchez, et al. "Effect of frit cation release on rheological behaviour of glaze suspensions". *Br. Ceram. Trans.*, 95, 53-57 (1996)
114. J. de la Torre. Estudio cinético de la disolución del plomo contenido en una frita cerámica de bisilicato de plomo, en presencia de ácidos diluidos. Ph. D., Universitat de València 1986
115. A. Escardino, J. de la Torre, A. Blasco, et al. "Lead Release from a Bisilicate Ceramic Glaze in Acid Media. I. Process Mechanism and Kinetics". *Brit. Cer. Soc.*, 86, 47-51 (1987)
116. A. Escardino, J. de la Torre, A. Blasco. "Lead release from a bisilicate glaze in acid media. II. Kinetic model for all the reaction period". *J. Brit. Cer. Soc.*, 86, 118-123 (1987)
117. J.L. Amorós, M.J. Orts, M.F. Gazulla, et al. "Solubilidad de fritas en suspensiones de esmaltes. Influencia de algunas variables de operación sobre la cinética del proceso". *Técnica Cerámica*, 275, 689-700 (1999)
118. M.F. Gazulla, P. Gómez, A. Moreno, et al. "Estudio de algunos factores que afectan a la solubilidad de fritas en suspensiones de esmaltes". *Bol. Soc. Esp. Ceram. V.*, 40, 131-138 (2001)
119. M. Moreno, F. Negre, M.J. Orts, et al. "La sepiolita. Su posible utilización como agente suspensionante en barbotinas de vidriados cerámicos". *Técnica Cerámica*, 177, 516-528 (1989)
120. E. Sánchez, V. Sanz, E. Monfort, et al. "Carboxymethylcellulose used in ceramic glazes. Part III: influence of CMC characteristics on glaze slip and consolidated glaze layer properties". *Cfi Ber. DKG*, 76, 24-27 (1999)
121. E. Sánchez, V. Sanz, A. Gozalbo, et al. "Estimación del grado de dispersión de las tintas serigráficas". *Cerámica Información*, 228, 36-44 (1997)
122. V. Beltrán, J. García, E. Sánchez, et al. "Extruded rustic floor tile. I. Impact of the composition on the body's behaviour in the pre-firing process stages". *Tile Brick Int.*, 11, 169-176 (1995)
123. V. Beltrán, E. Sánchez, J. García, et al. "Extruded rustic floor tile, II: Impact of the composition on the body's behaviour during firing and fired product characteristics". *Tile Brick Int.*, 12, 320-326 (1996)
124. E. Sánchez, A. Moreno, V. Cantavella, et al. "Conformado de baldosas cerámicas a partir de geles". *Cerámica Información*, 311, 99-108 (2004)
125. J.L. Amorós, J.E. Enrique, A. Escardino, et al. "Variables en la compactación de soportes cerámicos de pavimento y revestimiento". *Técnica Cerámica*, 105, 792-812 (1982)
126. J.L. Amorós, J.E. Enrique, A. Escardino, et al. "Estudio de la compactación de soportes cerámicos (bizcochos) de pavimento y revestimiento. (I) Influencia del tamaño de gránulo de atomizado". *Bol. Soc. Esp. Ceram. V.*, 21, 245-250 (1982)
127. J.L. Amorós, V. Beltrán, A. Escardino, et al. "Estudio de la compactación de soportes cerámicos (bizcochos) de pavimento y revestimiento. (II) Influencia de la presión y humedad de prensado". *Bol. Soc. Esp. Ceram. V.*, 22, 9-18 (1983)
128. J.L. Amorós, M.J. Orts, A. Escardino, et al. "La operación de prensado en la fabricación de pavimentos por monococción. (I) Influencia de la naturaleza del polvo de prensas sobre las propiedades de las piezas en crudo". *Bol. Soc. Esp. Ceram. V.*, 27, 273-282 (1988)
129. J.L. Amorós, A. Moreno, M.J. Orts, et al. "La operación de prensado de pavimentos por monococción. II. Influencia de la naturaleza del polvo de prensas sobre las propiedades de las piezas en cocido". *Bol. Soc. Esp. Ceram. V.*, 29, 151-158 (1990)
130. J.L. Amorós. Pastas cerámicas para pavimentos de monococción. Influencia de las variables de prensado sobre las propiedades de las piezas en crudo y sobre su comportamiento durante el prensado y la cocción. Ph. D., Universitat de València 1987
131. V. Bagán. Efecto de las condiciones de operación, en las distintas etapas del proceso, sobre las propiedades y características del pavimento de muy baja porosidad. Ph. D., Universitat de València 1991
132. J.L. Amorós. "A operação de presagem: Considerações técnicas e sua aplicação industrial. Parte III: Variáveis do processo de compactação". *Cerâmica Industrial*, 6, 15-23 (2001)
133. A. Barba, E. Sánchez, C. Felú, et al. "Effect of porcelain tile raw materials composition on pressing behaviour of the resulting spray-dried powder". *Ceram. Acta*, 12, 18-30 (2000)
134. E. Sánchez, J. García, C. Felú, et al. "Evaluating lamination in porcelain tile, part II. Pressing cycle and powder characteristics". *Am. Ceram. Soc. Bull.*, 77, 81-85 (1998)
135. J.L. Amorós. "A operação de presagem: consideracoes técnicas e sua aplicação industrial. Parte V: Descrição da etapa de presagem". *Cerâmica Industrial*, 6, 27-33 (2001)
136. J. Sánchez, M. Monzó, E. Monfort, et al. "Estudios de la dinámica del ciclo de prensado y su influencia sobre la compactación de baldosas cerámicas mediante la sensorización de una prensa industrial". *Técnica Cerámica*, 226, 532-548 (1994)
137. V. Cantavella, E. Sánchez, C. Felú, et al. "Residual stresses in porcelain tiles formed by two-charge pressing". *Tile Brick Int.*, 16, 310-319 (2000)
138. A. Barba, E. Sánchez, V. Beltrán, et al. "Estimation of packing density of raw material mixtures used in tile manufacture". *Br. Ceram. Trans.*, 97, 149-154 (1998)
139. J.L. Amorós. "A operação de presagem: Considerações técnicas e sua aplicação industrial. Parte I: Preenchimento das cavidades do molde". *Cerâmica Industrial*, 5, 23-28 (2000)
140. J.L. Amorós, C. Felú, S. Mestre, et al. "La extracción de la pieza del molde durante la fase de prensado. Influencia de algunas variables de operación". *Bol. Soc. Esp. Ceram. V.*, 33, 207-211 (1994)
141. J.L. Amorós. "A operação de presagem: consideracoes técnicas e sua aplicação industrial. Parte IV: Extração da peça e resistência mecânica a verde". *Cerâmica Industrial*, 6, 46-50 (2001)
142. J. García, A. Moreno, V. Sanz, et al. "Use of binders for pressing non-plastic materials". *Tile Brick Int.*, 19, 12-19 (2003)
143. J.L. Amorós, A. Blasco, T. Manfredini, et al. "A New Experimental Method for Measuring Apparent Density in Ceramics: Aspects of Technique and Application". *Industrial Ceramics*, 7, 200-204 (1987)
144. J.L. Amorós, A. Blasco, J.E. Enrique, et al. "New Experimental Method for Ceramic Powder Compaction Control". *Industrial Ceramics*, 10, 73-78 (1990)
145. V. Cantavella, J.E. Enrique, C. Felú, et al. "Procedure for measuring the bulk density of ceramic materials without using mercury". *Tile Brick Int.*, 11, 245-250 (1995)
146. J.E. Enrique, J.L. Amorós, V. Beltrán, et al. "Alternatives to immersion in mercury for determining tile bulk density". *InterCeram*, 47, 12-17 (1998)
147. J.C. Jarque. Estudio del comportamiento mecánico de soportes cerámicos crudos: mejora de sus propiedades mecánicas. Ph. D., Universitat Jaume I de Castellón 2001
148. J.L. Amorós, C. Felú, et al. "Mechanical Strength and microstructure of green ceramic bodies". *Ceram. Acta*, 8, 5-19 (1996)
149. J.L. Amorós, A. Escardino, J.E. Enrique, et al. "Control de la compactación durante el proceso de fabricación de pavimentos y revestimientos cerámicos". *Técnica Cerámica*, 118, 1307-1314 (1983)
150. J.L. Amorós. "A operação de presagem: Considerações técnicas e sua aplicação industrial. Parte II: A compactação". *Cerâmica Industrial*, 5, 14-20 (2000)
151. J.L. Amorós, V. Beltrán, C. Felú, et al. "Técnicas experimentales del control de la compactación de pavimentos y revestimientos cerámicos". *Técnica Cerámica*, 116, 1234-1246 (1983)
152. J.L. Amorós, A. Escardino, J.E. Enrique, et al. "Quality control in tile production". *InterCeram*, 33, 50-54 (1984)
153. J.L. Amorós, A. Blasco, J.E. Enrique, et al. "New Experimental Method for Ceramic Powder Compaction Control". *Industrial Ceramics*, 10, 73-78 (1990)
154. G. Mallol, D. Llorens, C. Felú, et al. "On-line measurement of pressed tile body moisture content". *C+CA*, 33, 195-205 (2003)
155. J.L. Amorós, G. Mallol, A. Mezquita, et al. "Mejora de la estabilidad dimensional de piezas de gres porcelánico a través de la medida en continuo de la humedad de los soportes prensados". *Cerámica Información*, 311, 117-126 (2004)
156. J.L. Amorós, A. Escardino, M.J. Orts, et al. "Permeabilidad al aire de soportes cocidos de pavimento cerámico. (I) Influencia de las variables de prensado y de la temperatura de cocción". *Bol. Soc. Esp. Ceram. V.*, 31, 33-38 (1992)

157. J.L. Amorós, A. Escardino, M.J. Orts, et al. "Permeabilidad al aire de soportes cocidos de pavimento cerámico. (II). Relación entre el coeficiente de permeabilidad al aire y las propiedades características de la estructura porosa del sólido". *Bol. Soc. Esp. Ceram. V.*, 31, 207-212 (1992)
158. V. Beltrán. Succión de líquidos en baldosas cerámicas porosas. Relación entre las características microestructurales de la pieza y el fenómeno de succión. Ph. D., Universitat de València 1988
159. V. Beltrán, A. Escardino, C. Felú, et al. "Liquid suction by porous ceramic materials". *Br. Ceram. Trans. J.*, 87, 64-69 (1988)
160. A. Barba, A. Blasco, E. Monfort, et al. "Suction of liquids in porous ceramic tiles". *Tile Brick Int.*, 7, 23-28 (1991)
161. A. Barba, V. Beltrán, A. Escardino, et al. "Liquid suction by porous ceramic materials: 2. Influence of pressing conditions". *Br. Ceram. Trans. J.*, 88, 219-222 (1989)
162. A. Barba, J.C. Jarque, A. Escardino, et al. "Liquid suction by porous ceramic materials: 3. Influence of the nature of the composition and the preparation method of the pressing powder". *Br. Ceram. Trans. J.*, 90, 77-80 (1991)
163. A. Barba, A. Escardino, E. Sánchez, et al. "Liquid suction by porous ceramic materials 4: influence of firing conditions". *Br. Ceram. Trans.*, 98, 225-229 (1999)
164. M.A. Gallego. Secado de soportes cerámicos para pavimento y revestimiento. Mecanismo y cinética del proceso. Ph. D., Universitat de Valencia 1993
165. A. Escardino, J.C. Jarque, A. Moreno, et al. "Secado de materiales cerámicos (II). Cinética del secado de piezas cerámicas de pavimento y revestimiento. Modelos dinámicos". *Técnica Cerámica*, 190, 34-42 (1991)
166. A. Barba, A. Escardino, E. Sánchez, et al. "Drying of ceramic materials shaped by unidirectional pressing: I Kinetic model". *Br. Ceram. Trans.*, 92, 197-202 (1993)
167. A. Escardino, M.J. Ibáñez, F. Negre, et al. "Secado de materiales cerámicos. (I) Factores que afectan a la humedad de equilibrio". *Bol. Soc. Esp. Ceram. V.*, 26, 367-373 (1987)
168. A. Escardino, J.C. Jarque, A. Moreno, et al. "Secado de Materiales Cerámicos (I) Consideraciones generales. Isotermas de equilibrio". *Técnica Cerámica*, 185, 452-462 (1990)
169. J.C. Jarque, V. Cantavella, G. Silva, et al. "Comportamiento de composiciones cerámicas frente al secado en condiciones industriales". *Técnica Cerámica*, 303, 621-635 (2002)
170. J. Enrique, A. Moreno, P. Negre, et al. "Desarrollo de un equipo para la determinación de la distribución de temperaturas en el interior de secaderos de baldosas cerámicas". *Técnica Cerámica*, 244, 418-420 (1996)
171. G. Mallol, A. Mezquita, J.C. Jarque, et al. "Estudio de la operación de secado de los soportes de las baldosas cerámicas en secaderos verticales". *Técnica Cerámica*, 304, 805-817 (2002)
172. J.C. Jarque, V. Cantavella, M.J. Orts, et al. "Ceramic tile dryer design". *Am. Ceram. Soc. Bull.*, 78, 88-92 (1999)
173. J.L. Amorós, V. Cantavella, J.C. Jarque, et al. "Evolution of mechanical strength of industrially dried ceramic tiles during storage". *J. Eur. Ceram. Soc.*, 23, 1839-1845 (2003)
174. A. Blasco, J.L. Amorós, V. Beltrán, et al. "Mejora de producción y calidad de producto en la fabricación de pavimentos de gres, acoplado un secadero túnel de vagones a la entrada del horno. Diseño del secadero". *Técnica Cerámica*, 130, 18-29 (1985)
175. J.L. Amorós, V. Beltrán, A. Escardino, et al. "A tunnel dryer for improving the production of ceramic floor tiles". *Interbrick*, 2, 20-22 (1986)
176. A. Moreno, E. Monfort, et al. "Comportamiento del engobe durante la operación de esmaltado". *Técnica Cerámica*, 204, 404-416 (1992)
177. A. Moreno. "Adecuación de las propiedades de tintas y esmaltes a los sistemas de aplicación y técnicas decorativas". *Cerámica Información*, 280, 52-85 (2001)
178. A. Barba, M. Monzó, G. Mallol, et al. "Printing screen preparation by laser exposure". *L'Industrie Céramique et Verrière*, 946, 166-178 (1999)
179. A. Barba, P. Negre, E. Monfort, et al. "Studio delle variabili che controllano l'applicazione della serigrafia e della loro influenza sulle tonalità della piastrella". *Ceramica Informazione*, 369, 146-152 (1997)
180. A. Barba, F. Negre, E. Monfort, et al. "Incidence des paramètres d'impression sérigraphique sur les écarts chromatiques des carreaux". *L'Industrie Céramique et Verrière*, 915, 322-327 (1996)
181. V. Sanz, E. Sánchez, E. Bou, et al. "Influência da serigrafia sobre a variação de tonalidade de revestimentos cerámicos". *Cerámica Industrial*, 4, 19-26 (1999)
182. C. Felú, V. Sanz, M. Monzó, et al. "Méthode rationnelle de preparation et d'ajustement des encres sérigraphiques". *L'Industrie Céramique et Verrière*, 953, 686-692 (2000)
183. J.E. Enrique, V. Cantavella, A. Moreno, et al. "Estimating inner temperature profile in firing tile". *Am. Ceram. Soc. Bull.*, 77, 77-80 (1998)
184. V. Cantavella. Simulación de la deformación de baldosas cerámicas durante la cocción. Ph. D., Universitat Jaume I de Castellón 1998
185. J.E. Enrique, V. Cantavella, E. Sánchez, et al. "Simulation of tile deformation in firing". *Ceram. Acta*, 11, 31-41 (1999)
186. J.E. Enrique, V. Cantavella, E. Sánchez, et al. "Model predicts tile deformation in firing". *Am. Ceram. Soc. Bull.*, 68, 65-69 (1999)
187. J.L. Amorós, F. Negre, E. Sánchez, et al. "Acuerdo esmalte-soporte. (I) Causas y factores de los que depende". *Técnica Cerámica*, 178, 582-592 (1989)
188. J.L. Amorós, A. Blasco, V. Sanz, et al. "Acuerdo esmalte-soporte. (II) Expansión térmica de soportes y esmaltes cerámicos". *Técnica Cerámica*, 179, 664-657 (1989)
189. J.L. Amorós, M.J. Orts, A. Gozalbo, et al. "Acuerdo esmalte-soporte (III) Elasticidad de soportes y vidriados cerámicos". *Técnica Cerámica*, 180, 34-35 (1990)
190. J.L. Amorós, F. Negre, M.J. Ibáñez, et al. "Determinación del acoplamiento esmalte-soporte por métodos experimentales". *Técnica Cerámica*, 182, 228-233 (1990)
191. J.L. Amorós, A. Moreno, M.J. Orts, et al. "Acuerdo esmalte-soporte (IV) Naturaleza de la interfase esmalte-soporte". *Técnica Cerámica*, 181, 138-145 (1990)
192. J. Enrique, V. Beltrán, C. Felú, et al. "Acuerdo esmalte-soporte (VI). Determinación de la resistencia al cuarteo de piezas cerámicas". *Técnica Cerámica*, 183, 282-297 (1990)
193. A. Blasco, M.J. Orts, et al. "Glaze support adhesion and its industrial control". *Tile Brick Int.*, 7, 15-22 (1991)
194. A. Escardino, J.L. Amorós, J.E. Enrique. "El diagrama de gresificación en la fabricación de pavimentos de gres". *Cerámica Información*, 84, 211-220 (1989)
195. M.J. Orts, A. Escardino, J.L. Amorós, et al. "Microstructural changes during the firing of stoneware floor tiles". *Appl. Clay Sci.*, 8, 193-205 (1993)
196. V. Beltrán, E. Sánchez, S. Mestre, et al. "Influence of pressing powder characteristics and firing temperature on the porous microstructure and stain resistance of porcelain tile". *Ceram. Acta*, 8, 37-51 (1996)
197. J.L. Amorós, A. Escardino, E. Sánchez, et al. "Stabilità delle dimensioni nelle piastrelle porose monocotte". *Ceramica Informazione*, 324, 56-67 (1993)
198. J.L. Amorós, M.J. Orts, A. Escardino, et al. "Expansión térmica de piezas de pavimento cerámico gresificado. Influencia de las variables de prensado y de la temperatura de cocción". *Bol. Soc. Esp. Ceram. V.*, 31, 109-114 (1992)
199. F. Negre. Mecanismo de la formación y cinética de la oxidación del corazón negro durante la cocción de piezas cerámicas. Ph. D., Universitat de València 1989
200. A. Barba. Oxidación del corazón negro durante la cocción de piezas cerámicas. Influencia de la estructura del sólido y de su contenido en materia orgánica y óxidos de hierro sobre la cinética del proceso. Ph. D., Universitat de València 1989
201. A. Barba, A. Blasco, E. Monfort, et al. "Variables que influyen en la eliminación del corazón negro y estudio de los costes que supone dicha eliminación". *Técnica Cerámica*, 188, 650-660 (1990)
202. A. Barba, A. Moreno, F. Negre, et al. "Oxidation of black cores in firing". *Tile Brick Int.*, 6, 17-23 (1990)
203. A. Barba, J.L. Amorós, A. Escardino, et al. "Oxidation of black core during the firing of ceramic ware. 2. Process kinetics". *Br. Ceram. Trans. J.*, 91, 5-11 (1992)
204. A. Barba, M.J. Orts, A. Escardino, et al. "Oxidation of Black Core During the Firing of Ceramic Ware.- 3. Influence of the Thickness of the Piece and the Composition of the Black Core". *Br. Ceram. Trans. J.*, 91, 36-40 (1992)
205. A. Barba, A. Escardino, F. Negre, et al. "Oxidation of black core during firing of ceramic ware: 4. Relationship between effective diffusivity of oxygen through oxidised layer and properties characterising its porous structure". *Br. Ceram. Trans.*, 94, 103-108 (1995)
206. V. Beltrán, A. Escardino, F. Negre, et al. "Formation of Black Core During the Firing of Floor and Wall Tiles". *Interceram*, 37, 15-21 (1988)
207. J.L. Amorós, J.E. Enrique, A. Blasco, et al. "Hornos para la fabricación de pavimentos y revestimientos cerámicos. Características y criterios de elección". *Técnica Cerámica*, 104, 750-768 (1982)
208. G. Mallol, D. Llorens, et al. "Reproducción de las condiciones industriales de cocción de las baldosas cerámicas utilizando un horno piloto de rodillos". *Técnica Cerámica*, 276, 855-865 (1999)
209. J.E. Enrique, E. Monfort, G. Mallol, et al. "Improving energy efficiency in single-deck kilns by optimization of the process variables". *Cfi Ber. DKG*, 72, 255-260 (1995)
210. G. Mallol, E. Monfort, J.C. Jarque. "Optimización de las condiciones de operación de un horno monoestrato". *Cerámica Información*, 202, 6-13 (1994)
211. A. Blasco, G. Mallol, E. Monfort, et al. "Optimización de las condiciones de funcionamiento en hornos monoestrato (I). Curva de presiones". *Técnica Cerámica*, 206, 585-593 (1992)
212. J.E. Enrique, G. Mallol, E. Monfort, et al. "Optimización de las condiciones de funcionamiento en hornos monoestrato (II). Caudal de aire de combustión". *Técnica Cerámica*, 218, 716-729 (1993)
213. G. Mallol, E. Monfort, A. Moreno, et al. "Optimización de las condiciones de funcionamiento en hornos monoestrato. III Medida de gradientes transversales de temperatura". *Técnica Cerámica*, 227, 653-662 (1994)
214. A. Moreno, G. Mallol, J.E. Enrique, et al. "Studio dei gradienti trasversali della temperatura in forni a rulli con condizioni operative diverse". *Ceram. Acta*, 8, 43-54 (1996)
215. A. Barba, J.C. Jarque, A. Moreno, et al. "Optimización de las condiciones de funcionamiento en hornos monoestrato (IV) Mecanismos de transmisión de energía calorífica". *Técnica Cerámica*, 247, 566-572 (1996)
216. J.E. Enrique, G. Mallol, E. Monfort, et al. "Racionalización de energía en

- hornos de cocción de baldosas cerámicas". *Cerámica y Cristal*, 124, 21-32 (1998)
217. G. Timellini, A. Blasco. "Energy Consumptions and carbon Dioxide Emissions in the Ceramic Tile Sector: Italy and Spain". *Ceram. Acta*, 5, 41-50 (1993)
218. A. Blasco, J.E. Enrique, et al. "Estudio sobre el ahorro energético en el sector azulejero". *Técnica Cerámica*, 121, 1408-1413 (1984)
219. J.E. Enrique, G. Mallol, et al. "Evolución de los consumos de energía térmica y eléctrica en el sector de baldosas cerámicas". *Técnica Cerámica*, 246, 466-477 (1996)
220. J.E. Enrique, G. Mallol, et al. "Influencia de la evolución tecnológica sobre el consumo energético en la fabricación de baldosas cerámicas". *Cerámica Información*, 222, 3-12 (1996)
221. M.J. Orts. Sinterización de piezas de pavimento gresificado. Ph. D., Universitat de València 1991
222. M.J. Orts, J.L. Amorós, A. Escardino, et al. "Kinetic model for the isothermal sintering of low porosity floor tiles". *Appl. Clay Sci.*, 8, 231-245 (1993)
223. A. Barba, C. Clausell, M. Monzó, et al. "Sintering of $(\text{Cu}_{0.25}\text{Ni}_{0.25}\text{Zn}_{0.50})\text{Fe}_2\text{O}_4$ Ferrite". *J. Am. Ceram. Soc.*, 87, 571-577 (2004)
224. M.J. Orts, A. Gozalbo, A. Moreno, et al. "Behaviour ceramic rollers in a porcelain tile kiln". *Am. Ceram. Soc. Bull.*, 82, 31-35 (2003)
225. A. Moreno, E. Sánchez, A. Gozalbo, et al. "Evolución de la microestructura de rodillos cerámicos durante su uso". *Técnica Cerámica*, 303, 665-667 (2002)
226. M.J. Orts, E. Sánchez, M.J. Ibáñez, et al. "Comportamiento del gres porcelánico durante la operación de pulido". *Bol. Soc. Esp. Ceram. V.*, 40, 447-455 (2001)
227. E. Sánchez, M.J. Orts, V. Cantavella, et al. "Porcelain tile polishing. I. Wear mechanism". *Am. Ceram. Soc. Bull.*, 81, 50-54 (2002)
228. A. Escardino, J.L. Amorós, M.J. Orts, et al. "Porosidade superficial de vidrados polidos: Influencia de algumas variáveis". *Cerâmica Industrial*, 7, 14-24 (2002)
229. A. Escardino, J.L. Amorós, M.J. Orts, et al. "Surface porosity of polished glazes". *C+CA*, 3, 97-110 (2003)
230. M.J. Orts, J.L. Amorós, E. Sánchez, et al. "Propiedades superficiales del gres porcelánico: relación con la microestructura". *Técnica Cerámica*, 297, 1240-1248 (2001)
231. E. Sánchez, M.J. Orts, V. Cantavella, et al. "Porcelain tile polishing. II. Influence of tile microstructure and microhardness". *Am. Ceram. Soc. Bull.*, 81, 57-61 (2002)
232. E. Sánchez, M.J. Orts, V. Cantavella, et al. "Empleo de un tribómetro pin on disk para el estudio del pulido del gres porcelánico". *Cerámica Información*, 293, 67-78 (2003)
233. C. Feliú. Estudio cinético de la desvitrificación de diópsido en fritas basadas en el sistema de óxidos $\text{SiO}_2\text{-MgO-CaO}$. Ph. D., Universitat Jaume I de Castellón 1996
234. A. Escardino, J.L. Amorós, M.J. Orts, et al. "Gahnite devitrification in ceramic frits: mechanism and process kinetics". *J. Am. Ceram. Soc.*, 83, 2938-2944 (2000)
235. M.J. Orts, A. Gozalbo, V. Cantavella, et al. "Estudio de la desvitrificación en una frita de circonio por difracción de rayos X a alta temperatura". *Técnicas de Laboratorio*, 239, 132-133 (1999)
236. A. Escardino, A. Moreno, M.J. Ibáñez, et al. "Determinación del intervalo óptimo de temperaturas de "maduración" de recubrimientos vidriados". *Técnicas de Laboratorio*, 239, 134-135 (1999)
237. A. Moreno. Estudio de la formación de fases cristalinas en vidriados blancos de circonio. Ph. D., Universitat Jaume I de Castellón 1994
238. A. Escardino, A. Moreno, J.L. Amorós, et al. "Study of crystalline-phase formation in white zirconium glazes". *Ceram. Acta*, 8, 21-34 (1996)
239. A. Barba, A. Escardino, A. Moreno, et al. "Zirconium glazes used in fast single fired wall tile manufacture. Part 2: empirical model for fitting experimental data from devitrification process". *Br. Ceram. Trans.*, 99, 72-76 (2000)
240. A. Escardino. "Kinetic model for crystallization in white ceramic glazes". *J. Am. Ceram. Soc.*, 84, 23-28 (2001)
241. J.L. Amorós, A. Escardino, M.J. Orts, et al. "Zirconium glazes used in fast single fired wall tile manufacture: Part 1. Crystallization mechanism". *Br. Ceram. Trans.*, 93, 224-228 (1994)
242. A. Moreno, M.J. Orts, et al. "Separación de fases en vidriados de monococción porosa (I)". *Técnica Cerámica*, 211, 129-137 (1993)
243. A. Moreno, M.J. Orts, et al. "Separación de fases en vidriados de monococción porosa (II)". *Técnica Cerámica*, 212, 210-215 (1993)
244. A. Gozalbo. Vidriados heterogéneos: mecanismo y cinética de la sinterización y la formación de cristales. Ph. D., Universitat Jaume I de Castellón 2001
245. A. Escardino, J.L. Amorós, M.J. Orts, et al. "Crystallisation in $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-ZnO-TiO}_2$ glass: process mechanism". *Br. Ceram. Trans.*, 98, 196-199 (1999)
246. J.L. Amorós, J.E. Enrique, M.J. Orts, et al. " $\text{Li}_2\text{O-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Me(II)O}$ glass-ceramic systems for tile glaze applications". *J. Am. Ceram. Soc.*, 74, 983-987 (1991)
247. A. Escardino, E. Sánchez, J.L. Amorós, et al. "Influencia del porcentaje de caolín, contenido en la capa de esmalte, sobre su comportamiento durante la cocción". *Técnica Cerámica*, 262, 396-407 (1998)
248. A. Escardino, J.L. Amorós, M.J. Orts, et al. "Interaction between glaze layers during firing chemical resistance of resulting glazes". *Cerámica Acta*, 14, 28-46 (2002)
249. J.L. Amorós, A. Moreno, J.E. Enrique, et al. "Desarrollo de burbujas en esmaltes (I). Causas y determinación de su contenido en esmaltes cerámicos". *Técnica Cerámica*, 179, 658-667 (1989)
250. J.L. Amorós, A. Moreno, J.E. Enrique, et al. "Desarrollo de burbujas en esmaltes. (II) Influencia de la temperatura de cocción, composición y espesor de la capa de esmalte y de la granulometría de los aditivos". *Técnica Cerámica*, 180, 46-56 (1990)
251. J.L. Amorós, M.J. Orts, A. Gozalbo, et al. "Evolución de la porosidad de esmaltes durante la cocción. Mecanismo y cinética de la sinterización". *Técnica Cerámica*, 243, 282-297 (1996)
252. S. Mestre. Compuestos del sistema $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-Cr}_2\text{O}_3$. Estudio cinético y colorimétrico. Ph. D., Universitat Jaume I de Castellón, 1997
253. A. Barba, A. Escardino, S. Mestre, et al. "Kinetic study of black $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-Cr}_2\text{O}_3$ pigment synthesis. I. Influence of synthesis time and temperature". *J. Am. Ceram. Soc.*, 86, 945-950 (2003)
254. A. Barba, A. Escardino, S. Mestre, et al. "Colorimetric study of the black $(\text{Fe,Cr})_2\text{O}_3$ pigment synthesis reaction. Relation between chromatic coordinates and synthesis conditions". *Br. Ceram. Trans. J.*, 102, 247-250 (2003)
255. A. Barba, A. Escardino, S. Mestre, et al. "Kinetic study of black $(\text{Fe,Cr})_2\text{O}_3$ pigment synthesis. II Influence of composition and particle size". *Br. Ceram. Trans. J.*, 102, 251-256 (2003)
256. A. Barba, A. Escardino, S. Mestre, et al. "Synthesis mechanism of an iron-chromium ceramic pigment". *J. Am. Ceram. Soc.*, 83, 29-32 (2000)
257. A. Barba, M.J. Orts, C. Clausell, et al. "Kinetic model applicable to synthesis of $(\text{Cu}_{0.25}\text{Ni}_{0.25}\text{Zn}_{0.5})\text{Fe}_2\text{O}_4$ ferrite". *Br. Ceram. Trans.*, 99, 53-56 (2000)
258. J.E. Enrique, C. Feliú, G. Silva. "Relación producto uso". *Técnica Cerámica*, 241, 147-154 (1996)
259. J.E. Enrique, G. Mallol, E. Sánchez, et al. "Influence of process variables on the quality of impervious tiles". *Tile Brick Int.*, 6, 35-42 (1990)
260. C. Feliú. "The new ISO norms for ceramic tile". *Azulejo*, 75, 19-21 (1992)
261. A. Moreno, C. Feliú. "Tecnología de la fabricación de grandes formatos". *Técnica Cerámica*, 210, 53-56 (1993)
262. E. Sánchez. "Consideraciones técnicas sobre el producto y el proceso de fabricación del gres porcelánico". *Cerámica Información*, 285, 73-91 (2002)
263. A. Barba, A. Escardino, M.J. Ibáñez, et al. "Mejora de las propiedades superficiales de las piezas de gres porcelánico". *Técnica Cerámica*, 277, 966-976 (1999)
264. E. Sánchez. "Technical considerations on porcelain tile products and their manufacturing process. Part I". *Intereram*, 52, 6-15 (2003)
265. E. Sánchez. "Technical considerations on porcelain tile products and their manufacturing process. Part II". *Intereram*, 52, 132-139 (2003)
266. E. Sánchez. "¿A que llamamos gres porcelánico?". *Azulejo, Distribución y Colocación*, 49, 86-87 (2004)
267. A. Moreno, E. Bou, J. García, et al. "Influencia de los materiales plásticos sobre las características de los engobes. I. Tipo de material arcilloso". *Bol. Soc. Esp. Ceram. V.*, 39, 617-621 (2000)
268. M.F. Gazulla, M.P. Gómez, et al. "Determinación de cloro a nivel de trazas en esmaltes cerámicos". *Cerámica Información*, 267, 57-62 (2000)
269. J.L. Amorós, J.E. Enrique, M.J. Orts, et al. "Glass-ceramic systems for super fast firing technologies". *Industrial Ceramics*, 11, 7-10 (1991)
270. A. Gozalbo, J.L. Amorós, A. Escardino, et al. "Influence of microstructure on indentation hardness of a $\text{ZnO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-TiO}_2$ glass ceramic". *Br. Ceram. Trans.*, 93, 137-140 (1994)
271. F. Negre, M.J. Ibáñez, A. Moreno, et al. "Determinación de la dureza de esmaltes de pavimentos cerámicos por el método de indentación". *Técnica Cerámica*, 178, 599-606 (1989)
272. J.L. Amorós, A. Escardino, A. Gozalbo, et al. "Desarrollo de un vidriado cerámico con resistencia a la abrasión y dureza mejoradas". *Rev. R. Acad. Cien. Exact. Fis. Nat. Esp.*, 92, 101-106 (1998)
273. M.J. Ibáñez. Estudio de las propiedades mecánicas y superficiales de recubrimientos vidriados de piezas cerámicas. Puesta a punto de nuevas técnicas de medida. Ph. D., Universitat Jaume I de Castellón, 1998
274. A. Moreno, A. Escardino, et al. "Relación entre las propiedades mecánicas de vidriados cerámicos y su comportamiento al someterlos a tensiones externas". *Cerámica Información*, 195, 2-9 (1994)
275. A. Moreno, A. Escardino, J.L. Amorós, et al. "Estudio de la opacificación en vidriados cerámicos de circonio utilizados en la fabricación de baldosas de revestimiento por monococción". *Cerámica Información*, 197, 2-10 (1994)
276. A. Moreno, A. Escardino, J.L. Amorós, et al. "Study of opacificación in zirconium ceramic glazes used in single-fired wall tile manufacture". *Int. Ceram. J.*, 12, 40-44 (1994)
277. E. Bou, C. Feliú, M.F. Gazulla, et al. "Variables de las que depende el aspecto mate de algunos vidriados para revestimiento y pavimento cerámico". *Cerámica Información*, 304, 33-42 (2004)
278. E. Bou, J.C. Jarque, E. Sánchez, et al. "Optimizing glaze transparency by design". *Am. Ceram. Soc. Bull.*, 75, 71-75 (1996)
279. J.L. Amorós, A. Escardino, M.J. Orts, et al. "Obtención de recubrimientos vidriados blancos e lisos, para pavimentos cerámicos, a partir de fritas isentas de circonio". *Cerâmica Industrial*, 6, 7-17 (2001)

280. A. Gozalbo, M.J. Orts, J.L. Amorós, et al. "Studio su alcune variabili che influenzano la brillantezza degli smalti ottenuti da miscele di fritte e di ossido di tungsteno". *Ceramica Informazione*, 355, 613-620 (1995)
281. A. Gozalbo, M.J. Orts, J.L. Amorós, et al. "Estudio de algunas de las variables que influyen sobre el brillo de vidriados obtenidos a partir de mezclas de frita y óxido de wolframio". *Técnica Cerámica*, 224, 372-381 (1994)
282. A. Barba, A. Escardino, A. Moreno, et al. "Relación entre las propiedades mecánicas de vidriados cerámicos y su resistencia al desgaste". *Bol. Soc. Esp. Ceram. V.*, 39, 209-214 (2000)
283. C. Felú, M.J. Ibáñez, A. Moreno, et al. "Factors Degrading Tile Glazes through Abrasion". *Tile Brick Int.*, 6, 28-32 (1990)
284. A. Escardino, M.J. Ibáñez, J.L. Amorós, et al. "Empleo del rugosímetro para el estudio cuantitativo de la degradación, por abrasión, de vidriados cerámicos". *Cerámica Información*, 186, 16-30 (1993)
285. J.E. Enrique, C. Felú, G. Silva, et al. "Simulazione dell'abrasione indotta dal traffico pedonale sulle piastrelle ceramiche da pavimento". *Ceram. Acta*, 5, 61-71 (1993)
286. J.E. Enrique, F. Negre, M.J. José. "Resistencia a la abrasión de superficies esmaltadas". *Técnica Cerámica*, 158, 505-510 (1987)
287. A. Moreno, et al. "Porosity in single firing glazes for floor tiles". *Tile Brick Int.*, 6, 33-40 (1990)
288. J.E. Enrique, F. Negre, M.J. José. "Resistencia al ataque químico de superficies esmaltadas". *Técnica Cerámica*, 159, 574-580 (1987)
289. J.E. Enrique, M. Monzó, M.J. José, et al. "Estudio de diversos problemas de fabricación de loza". *Técnica Cerámica*, 141, 101-105 (1986)
290. A. Barba, A. Escardino, S. Mestre, et al. "Stability of the pink pigment CrCaSnSiO₅ interaction with ceramic materials". *Ceram. Acta*, 14, 38-50 (2002)
291. A. Escardino, S. Mestre, C. Felú, et al. "Stability of the (Cr) CaO.SnO₂. SiO₂ pink pigment in different ceramic frits". *Br. Ceram. Trans.*, 110, 213-220 (2002)
292. A. Escardino, V. Beltrán. "El control de calidad en la fabricación de tejas y ladrillos". *Técnica Cerámica*, 134, 297-306 (1985)
293. A. García. "Resistencia a la helada de materiales cerámicos porosos (I)". *Técnica Cerámica*, 252, 196-206 (1997)
294. A. García. "Resistencia a la helada de materiales cerámicos porosos (II)". *Técnica Cerámica*, 253, 292-303 (1997)
295. A. García. "Resistencia a la helada de materiales cerámicos porosos (III)". *Técnica Cerámica*, 254, 394-401 (1997)
296. M. Monzó, E. Bou, E. Sánchez, et al. "Ensayos para la caracterización de pantallas serigráficas". *Bol. Soc. Esp. Ceram. V.*, 40, 17-24 (2001)
297. A. Barba, C. Clausell, M. Monzó, et al. "Study of NiZn Ferrite Permeability: Effect of relative density and microstructure". *J. Am. Ceram. Soc.*, 87, 1314-1318 (2004)
298. A. Barba, M.F. Gazulla, M.P. Gómez, et al. "Preparation of standard reference materials for frit chemical analysis". *Glass Science and Technology*, 75, 184-190 (2002)
299. A. Barba, M.F. Gazulla, M.P. Gómez, et al. "Microwave-assisted digestion of ceramic frits for boron and lithium determination by inductively coupled plasma spectrometry (ICP-OES)". *Glass Science and Technology*, 75, 254-258 (2002)
300. E. Ochandío, F. Povo, J. Ballester. "La fluorescencia de Rayos X aplicada al análisis de fritas y esmaltes cerámicos". *Técnica Cerámica*, 174, 304-315 (1989)
301. M.F. Gazulla, E. Ochandío, T. González. "Solapamiento derivado del uso del LiBr como antiadherente en la preparación de muestras en FRX". *Técnica Cerámica*, 197, 674-678 (1991)
302. E. Ochandío, M.F. Gazulla, et al. "Corrección del efecto matriz en el análisis de fritas y esmaltes cerámicos por fluorescencia de rayos-X". *Bol. Soc. Esp. Ceram. V.*, 31, 213-218 (1992)
303. E. Ochandío, V. Cerdá, et al. "Automatic system for the determination of boron in ceramic frits". *J. Automa. Chem.*, 13, 107-110 (1991)
304. E. Ochandío, T. González, M.F. Gazulla. "Análisis químico de nuevos materiales cerámicos: fibras cerámicas de zirconio". *Cerámica Información*, 169, 40-44 (1991)
305. A. Barba, S. Mestre, E. Bou, et al. "Using the hot stage microscope for estimating frit sealing temperature". *Cfi Ber DKG*, 78, 36-39 (2001)
306. C. Felú, G. Silva, D. Llorens, et al. "Aplicación de la acelerometría a la medida de propiedades mecánicas de materiales". *Técnicas de Laboratorio*, 234, 612-613 (1998)
307. F. Negre, E. Sánchez, C. Felú, et al. "Procedimiento experimental para determinar la resistencia mecánica mediante flexión por tres puntos de apoyo". *Técnica Cerámica*, 225, 452-463 (1994)
308. B.D. Beake, M.J. Ibáñez, J.F. Smith. "Micro-impact testing: a new technique for investigating fracture toughness". *Thin Solid Films*, 398-399, 438-443 (2001)
309. A. Escardino, A. Moreno, M.J. Ibáñez. "Determination of ceramic tile scratch hardness. Use of a pin-on-disk tribometer". *Cfi Ber DKG*, 79, E14-E17 (2002)
310. A. Barba, A. Escardino, A. Moreno, et al. "Ceramic tile scratch resistance. Determination of scratch parameters". *Cfi Ber DKG*, 79, E24-E26 (2002)
311. J.E. Enrique, C. Felú, G. Silva, et al. "Simulación de la abrasión de pavimentos cerámicos debida al tránsito peatonal". *Técnica Cerámica*, 230, 34-43 (1995)
312. J.E. Enrique, C. Felú, G. Silva, et al. "Durability prediction of ceramic tile subject to abrasion processes from pedestrian traffic". *Ceram. Acta*, 8, 53-65 (1996)
313. V. Sanz, J.V. Agramunt, V. Beltrán, et al. "New method of assessing efflorescence". *Am. Ceram. Soc. Bull.*, 75, 60-64 (1996)
314. M. Monzó. Estudio de las causas de los defectos de fabricación en la industria de pavimentos y revestimientos cerámicos. Ph. D., Universitat Jaume I de Castellón 1994
315. J.L. Amorós, V. Beltrán, A. Escardino, et al. "Rib marking on biscuit fired tiles". *Interbrick*, 2, 30-33 (1986)
316. M.J. Orts, J.E. Enrique, A. Gozalbo, et al. "Production faults in ceramic tiles". *Tile Brick Int.*, 6, 23-34 (1990)
317. J.L. Amorós, J.E. Enrique, A. Escardino, et al. Defectos de fabricación de pavimentos y revestimientos cerámicos. AICE-ITC, Castellón (España) 1991
318. M. Monzó, J.E. Enrique, J. de la Torre. "Defectos de los productos de monococción (II) Defectos de la composición y preparación de la pasta". *Técnica Cerámica*, 165, 328-334 (1988)
319. M. Monzó, J.E. Enrique, J. de la Torre. "Defectos del bizcocho de revestimientos cerámicos por bicocción. (II) Defectos de la composición y preparación de la pasta". *Técnica Cerámica*, 157, 442-449 (1987)
320. M. Monzó, J.E. Enrique, J. de la Torre. "Defectos del bizcocho de revestimientos cerámicos por bicocción. (III) Defectos producidos por el prensado". *Técnica Cerámica*, 157, 450-459 (1987)
321. M. Monzó, J.E. Enrique, J. de la Torre. "Defectos de los productos de monococción. (III) Defectos producidos por el prensado y el secado". *Técnica Cerámica*, 166, 394-400 (1988)
322. J.E. Enrique, M. Monzó, J. de la Torre. "Defectos del bizcocho de revestimientos cerámicos por bicocción. (IV) Defectos de movimentación, apilado y secado". *Técnica Cerámica*, 158, 498-502 (1987)
323. M. Monzó, J.E. Enrique, J. de la Torre. "Defectos del azulejo esmaltado (I). Defectos de preparación del bizcocho para esmaltar y de esmaltado". *Técnica Cerámica*, 160, 18-25 (1988)
324. M. Monzó, J.E. Enrique, J. de la Torre. "Defectos de los productos de monococción (IV). Defectos en el desarrollo del esmalte y del esmaltado". *Técnica Cerámica*, 167, 458-467 (1988)
325. M. Monzó, J.E. Enrique, J. de la Torre, et al. "Defectos del azulejo esmaltado (II). Defectos de la aplicación serigráfica". *Técnica Cerámica*, 161, 82-85 (1988)
326. J.E. Enrique, M. Monzó, J. de la Torre. "Defectos del bizcocho de revestimientos cerámicos por bicocción. (V) Defectos producidos en la cocción". *Técnica Cerámica*, 159, 554-561 (1987)
327. M. Monzó, J.E. Enrique, J. de la Torre. "Defectos del azulejo esmaltado (IV). Defectos en el desarrollo del esmalte". *Técnica Cerámica*, 163, 202-212 (1988)
328. M. Monzó, J.E. Enrique, J. de la Torre, et al. "Defectos de los productos de monococción. (V) Defectos producidos en la cocción". *Técnica Cerámica*, 170, 18-27 (1989)
329. M. Monzó, J.E. Enrique, J. de la Torre. "Defectos del azulejo esmaltado. (III) Defectos de movimentación, encasillado, almacenado y cocción". *Técnica Cerámica*, 162, 138-143 (1988)
330. J.E. Enrique, M. Monzó, J. de la Torre. "Defectos del bizcocho (soporte cerámico) de pavimentos y revestimientos cerámicos. (I) Defectos debidos a impurezas". *Técnica Cerámica*, 155, 322-332 (1987)
331. M. Monzó, J.E. Enrique, J. de la Torre. "Defectos de los productos de monococción. (I) Defectos debidos a la presencia de impurezas". *Técnica Cerámica*, 164, 266-275 (1988)
332. G. Mallol, V. Cantavella, M.J. Daroca, et al. "Estudo em escala piloto da influência das variáveis de queima sobre a curvatura de placas cerâmicas por monoqueima". *Cerâmica Industrial*, 5, 10-18 (2000)
333. J.C. Jarque, V. Cantavella, M.P. Gómez, et al. "Influencia de las condiciones de operación del horno de rodillos sobre la curvatura de las piezas". *Técnica Cerámica*, 303, 685-687 (2002)
334. F. Negre, E. Sánchez, J. García, et al. "Evaluating lamination in porcelain tile. I. Measurement". *Am. Ceram. Soc. Bull.*, 77, 63-68 (1998)
335. E. Sánchez, J. García, C. Felú, et al. "Evaluating lamination in porcelain tile, part II. Pressing cycle and powder characteristics". *Am. Ceram. Soc. Bull.*, 77, 81-85 (1998)
336. E. Sánchez, V. Sanz, J.C. Jarque, et al. "Evaluating lamination in porcelain tile, part III. Influence of body composition and PSD". *Am. Ceram. Soc. Bull.*, 77, 70-73 (1998)
337. A. Escardino, J.L. Amorós, C. Felú, et al. "Influence of process parameters on the planarity of floor tiles". *Interbrick*, 5, 26-31 (1989)
338. A. García. "Factores que condicionan las roturas por caliche en las piezas cerámicas de tierra cocida". *Técnica Cerámica*, 194, 418-421 (1991)
339. V. Sanz, A. García. "Formação de eflorescencias na superfície dos tijolos". *Cerâmica Industrial*, 5, 38-46 (2000)
340. V. Sanz, A. García. Velos, florescencias y manchas en obras de ladrillo. Faenza Editrice Iberica, Castellón (España) 1999

341. A. Moreno, V. Sanz, M.J. Orts, et al. "Desarrollo de color y aparición de tonalidades en piezas de pavimento extruido esmaltado, tipo rústico". *Bol. Soc. Esp. Cerám. V.*, 38, 471-476 (1998)
342. J. Enrique, A. Blasco. "La contaminación en el sector de pavimentos y revestimientos cerámicos". *Técnica Cerámica*, 188, 661-665 (1990)
343. G. Busani, J.E. Enrique. "Contaminación atmosférica e hídrica". *Cerámica Información*, 225, 23-45 (1996)
344. E. Monfort, et. al. Cuestiones sobre medio ambiente para un técnico del sector cerámico. Instituto de Tecnología Cerámica-AICE, Castellón (España) 1999
345. E. Monfort, I. Celades. "Nuevos retos ambientales de la industria cerámica". *Técnica Cerámica*, 309, 1610-1613 (2002)
346. E. Monfort, J.E. Enrique, M.F. Gazulla, et al. "Caracterización de residuos de la industria azulejera". *Técnica Cerámica*, 222, 238-246 (1994)
347. J.E. Enrique, E. Monfort. "Situación actual y perspectivas de futuro de los residuos de la industria azulejera". *Cerámica Información*, 221, 20-34 (1996)
348. A. Barba, M.F. Gazulla, M.P. Gómez, et al. "Determinación de elementos metálicos en aguas residuales industriales, mediante absorción atómica e ICP-AES". *Técnica Cerámica*, 307, 1246-1252 (2002)
349. A. Barba, M.F. Gazulla, M.P. Gómez, et al. "A methodology for characterising ceramic wastes". *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 14, 333-343 (2003)
350. E. Monfort, M.F. Gazulla, I. Celades, et al. Critical factors in measuring solid particulate emissions in the ceramics industry". *Cfi Ber DKG*, 78, E40-E44 (2001)
351. A. Moreno, E. Monfort, et al. "Influencia de las materias primas borácicas en las emisiones de los hornos de fusión de fritas". *Técnica Cerámica*, 263, 494-501 (1998)
352. E. Monfort, M.F. Gazulla, I. Celades, et al. "Ceramic kiln fluorine-gas emission measurement". *Am. Ceram. Soc. Bull.*, 82, 31-35 (2003)
353. E. Monfort, I. Celades, M.F. Gazulla, et al. "Análise dos compostos de flúor nos gases da indústria cerâmica". *Cerâmica Industrial*, 8, 12-13 (2003)
354. E. Monfort, J.E. Enrique. "Economia energética e vantagens medioambientais de reutilização de residuos". *Cerâmica Industrial*, 1, 14-20 (1996)
355. E. Monfort, J.L. Amorós, J. Enrique, et al. Tratamiento de emisiones gaseosas, efluentes líquidos y residuos sólidos de la industria cerámica. AICE-ITC, Castellón (España) 1992
356. J.E. Enrique, E. Monfort, et al. "Gestión de vertidos en la fabricación de baldosas cerámicas". *Técnica Cerámica*, 246, 478-485 (1996)
357. J.E. Enrique, M.F. Gazulla, E. Monfort, et al. "Eliminación de olores en aguas residuales del proceso de fabricación de baldosas cerámicas". *Técnica Cerámica*, 248, 641-650 (1996)
358. J.E. Enrique, E. Monfort, G. Mallol, et al. "Reciclado de aguas residuales en la fabricación de baldosas cerámicas". *Bol. Soc. Esp. Ceram. V.*, 39, 149-154 (2000)
359. E. Monfort, A. Moreno, et al. "Reciclado de aguas residuales en un proceso de fabricación de baldosas de gres moldeadas por extrusión". *Técnica Cerámica*, 224, 395-403 (1994)
360. G. Mallol, et al. Depuración de los gases de combustión en la industria cerámica. 2ª ed. Instituto de Tecnología Cerámica, Castellón (España) 2001
361. G. Mallol, et al. Depuración de los gases de combustión en la industria cerámica. Instituto de Tecnología Cerámica-AICE, Castellón (España) 1998
362. I. Celades, E. Monfort, et al. "Estudio, diseño, implantación y rendimiento de sistemas de depuración de emisiones atmosféricas en el proceso de fabricación de fritas cerámicas". *Técnica Cerámica*, 322, 388-394 (2004)
363. J.E. Enrique, E. Monfort, V. Cantavella, et al. "Ceramic sludge stabilization in cement matrices". *Cfi Ber DKG*, 75, 24-29 (1998)
364. E. Monfort. Desarrollo de un proceso de solidificación-inertización para fangos de la industria cerámica. Estudio cinético de la lixiviación de componentes del producto inertizado. Ph. D., Universitat Jaume I de Castellón 1995
365. J.E. Enrique, E. Monfort, V. Cantavella, et al. "Leaching kinetics of toxic elements immobilized in cement matrices (I). Selecting a test method". *Materials Engineering*, 8, 151-169 (1997)
366. J.E. Enrique, E. Monfort, V. Cantavella, et al. "Leaching kinetics of toxic elements immobilized in cement matrices (II). Proposal of a kinetic model". *Materials Engineering*, 8, 227-248 (1997)
367. J.E. Enrique, A. Villalba, et al. "Problemática y legislación de la contaminación en la industria cerámica". *Técnica Cerámica*, 154, 285-296 (1987)
368. E. Monfort, M.J. José. "Legislación sobre residuos industriales aplicable a la industria cerámica". *Técnica Cerámica*, 220, 36-46 (1994)
369. J.E. Enrique. "Integrated pollution prevention and control: the example of the ceramic tile industry". *L'Industrie Céramique et Verrière*, 939, 452-46 (1998)
370. J.E. Enrique. "Integrated pollution prevention and control in the ceramic tile industry. Best Available Techniques (BAT). I Part". *Int. Ceram. J.*, april, 51-58 (2000)
371. J.E. Enrique. "Integrated pollution prevention and control in the ceramic tile industry. Best Available Techniques (BAT). II Part". *Int. Ceram. J.*, june, 45-50 (2000)
372. J.E. Enrique, E. Monfort, G. Mallol, et al. "Water saving techniques in the spanish tile industry". *Tile Brick Int.*, 16, 12-17 (2000)
373. J.E. Enrique, G. Mallol, et al. "Aspectos energéticos y medioambientales de la fabricación de baldosas cerámicas". *Técnica Cerámica*, 247, 557-565 (1996)
374. A. Blasco, J.E. Enrique, et al. "Estudio sobre el ahorro energético en el sector azulejero". *Técnica Cerámica*, 121, 1408-1413 (1984)
375. G. Mallol, J.C. Jarque, E. Monfort, et al. "Estudio de los costes de fabricación y de la inversión en plantas de producción de gres porcelánico (I)". *Técnica Cerámica*, 193, 328-340 (1991)
376. G. Mallol, J.C. Jarque, E. Monfort, et al. "Estudio de los costes de fabricación y de la inversión en plantas de producción de gres porcelánico (II)". *Técnica Cerámica*, 194, 386-400 (1991)

Recibido: 10.01.05

Aceptado: 30.03.05

