

Aproximación medioambiental al inventario del ciclo
de vida de la baldosa de Castellón

Universidad de Valencia
Facultad de Economía
Departamento de Economía Aplicada
Director: Emérit Bono Martínez
Doctorando: Angel Miguel Gilabert Alvarez
Lectura: 27/04/2007

Agradecimientos:

Agradezco en primer lugar la paciencia con que me ha tratado mi director de Tesis, D. Emérit Bono (Catedrático de Economía Aplicada), hasta llegar a estas páginas, que han necesitado de varias versiones previas para conseguir la presente.

En segundo lugar, citar aquí a las doctoras y profesoras Purificación Escribano y Eloisa Cordoncillo, de la Universidad Jaume I de Castellón, Departamento de Química Orgánica e Inorgánica, por sus orientaciones en el primer momento de la elaboración de esta tesis, y en especial al Doctor del Instituto de Tecnología Cerámica y profesor en la misma Universidad, Eliseo Monfort por su apoyo y aclaraciones cuando le he necesitado.

Esperamos contribuir en algo a la aplicación de metodologías que guíen el análisis ecológico de los diversos sectores económicos de la Comunidad Valenciana en especial, y en general, donde haga falta una nueva visión integrada socialmente de la Economía.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	4
CAPÍTULO 1º LAS CIFRAS ECONOMICAS DEL SECTOR	40
CAPITULO 2º LA RECESIÓN PRESENTE. EL SECTOR EN 2003...	78
CAPÍTULO 3º EL CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO: UNA VISIÓN PARCIAL.....	96
CAPÍTULO 4º LA METODOLOGÍA DE LOS PROGRAMAS INFORMÁTICOS.....	110
CAPÍTULO 5º EL PROCESO PRODUCTIVO EN TÉRMINOS QUÍMICOS.....	117
Anexos:	
a) Los yacimientos.....	139
b) Proceso de molturación, molienda y atomización.....	148
c) Las fritas.....	163
d) Los esmaltes.....	175
e) Los pigmentos.....	181
f) La fábrica de baldosas.....	190
CAPÍTULO 6º. EL AGUA EN EL PROCESO PRODUCTIVO.....	205
Anexo.....	219
CAPÍTULO 7º EL INVENTARIO DEL CICLO DE VIDA PARA EL SECTOR.....	242
Anexo.....	254
CAPÍTULO 8º LA ENERGÍA.....	275
CAPÍTULO 9º EL Nº DE HORNOS Y EL COSTE DE LAS MEDIDAS DE CONTROL MEDIOAMBIENTAL.....	304
CAPITULO 10º LAS DECLARACIONES DE EMISIONES EPER...	310
CAPÍTULO 11º EL COMPROMISO MEDIOAMBIENTAL.....	331
CAPÍTULO 12º CONCLUSIONES GENERALES.....	338
 BIBLIOGRAFÍA	 356

INTRODUCCIÓN.

I.1) Las tendencias del pensamiento económico.

Los autores que se engloban dentro de la denominación de fisiócratas, fueron los últimos que ligaron la producción de riqueza, su origen y naturaleza, con el sustrato físico de donde, según ellos, procedía. Ya alegaba Quesnay que la única actividad productiva era la agricultura, pues sólo la luz del sol y las propiedades del suelo eran las que producían riqueza en forma de producción agrícola, para el sustento de la población, y además, ofrecer un excedente, que encuadrado dentro del régimen feudal y aristocrático, podía acumularse en forma de bienes elaborados por los individuos que no trabajaban directamente la tierra, calificando a éstos últimos de “clases no productivas”. Se producía el engarce entre la riqueza (natural) en términos físicos y monetarios en esa misma secuencia, es decir, era el sistema monetario el que estaba al servicio, o era consecuencia de la producción de riqueza de la tierra extraída por el labrador (y no al contrario, como afirmarán más tarde los defensores de la economía marginalista de forma tajante)¹.

Mas tarde, el comienzo de la industrialización (en el siglo XIX) obliga a revisar las bases del esquema fisiocrático, revisión que vendrá a cargo de los

¹ J.M. Naredo ha sido el precursor y profesor de muchos de los economistas que hoy día trabajan en el campo de la Economía Ecológica. Y es éste el caso de Oscar Capintero Redondo, al que seguimos en la exposición, dado que su obra “Entre la Economía y la Naturaleza”, y que hemos elegido para realizar esta escueta introducción, resume de forma importante la obra cumbre en su género, que nosotros conozcamos, en castellano, “La Economía en Evolución” (Naredo, 1998).

clásicos. Ahora la riqueza no proviene exclusivamente de la capacidad de la tierra para producir un excedente, sino que es la acumulación de dinero otra forma de riqueza tan válida a efectos teóricos como lo fue la producción agrícola. Es éste un período donde ya aparecen términos como renta, valor, etc. que tienen visos de acoger, como decimos, otras “riquezas” que se plasman en la consecuencia de que no sólo son productivos los labradores y la tierra, sino también los artesanos y hasta el puro comercio. Así, Adam Smith, en “la Riqueza de las Naciones” plasma un esquema económico donde los individuos no están sujetos a la tierra, como en el régimen feudal, sino que además, las funciones de corte artesanal y productivo son asimismo “creadoras de valor”. T.R. Malthus definió la riqueza como “todos los objetos materiales necesarios, útiles o agradables al hombre, cuya producción o apropiación han exigido, en alguna medida un esfuerzo del ser humano”² .

J.B. Say, afirma también que “no existe una creación de materia sino de utilidad, y a eso es a lo que yo llamo producción de riqueza”. Como vemos, pues, la aparición de la utilidad comienza el ciclo de pensamiento donde es la satisfacción psíquica de los placeres (y necesidades) de la vida lo que valoran los individuos, y expresando en el intercambio esa valoración personal, se llega a una demanda y un precio en el mercado (si es que un bien es privativo, que puede exigir un precio a cambio de la posesión del bien). Estamos llegando al germen de lo que será el marginalismo, que a partir de J.S Mill se desarrollará hasta nuestros días.

² (O.Carpintero Redondo, 1999).

Marx, por su parte, coincide a veces en sus escritos con la opinión de que sin los dones materiales de la Naturaleza, ninguna producción podría ser posible, pero finalmente sus teorías se desplazan hacia el esquema, ya conocido, de esgrimir razones de carácter puramente económico con que intentar ajustar su teoría de la explotación y la apropiación del excedente entre clases sociales enfrentadas.

Ricardo, por su parte, señala que “Renta es aquella parte del producto de la tierra que se paga al propietario por el uso de las fuerzas originales e indestructibles del suelo”. De hecho, Ricardo dedica el capítulo XX de sus Principios a deshacer el malentendido entre valor y riqueza, aduciendo que “el valor difiere esencialmente de la riqueza, pues aquél no depende de la abundancia, sino de la dificultad o facilidad de producción”, con lo cual quiere demostrar que pueden darse circunstancias en que, de hecho, el valor aumenta mientras la riqueza disminuye y viceversa”³.

J.S Mill es el autor puente entre los clásicos y los marginalistas. Afirma que “todo aquello que sirve para comprar, todo aquello por lo que se dé a cambio algo útil o agradable forma parte de la riqueza. Aquellas cosas por las que no puede obtenerse nada a cambio, por muy útiles o necesarias que sean, no son riqueza”.

El marginalismo (o los neoclásicos, como se les quiera llamar) afianza al final el nuevo estilo de interpretación del sistema económico, desgajándolo de

³ (opus cit. Carpintero R., 1999)

su naturaleza física, es decir, sin hacer consideraciones sobre el precio o valor social de los recursos ambientales, afirmando que sólo tiene cabida en el esquema de pensamiento que aflora lo que tiene precio, y es intercambiable por medio de él en el mercado. Mercado, que además es estático, es decir, fuera de consideraciones donde el tiempo no tiene papel que jugar, y por tanto, donde el tiempo de extracción o producción no tiene valor si la demanda no desea pagar por ello. La mecánica de Newton es el esquema de pensamiento dominante que impera en aquellos momentos y es el mercado estático un juego de fuerzas y pesas, que como ha demostrado Naredo, es una traslación de las teorías físicas que se desarrollan por entonces, a la economía. Los individuos se mueven mecánicamente impulsados por sus propios intereses, haciendo caso omiso de otras aspiraciones que no sean las de maximizar la utilidad.

Walras, termina el andamiaje de los neoclásicos formalizando matemáticamente la separación entre la economía y la Naturaleza, ya que la “riqueza social” ha de poseer los rasgos de apropiabilidad e intercambiabilidad, llegando a afirmar que “las cosas útiles y limitadas en cantidad son apropiables, (...) valiosas e intercambiables”⁴. Por tanto el mercado juega ya un papel fundamental, pues si no es posible intercambiar un bien, éste no tiene valor. Así, el aire y el agua, no tienen valor, como decimos. Su error conceptual le está costando muy caro a la sociedad actual, aunque cuando a mediados del siglo pasado comienzan las preocupaciones por el medio ambiente, se intenta por todos los medios, por parte de los marginalistas, ampliar sus límites

⁴ (O. Carpintero R., 1999).

hasta intentar abarcar los problemas ecológicos, intentando dar un precio a los bienes que por su propia naturaleza no pueden tener.

En cuanto a los límites que impone la Naturaleza al sistema económico y su desarrollo dentro del paradigma del desarrollo inmediatamente anterior a la Revolución Industrial y a ella misma, cabe decir, que Malthus niega la posibilidad de unos límites absolutos a la producción de la tierra, aunque plantea la conocidísima problemática de que la población crezca exponencialmente, mientras la producción agrícola lo haga geométricamente.

Ricardo expuso los límites de su modelo de crecimiento cuando propone que el incremento de la población llevará a cultivar tierras marginales en cuanto a que cada vez serán menos productivas. Así, la renta de la tierra irá cayendo hasta hacerse nula la correspondiente a las últimas hectáreas cultivadas.

Marx, también intuye que existe una contradicción entre las condiciones de vida de una población creciente (si se desea evitar la pauperización de la población trabajadora) y las fuerzas de la Naturaleza para sostener dicho crecimiento, pero no ahonda más en el tema, yendo por derroteros economicistas, dado su enfoque “liberador” de las fuerzas que si no se lleva a cabo, conllevarán una tasa decreciente de ganancia por parte de la inversión capitalista, y un declive final de su sistema, si no se apropian antes los trabajadores de los medios de producción. Acepta, de buen grado en muchas partes de sus escritos, que la posibilidad de reproducción de un sistema

económico depende de las condiciones de producción y viceversa, y que es necesario para una economía que quiera perdurar en el tiempo, reponer el consumo de energía y materiales para que el proceso productivo sea viable⁵.

J.S. Mill, por su parte, divisando que en un país se halla llegado a un estado estacionario porque las riquezas de todo tipo y el incremento de población hayan agotado las posibilidades de expansión, se aleja de toda sentencia catastrofista ofreciendo entonces una solución de crecimiento de la cultura y las relaciones sociales de entendimiento dentro de una sociedad que ahora podríamos calificar de “semi-ocio”.

Tampoco se puede olvidar la tarea en este sentido de Jevons, que en 1865 estudia y expresa su enorme preocupación por el agotamiento del carbón en la Inglaterra de la Revolución Industrial, pues la desaparición de esta fuente de energía conllevaría la caída del sistema de vida establecido.

I.2) El cambio de paradigma. La aparición de los problemas medioambientales y sus repercusiones.

En 1972 aparece el Primer Informe al Club de Roma “Los Límites del Crecimiento: Informe al Club de Roma sobre el Predicamento de la Humanidad”, y llegó el revuelo de opiniones a favor y en contra de aceptar unos límites físicos a la expansión de la economía (y de la población), y un agotamiento de los recursos naturales.

En 1963 había aparecido un libro de dos economistas estadounidenses, H. Barnett y C. Morse⁶, que era el referente constante de la escuela

⁵ (opus cit. O. Capintero R., 1999).

⁶ “Scarcity and growth. The Economics of Natural Resources Availability”.

marginalista respecto del optimismo total en cuanto a la sustitución de capital manufacturado y tecnología novedosa como solución a los problemas de escasez de materiales y energía. Por tanto, es posible continuar con la teoría que sólo incluye el capital y el trabajo como portadores de productividad y riqueza. En el trabajo de estos autores se reflejaba la tendencia reductora de los costes de extracción de los recursos en casi todas las áreas de la economía, que según ellos se observaba, y que por tanto permitían continuar la expansión con los mismos precios a través del tiempo (excepto para los recursos forestales).

Ante la opinión de los dos autores citados, se levantó, ya en su momento, un enfoque biofísico donde ya se afirmaba la imposibilidad de sustitución entre capital producido y capital natural, ya que los precios que se atribuyen a los recursos naturales no son los reales en cuanto a su reposición, sino a sus costes de extracción, algo que no tiene nada que ver con su “valor social” para el correcto funcionamiento del sistema económico actual. Por otra parte, estudios realizados demostraron que en contra de lo aducido por los dos autores norteamericanos, la cantidad de energía utilizada para conseguir el mismo ritmo de extracción de materiales exigía cada vez más energía, siendo el bajo precio de dicha energía la que posibilitaba la extracción cada vez más difícil de los recursos naturales, dando además una relación mayor que uno siempre el cociente entre energía utilizada en la extracción/energía obtenida de los recursos conseguidos.

A partir de 1982, las economías industriales entraban, según algunos autores, en un proceso de crecimiento económico cada vez más desligado de las necesidades energéticas. Este argumento se utilizó para demostrar que el objetivo del crecimiento era compatible con una utilización más racional de los recursos energéticos principalmente, cuando en realidad, lo que ocurría es que se arrastraba una tendencia a la baja en el consumo energético debido a las dos crisis del petróleo que se habían concatenado en la década anterior, pero queda en tela de juicio esa disminución energética, pues no era consecuencia más que de un ajuste vía precios ante la situación de los mercados y los acuerdos de la OPEP. Pero es la cantidad absoluta obtenida de energía y recursos ambientales lo que cuenta y no su relación relativa respecto del PIB y per cápita, pues a pesar de argumentarse esa “desmaterialización” económica, los valores absolutos consumidos no cesaban de crecer a nivel mundial. Lo que indica la falta de justificación real de los argumentos actuales, que defienden que no es necesario tomar medidas drásticas ante el consumo y trasiego de materiales y energía. En cuanto al argumento de la terciarización de la economía, que se aducía, iba a reducir el consumo de materiales, se ha demostrado como una falacia a todas luces, pues implica tanto movimiento de recursos o más, que las tradicionales industrias del sector primario de casi todas las economías. Para añadir a esto un carácter de mayor importancia, son los países ricos los que mayores incrementos en los consumos de recursos naturales manifiestan, poniendo una vez más en el tapete el problema de la distribución de la riqueza a nivel mundial, ya que se está dando una exportación de materias primas de los países pobres a los ricos, mientras los primeros continúan todavía con el problema de la deuda sin resolver

totalmente, estando obligados a “malvender” sus recursos para no llegar a veces ni a poder devolver los intereses de dicha deuda contraída ya hace años con los países ricos.

I.3) Nuevas perspectivas para redirigir el sistema económico actual.

Las leyes que rigen el comportamiento de la energía se conocen como las leyes de la Termodinámica. Dos son los principios de esta disciplina: la ley de la conservación de la energía y la ley de la entropía⁷.

El primero de ellos es suficientemente conocido: la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma., luego su cantidad total permanece inalterable.

La ley de la entropía afirma que si bien es verdad que la energía de un sistema aislado se mantiene constante, también es cierto que en su transformación se produce una pérdida de su calidad y se degrada. Como consecuencia de esto, disminuyen sus posibilidades de aprovechamiento humano. Es decir, todos los procesos que requieren energía para conseguir trabajo, tienen una relación entre ambos menor que la unidad. O sea, cuando se obtiene trabajo de la energía, parte de ésta última se degrada en forma de calor. Por tanto, podemos tener dos tipos de energía: la disponible o libre, y la disipada o no disponible. La ley de la entropía afirma que la energía se transforma siempre en la dirección de energía disponible en no disponible, pero nunca puede ocurrir lo contrario. Luego lo que entra dentro del sistema productivo en forma de energía y materiales tiene que salir necesariamente al medio ambiente en forma de calor disipado y productos fabricados (que una

⁷ Georgescu-Roegen, 1996-la traducción al castellano-, La Ley de la Entropía y el Proceso Económico; Naredo y Valero ,1999, Desarrollo Económico y Deterioro Ecológico, ...

vez consumidos se convertirán de nuevo en residuos) y residuos de la fabricación, que no pueden ser convertidos en productos para el mercado.

Georgescu-Roegen es el investigador que más a fondo ha llegado en el tema de demostrar que el sistema económico está regido por las leyes termodinámicas como cualquier otro sistema del planeta, y ha ofrecido suficientes argumentos para iniciar líneas de investigación en cuanto a la necesidad de contemplar el sistema económico como un viaje de la cuna a la cuna, y del que han nacido magníficos estudios como el del Naredo y Valero, “Desarrollo económico y deterioro ecológico”, por poner un ejemplo. De esta forma, se puede establecer que todo proceso económico consigue valor añadido cuando aumenta, mediante el proceso productivo, la entropía de los recursos y energía que utiliza.

“Los procesos más rentables⁸ no tienen por qué ser los más eficientes desde el punto de vista termodinámico, ya que el menor coste de los recursos utilizados puede compensar las mayores pérdidas originadas a lo largo del mismo con relación a otros procesos más eficientes basados en recursos cuya obtención o captación resulta más costosa”.

Por otra parte, el reciclaje total, aunque se disponga de energía suficiente no podría lograrse, pues tal gasto de energía supondría un tremendo incremento de la entropía del medio ambiente; por tanto el reciclaje completo

⁸ Naredo y Valero (1999, pág. 293).

es imposible ya que sigue una ley exponencial de aumento de energía necesaria para tal fin.

Se pueden añadir nuevos aspectos a los ya citados. Entre ellos podemos alegar que suelen ser los sectores de mayor consumo de energía y materiales los que añaden al PIB el mayor porcentaje, y al mismo tiempo se adiciona al PIB las actuaciones defensivas para paliar los daños medioambientales. Para una crítica magnífica del concepto actual del PIB⁹, véase a Jacobs (1997).

Otro tema importante a tratar es la relevancia de la fotosíntesis como limitación ecológica. Sólo el 0,8% de la energía solar es utilizado por las plantas para realizar el proceso de fotosíntesis, pero al pasar de un nivel a otro (es decir del propio crecimiento y mantenimiento de las plantas a la cadena trófica de los herbívoros y luego a los carnívoros) se pierde en torno al 90% de la energía disponible (véase nota 10, pág. siguiente). A pesar de ello, los cálculos indican que es posible alimentar el actual sistema económico solamente con la energía captada del Sol, si la tecnología desarrollada lo permitiese en estos momentos.

Al total de energía sintetizada por un ecosistema se la conoce como producción primaria bruta y si se le descuenta la que utiliza la propia planta, llegamos a la producción primaria neta (PPN). Actualmente, el hombre utiliza aproximadamente un 40% de la biomasa terrestre para introducir en la cadena trófica del sistema social humano. Fue Herman Daly quien propuso esta

⁹ Jacobs ("La economía verde", 1997).

medida como cuantificación de la presión del sistema humano sobre la biosfera, basándose en los trabajos de Vitousek¹⁰.

Naturalmente también hay que contar con el movimiento de materiales terrestres que realiza el hombre sobre la superficie (o a nivel de extracción minera) y que se podría cifrar en 70.000 millones de toneladas/año, sin olvidar la modificación producida por los agentes químicos en los ciclos que regulan el funcionamiento de la biosfera (del carbono, del fósforo, etc.)¹¹.

Una solución y la mejor de todas, es intentar que el proceso económico (además de ser respetuoso con el medio ambiente a la hora de elegir los inputs de entrada del proceso), termine con el concepto de residuo, consiguiendo que las salidas del sistema sean perfectamente asimilables por los sumideros naturales, o se aprovechen como nuevos inputs para otras industrias, pasando a formar parte nuevamente del sistema natural del que proviene, y conseguir la energía inagotable del Sol como única válida para conseguir la sostenibilidad.

Se impone además, eliminar la visión de acrecentamiento del PNB como directriz de la sociedad y pasar a una visión de redistribución como solución a los problemas medioambientales que se les plantean a los países pobres.

¹⁰ De hecho, Daly utilizó la propuesta directamente de este artículo (Vitousek, P.M.; Ehrlich, A:H. y P.A. Matson (1986): "Human appropriation of the products of photosynthesis". *BioScience* 34(6), 368-374). La expresión "cadena trófica es equívoca en este contexto, porque apropiación no es lo mismo que consumo intrasomático. En la actualidad, la proporción es seguramente más alta que el 40%. Esta nota corresponde al Dr. Ernest García, que la ha facilitado para una correcta interpretación del texto.

¹¹ Véase Naredo y Valero, 1999:105; Bermejo,2005.

Tenemos ahora en nuestro haber conceptos más elaborados que los que existían a mediados del siglo pasado para enfocar de forma sistémica y eficaz un redireccionamiento del sistema económico-social. Entre los que hemos ido analizando escuetamente líneas arriba, hay que añadir ahora el concepto de capacidad de carga de un ecosistema, que suele definirse como el mayor número de seres vivos de cualquier especie que un determinado hábitat puede soportar de manera indefinida en el tiempo. Al sobrepasar ese nivel, la base de recursos del ecosistema disminuye, y como consecuencia de ello, se reduce la población que lo habita. Actualmente, se pueden especificar las tres tendencias que parecen explicar el deterioro en la base de recursos de la Tierra: el crecimiento económico (consumo de energía y materiales), el crecimiento demográfico y, por último, la desigualdad creciente en distribución internacional de la renta y la riqueza ¹².

Dentro de la discusión de lo que es o no es una economía sustentable, hay que destacar que si el capital manufacturado fuese un sustituto perfecto del capital natural, el capital natural debería serlo del primero¹³. Pero por ello mismo, no debería existir argumento alguno para fijar como objetivo la acumulación de stocks, y el aumento de la formación bruta de capital fijo en una economía. A donde queremos llegar es que ambos tipos de capital no son sustitutivos, sino complementarios, y que sin la colaboración de la energía y materiales naturales, el stock de capital manufacturado no podría funcionar en absoluto. A partir de aquí se han mantenido dos posturas al respecto: la

¹² Véase Naredo y Valero, 1999.

¹³ Ver Daly, Costanza, etc. Introducción a la Economía Ecológica, Ed. AENOR, 1999.

sustentabilidad débil que plantea que es posible con los avances tecnológicos y la acumulación de capital aminorar casi por completo la falta de determinados elementos naturales, y la fuerte, que afirma que es imposible que la tecnología supla los servicios ambientales, energía y materiales que facilita la Naturaleza. A la tendencia débil se la puede asimilar con la llamada “Economía Medioambiental” y a la fuerte con la de “Economía Ecológica”.

Es necesario apuntar que de toda esta combinación de metodologías de estudio ecológico han nacido intentos variados de Contabilidades Nacionales adaptadas para contabilizar de una forma u otra los recursos que existen y se utilizan en los distintos países. No vamos a tratar de ellos aquí, porque se desvía demasiado de nuestro propósito introductorio, y con el contenido de nuestro trabajo de investigación. Pero es necesario aclarar un concepto: el de flujos ocultos, que tiene una gran relación con la de huella ecológica. Son aquellos, no valorados económicamente y que nacen como “desperdicio” de las industrias extractivas principalmente. Por ejemplo, los movimientos de materiales que forman la mochila ecológica que acompaña a la fabricación de un anillo de oro de 10 gramos suman una cantidad de 3,5 toneladas, tan sólo en la fase minera. Además, esas mochilas ecológicas normalmente quedan en los países pobres de donde se extraen los materiales en bruto, con la desigualdad que se contrae de esta forma entre diversas regiones económicas.

I.4) Dos formas de entender en Economía el uso de las metáforas procedentes de la Biología.¹⁴

El recurso a la biología se apoya en la creencia de que el mundo real de los fenómenos económicos tiene mucho más que ver con los organismos y procesos biológicos que con el mundo mecanicista de las bolas de billar y los planetas. Después de todo, la economía implica la existencia de seres humanos vivos, no solamente de partículas, fuerza y energía.

Por un lado encontramos a los economistas que han intentado asimilar los conceptos de la biología a los de su primer enfoque economicista de selección natural, especialización, competencia, etc. Son aquellos que defienden la ortodoxia de los neoclásicos. Por otro lado tenemos a autores como Georgescu-Roegen, Daly, o Boulding que –anticipando lo que se conocerá como Economía Ecológica– interpretan el sistema económico como un subsistema concreto dentro de otro más general que es la biosfera.

En la década de los cincuenta apareció Armen Alchian¹⁵, que intentó explicar el comportamiento empresarial, de forma que la consecución de beneficios funcionaba como un criterio de selección, estando en la innovación la clave del éxito. Su postura tuvo su continuidad con la Escuela de Chicago de Economía. No hay que dejar pasar que la tendencia que citamos conlleva una reducción de la economía pública que deja al antojo de su suerte a los individuos más débiles, ya que es la propia “selección natural” quien

¹⁴ Seguimos a continuación y con el mismo título, a Oscar Carpintero (Entre la Economía y la Naturaleza), de forma general, no literal.

¹⁵ Cit. por Oscar Capintero Redondo, 1999.

conseguirá los mejores resultados. Es decir, son contrarios al Estado del Bienestar, tal y como se ha entendido hasta hace pocos años.

Por su parte, los autores citados de la postura económico-ecológica¹⁶ intentan comprender la economía como un todo, es decir, desde un punto de vista que enfoque la totalidad del sistema económico engarzado en un sistema biológico, que engloba por necesidad todo el planeta. Y las consecuencias del funcionamiento de este sistema económico tendrán sus graves repercusiones en el resto de sistemas ecológicos. Aparecen así autores, como Colman, que intentan explicar el sistema complejo de las ciudades como un trasiego de energía, materiales y residuos. Herman Daly, decía así: "...el objeto de estudio último de la biología y la economía es el mismo: el proceso vital". Así, existirá un "anabolismo" social que transforma la energía y materiales ingeridos por los organismos en nuevos materiales celulares que les permite crecer. De otra parte, el consumo de esos mismos bienes y servicios económicos desempeñan un papel similar al del "catabolismo" por el que las células se desdoblán liberando energía y desgastando los mismos materiales. Así, señala que "la base material del proceso vital crece cuando la tasa de producción (anabolismo) supera a la tasa de consumo (catabolismo), existiendo además, órganos endosomáticos y exosomáticos según pertenezcan al propio cuerpo del ser humano o sean meras extensiones para alcanzar grados de complejidad mayores en sus intervenciones sobre el medio ambiente que le rodea. A este respecto, Georgescu-Roegen adoptará el término

¹⁶ Naredo y Valero 1999, Capintero Redondo 1999, Bermejo 2005,...

de “bioeconomía” para designar esta capacidad exosomática de intervención humana ¹⁷.

En la primera mitad de los setenta, Naciones Unidas ya encargaba al economista Ayres diseñar un sistema estadístico de balances de energía y materiales.

A esta forma de ver y entender la economía se le puede comenzar a llamar metabolismo industrial o ecología industrial. Mas adelante, en el Capitulo Tercero de este trabajo se ampliarán estas ideas, basándonos especialmente en las ideas de Bermejo (1995).

Por su parte, en nuestro país nacieron trabajos como los de Naredo y Frías para la Comunidad de Madrid a comienzos de los ochenta, que engloba una visión económica con el funcionalismo medioambiental de las ciudades.

I.5) De la desmaterialización económica a la curva de Kuznest ambiental.¹⁸

A finales de los ochenta nace la International Society for Ecological Economics, al mismo tiempo, como es natural, con el auge de la Economía Ecológica. Aparece por entonces la disyuntiva que presenta el enfoque basado en la desmaterialización y terciarización de la economía, y al mismo tiempo el informe Brundtland (1987) y su propuesta –amplia y difusa para obtener su aprobación– sobre el desarrollo sostenible.

¹⁷ O.Carpintero R., 1999.

¹⁸ Seguimos la exposición con la ayuda de la obra “El Metabolismo de la Economía Española”, 2005, O. Carpintero Redondo, páginas 70 y ss.

Por entonces, Wilfred Malembaum, profesor de la Universidad de Pensilvania, afirmaba que la intensidad de uso y la terciarización económica había conseguido una desmaterialización de la economía entre 1951 y 1975, presagiando la misma tendencia hasta el año 2000. Sus presupuestos, los de la Escuela de Chicago: la tecnología será capaz de disminuir progresivamente la base de recursos naturales, y la terciarización una menor cantidad de recursos naturales por unidad de PIB¹⁹.

Pero ha quedado demostrado por diversos trabajos que ni la terciarización ni la tecnología han dado como consecuencia una menor tasa de utilización de recursos, sino todo lo contrario, dado que lo que importa, como ya se ha dicho en otro lugar, es la desmaterialización absoluta y no relativa respecto al PIB. Viene a colación aquí decir que se está denominando además efecto “rebote” a la disminución de precio de los productos con alto contenido en materiales (o en altos contenidos en residuos) que termina en un consumo superior al que se partía, dado que la disminución de precio consigue únicamente que el producto final tenga unas ventas mayores.

Respecto de la curva de Kuznets ambiental, hay que referirse a varios aspectos. Alegan sus defensores, que cuando un país está en crecimiento, explotando de forma masiva sus recursos o los de terceros países pobres, aparece mayor contaminación por unidad de renta, hasta que llegado cierto nivel de la misma, produciéndose una inflexión, y la consiguiente

¹⁹ O. Carpintero, 2005, págs. 71 y ss.

desaceleración del consumo de recursos, y menor contaminación porque parte del PNB ya no se obtiene de forma “agresiva” respecto al medio ambiente; entre otras razones, también aumenta la conciencia de los individuos, que están más dispuestos a pagar la reparación de los daños medioambientales. Es decir una curva en forma de U invertida. Se supone además que el Estado, en estos países con renta elevada ha puesto remedio (legislativamente, por ejemplo) a los abusos contra el medio ambiente.

Pero cual es límite de renta a partir del cual se produce el cambio de tendencia no es conocido, y según países o regiones, completamente dispar. En todo caso, el razonamiento de los partidarios de la curva de Kuznets es que la alta renta de un país consiga mejorar aspectos medioambientales porque se pueden dedicar más recursos monetarios a paliar los efectos indeseables de la contaminación, lo que vuelve a significar que los gastos defensivos forman parte del PNB o de una detracción de medios económicos para otros fines más adecuados. Cuando las cargas adicionales por el crecimiento económico alcancen la envergadura de los medios adicionales ganados por el mismo crecimiento económico, es decir, cuando haya que utilizar el incremento del producto social para corregir a posteriori las consecuencias de ese incremento de producto social, entonces podremos y tendremos que hablar de punto muerto. Punto muerto que es compatible con el razonamiento económico convencional en términos de costes y beneficios marginales. Sin embargo, los costes de descontaminación tienen una forma gráfica de curva exponencial, porque cada vez es más difícil descontaminar una cantidad menor de contaminante esparcido. Asimismo, si los gastos de descontaminación superan la tasa de crecimiento, habríamos sobrepasado el nivel óptimo, al mismo

tiempo que el carácter acumulativo de la contaminación en muchos casos tienen carácter irreversible. Por su parte, ni los datos de la OCDE ni los de la Comisión Europea ofrecen mayor apoyo a esta teoría²⁰.

Los argumentos defensivos de la “transmaterialización”, es decir, el pasar de productos o recursos contaminantes a otros que no lo sean, vienen refutados de forma tajante en la obra de Oscar Carpintero (2005), por el requerimiento de energía y materiales, por ejemplo en la fabricación de la fibra de carbono, que son materiales que se empiezan a utilizar o se utilizan desde hace pocos años en sustitución de otros más “antiguos”.

I.6) Efectos ambientales en las fases de fabricación y uso de las TICs (tecnologías punta de la información).²¹

No se trata solamente de que incremento en el consumo de recursos naturales asociado al efecto rebote haga peligrar el saldo positivo que desde el punto de vista ecológico pudiera albergar la difusión general de la “nueva economía”. El problema aparece cuando comienzan a echarse las cuentas de los costes ambientales asociados a la fabricación, uso y vertido de aquellos productos vinculados a la generalización de las TICs (tecnologías punta de la información) que precisamente las posibilitan. Para relativizar –siquiera un poco- la idea comúnmente aceptada de la menor intensidad energética y material de este tipo de aparatos (ordenadores, teléfonos móviles, etc.), la

²⁰ (Véase O.Carpintero, 2005, op.cit. pág. 77 y ss.).

²¹ Véase para este apartado, Oscar Carpintero Redondo, El Metabolismo de la Economía Española, 2005, pág. 93 y ss.

primera queda desmentida por los hechos, pues estos aparatos conllevan la utilización de todo tipo de materiales obtenidos de casi todas las partes del mundo. Aplicando un análisis completo del ciclo de vida, entre los requerimientos de recursos naturales de un ordenador personal se encuentran –según del modelo de que se trate-, más de 700 sustancias diferentes que suman conjuntamente entre 16 y 19 toneladas de materiales, esto es, varios miles de veces el peso del propio ordenador. Este cálculo se hizo aplicando la metodología Input Material por Unidad de Servicio (MIPS), desarrollada en el Instituto Wuppertal alemán, llegando a la conclusión de que sólo el 0,1 por 100 de los materiales que intervienen en la fabricación llegan a formar parte del ordenador. IBM, con procesos propios, elevó esta cifra hasta el 1,4 %, lo que tampoco revela eficiencia ambiental en la producción. En cuanto al análisis del ciclo de vida, cuantificando el coste energético total –en términos de energía primaria- asociado a la fabricación de un ordenador personal, hay algunas aproximaciones razonables que desde hace pocos años lo cifran entre 10 y 12 Gj (Gigajulios) por unidad, un valor casi cuatro veces superior al estimado para un televisor en color (2,8 Gj) y muy similar al de un frigorífico (13 Gj.).

I.7) Características del enfoque ecointegrador de Naredo.²²

Para tratar la actual disociación entre los enfoques económicos y ecológicos denominaremos enfoque ecointegrador a aquel que trate de reconciliar en una misma raíz “eco” la utilidad propugnada por aquellos con la

²² Esta parte se corresponde con uno de los capítulos finales del libro de Naredo citado al final del capítulo.

estabilidad seguida por éstos, precisando con claridad el contenido y alcance de la contradicciones que puedan plantearse entre ambos niveles.

El objeto económico de este enfoque eointegrador es que la definición de los objetos económicos a tratar ha de realizarse directamente y no por mediación de los valores de cambio. De esta manera, mientras que el enfoque eointegrador debe abarcar en toda su magnitud el trasiego de materiales y de energía que tienen lugar en el territorio considerado, el enfoque económico corriente se centra en el trasiego de objetos con valor de cambio positivo, quedando fuera el resto en sus esquemas analíticos.

De ahí la necesaria relación con otras disciplinas, lo cual implica que el objeto de estudio ha de definirse directa y explícitamente, pero tal definición exige recurrir a conceptos teóricos de otras ramas del conocimiento, tomando ya desde el origen sus elaboraciones teóricas un carácter transdisciplinario. Por el contrario, en el enfoque corriente económico la definición de objeto de estudio se opera indirectamente, dentro de su sistema y sin requerir el apoyo de otras disciplinas. Consecuencia de esto último, es que el hombre constituye el sujeto al que hay que referir la gestión y tratamiento de los recursos orientándola hacia objetos formalmente utilitarios. Pero, en razón de su diferente objeto de estudio, el enfoque eointegrador exige que los logros utilitarios se evalúen atendiendo a su relación o su incidencia directa sobre la vida de los habitantes del territorio en cuestión, y no sólo a los valores monetarios de algunos de ellos, con suele hacer el enfoque económico corriente.

Por ello, mientras que en el enfoque ecointegrador las decisiones adoptadas han de ser fruto del análisis de las características específicas de los recursos concretos existentes en el territorio y de sus posibles usos, a las que se tratan de ajustar las dimensiones monetarias; por el contrario, en el enfoque económico corriente son los objetivos expresados en términos monetarios los que ejercen un papel condicionante. Es decir, mientras en el primer caso las dotaciones de recursos y el diseño de sus posibles usos juegan el papel de variable independiente que condiciona lo monetario en tanto que variable dependiente, en el segundo se invierten los papeles, erigiéndose las variables monetarias en independientes a las que se somete implícitamente el resto.

De esta forma, en el enfoque ecointegrador la información concreta sobre los recursos naturales disponibles y sobre los flujos de energía y materiales relacionados con su gestión actual o posible, aparece estrechamente vinculada al territorio de referencia y, por ello, la recogida de datos ha de estar claramente territorializada (recurriendo para ello a la cartografía disponible, a la fotointerpretación, al trabajo de campo, etc.). Por el contrario, el enfoque económico corriente, al referir sus razonamientos a ese mundo sin dimensiones del valor, transcurre sin problemas al margen de referencias territoriales concretas, considerando los cuadros de cifras (o su representación gráfica) y no la cartografía, como el instrumento idóneo para sintetizar la información disponible.

Una de las consecuencias del enfoque ecointegrador es que no tiene cabida ese crecimiento del valor agregado de los objetos económicos reales

producidos, postulado por el enfoque económico corriente de forma indiscriminada, y sin tener en cuenta el origen y el destino final en términos físicos de tales objetos, ni la funcionalidad vital que entraña su obtención y uso. Los elementos que componen el sistema del enfoque ecointegrador, al no ser expresables en una única magnitud homogénea, no pueden dar lugar a ningún saldo o indicador global, cuyo incremento se estime inequívocamente deseable.

Al tomar la biosfera como marco de referencia más significativo, el enfoque ecointegrador debe poder aplicarse con éxito al planeta entero y no sólo a los espacios reducidos sobre los que acostumbra a razonar el enfoque económico corriente.

La pretensión del enfoque ecointegrador de establecer estrategias que apunten a la vez a mejorar las condiciones de vida de los habitantes de un territorio y salvaguardar la diversidad y la estabilidad ecológica, se basa en la certidumbre de que los objetivos de mejorar la vida y su ambiente no pueden estar separados, e incluso enfrentados.

El enfoque ecointegrador está llamado no sólo a recurrir a otras disciplinas, sino también a demandar de ellas los desarrollos teóricos que reclama el tratamiento de su objeto de estudio.

Es necesario dar paso al enfoque multidimensional que impregna los desarrollos modernos de otras disciplinas, y que con mayor razón debe caracterizar el estudio de lo económico.

Este enfoque ecointegrador trata de encuadrar las preocupaciones técnico económicas parciales de individuos, empresas, sectores o países, en el marco de la otra preocupación más general, relativa a la economía de los recursos naturales sobre los que actúa (suelo fértil, los minerales, el agua, etc.)

A diferencia del enfoque económico corriente, el enfoque ecointegrador ve en la cooperación, y no en el enfrentamiento, el rasgo de comportamiento más adaptado a sus fines.

Después de este breve repaso de algunos ítems descriptivo-teóricos, realizado para situar algunos elementos analíticos necesarios para el posicionamiento del doctorando, aunque, ciertamente, no podrá aplicar a su objeto de investigación en profundidad, debido a la falta de información; no obstante, de alguna forma, aquéllas ideas y conceptos están detrás, como soporte metodológico, de lo que a continuación vamos a explicar.

I.6) Descripción y argumentos que guían la elaboración de este trabajo.

En esta introducción tenemos que citar dos temas de importancia, que son el tronco a partir del cual hemos construido este trabajo.

El primero de ellos es el de comentar los aspectos relativos al hecho de que un Licenciado en Ciencias Económicas y Empresariales dedique muchas páginas ha realizar cálculos que más bien debe hacerlos un químico.

El segundo tema es el de defender la metodología empleada por nosotros para llegar a obtener las cantidades emitidas de elementos y compuestos químicos por la industria de la baldosa de pasta roja de Castellón en 2001.

Comenzando por el primero, tenemos que decir que la Ciencia se diversificó por el hecho de que los conocimientos necesarios para entender un determinado aspecto de la realidad eran tan complejos que hacía necesario que el método para entender las nuevas realidades se ramificase.

¿Era necesaria esta diversificación? Naturalmente se puede contestar que sí, si lo que se prima es la investigación rápida de aspectos importantes que era urgente solucionar. Piénsese hoy día en la investigación sobre el VIH: cantidades ingentes de capital y expertos trabajan a niveles altísimos de la Medicina para intentar solucionar lo antes posible el problema que sobre todo aqueja a los más débiles (sin entrar en la discusión del precio a que se venden dichos medicamentos).

Otro ejemplo es la indagación de todo tipo de características de materiales valiosos para el progreso tecnológico (fibra óptica, por ejemplo). Otros muchos ejemplos se podrían aducir.

Sin embargo, al mismo tiempo que se ramifica la Ciencia en el siglo XX especialmente, surgen problemas globales que sólo se pueden solucionar

conjuntando puntos de vista que aúnen distintas ramas, de forma que cada una aporte perspectivas que otras son incapaces de ofrecer.

Este es el caso de la Economía Ecológica y el Medio Ambiente.

Cuando el dióxido de carbono se expulsa desde un automóvil en España o Estados Unidos, la temperatura de la Tierra se incrementa infinitesimalmente, pero en toda ella. El país lejano, que cuenta con una población que ni siquiera tiene para calentar los alimentos por falta de combustible, sufre las consecuencias.

Esos países paupérrimos necesitan, para dejar de dañar el medio ambiente que les rodea, el desarrollo económico “limpio”, con tecnologías que no dañen el entorno, de forma que el desarrollo de un país tiene gran relación con la fabricación y uso de todo tipo de tecnologías en la otra parte del mundo.

Se necesita de los químicos para que controlen y nos guíen a través de los intrincados caminos de las reacciones químicas que se producen en la atmósfera. Podemos incluir a los biólogos, los médicos, los meteorólogos, los ingenieros (para que el automóvil emita menos CO₂), etc.

Todo esto ya es sabido, aunque en la realidad las carencias en estos temas y su falta de puesta en práctica generalizada para solucionarlas sean enormes todavía.

La metodología

Por otro lado, el método seguido por nosotros para obtener las cantidades de emisiones de todo tipo que se producen en la industria de la baldosa de Castellón, se especifica a grandes rasgos a continuación.

La industria de baldosas de Castellón consta de **tres etapas** bien diferenciadas (si dejamos aparte el secado, que se realiza dentro de las fábricas de cocción), **sin contar la industria de extracción minera**. Encontramos la industria minera de superficie que extrae la arcilla y la trata para que esté en condiciones óptimas (mediante el método llamado de “molturación”) para ser introducidas primeramente en los llamados “atomizadores” (primer proceso), que producen una “pasta” compuesta de arcillas con un 5-6% de agua, de forma granulada, habiendo previamente seleccionado los diferentes tipos que interese en ese momento preparar por razones técnicas, según sean las necesidades de la fábrica de baldosas que realizan el encargo.

Por otra parte, existen fábricas de las llamadas fritas y pigmentos (segundo proceso), que son los materiales que van a ir a parar a la superficie de la baldosa dándole la capa impermeable y la coloración adecuada para quedar instalada. Estas fritas se consiguen la mayor parte de las veces en hornos continuos (es decir, operando las 24 horas), donde se mezclan sus componentes y consiguiendo un producto, cuando la temperatura llega a los 1.500 Cº, que se hace pasar por una cortina de agua para su enfriamiento que solidifica y que es la frita. Esta última llega a la fábrica de baldosas y allí es

convertida, mediante métodos físico-químicos (molturación de la frita junto a aditivos arcillosos y metales en suspensión, además de otros productos como el boro), en el esmalte que va a cubrir la baldosa. Algo similar ocurre con los pigmentos que darán coloración y dibujo a dicha baldosa.

Así podemos distinguir tres fases, como más arriba decíamos, que son la atomización, la obtención de fritas y pigmentos, y la fábrica de baldosas (que incluye el secado) que consiguen el producto final gracias al calentamiento de la baldosa con el esmalte en los llamados hornos monoestrato de rodillos (operando las 24 horas al día los hornos, tanto de las atomizadoras, como las fábricas de fritas y las de baldosas, como ya se ha dicho, salvo paradas necesarias de mantenimiento).

Nosotros utilizamos la siguiente hipótesis: seguir las vicisitudes de una tonelada de arcilla en el proceso de conversión en baldosas siguiendo las tres fases antes mencionadas, analizando los implementos materiales y los vertidos y emisiones que aquella arcilla genera en su transformación en baldosa. Aquella tonelada de arcilla, después de la fase de cocción, pierde agua y humedad, transformándose en 910 Kgrs. de baldosa terminada (que es la llamada pérdida por "calcinación").

Para conseguir detalladamente las expulsiones al medio ambiente que se crean en esta industria, hemos utilizado los datos de emisión de gases que aporta la investigación de Mallol et al (2001), procediendo mediante una simple multiplicación. Así, si Mallol et al (2001) aporta datos de las sustancias en las unidades de miligramo/Nm³ (caudal emitido a la atmósfera y para cada parte del proceso; un Nm³ es un m³ de gas a cero grados Celsius y una atmósfera de presión), multiplicamos esos valores por el llamado "**factor**"

(número necesario de Nm^3 para conseguir 910 Kgrs. de producto final; de expulsión de un “horno tipo”, que tiene una media de $3.750 \text{ m}^2/\text{día}$ de producción nominal y $10.000 \text{ Nm}^3/\text{hora}$ -número medio de caudal de gases que varían entre $5.0000\text{-}15.000 \text{ Nm}^3/\text{hora}$ -); después por otro factor para los hornos de cocción de fritas, calculando de la misma forma el correspondiente para los atomizadores, y también para el proceso de secado; es decir, un factor propio para cada etapa, mostrando el resultado en las unidades convenientes.

Dicha publicación de Mallol et al (2001) es de reconocido prestigio, perteneciente al Instituto de Tecnología Cerámica de Castellón, donde encontramos información sobre cantidades de gases encontradas en cada metro cúbico de aire expulsado, tras cualquier proceso de producción, tanto proveniente de la cocción en el horno monoestrato de rodillos, como de las pertenecientes al sistema de atomizado, así como también recogiendo los datos de gases expulsados de los hornos de fritas y esmaltes.

Aparte del estudio de Mallol et al (2001), el análisis de Blasco (1992) nos es útil para el problema del agua en el proceso productivo, dado que no hemos localizado investigaciones sobre el tema actualizadas.

¿Estamos autorizados a relacionar los elementos gaseosos que se expulsan en un metro cúbico de aire, con los que se emiten (también en m^3) al fabricar un kilogramo de materia prima (frita), o producto acabado (baldosa)?.

La respuesta a esta pregunta parece evidente que es así, pero avancemos despacio.

Podríamos relacionar linealmente el caudal expulsado con los contaminantes con un razonamiento como este: “si un metro cúbico de aire para fabricar una baldosa expulsa 50 miligramos de un elemento o compuesto

gaseoso cualquiera, 20 metros cúbicos de aire expulsarán 20 veces más”; pero éste aumento lineal podría cambiar si se diese algún tipo de **rendimientos a escala en cuanto afecte a los contaminantes emitidos por unidad de peso**. Tenemos que realizar el supuesto de **rendimientos constantes** a escala (en el sentido citado de afectar a los contaminantes) si queremos asumir el razonamiento. Los rendimientos a escala cambian la cantidad de factores productivos que entran para determinado nivel de output, y si son crecientes, ahorrando materiales o energía hasta un punto mínimo para el tamaño de planta y la tecnología concretos.

¿No podría ocurrir que los rendimientos a escala (en cuanto afecten a la emisión de contaminantes) invalidasen los cálculos lineales antes mencionados? La respuesta es no: porque los técnicos del Instituto de Tecnología Cerámica (ITC en adelante) ofrecen sus datos en intervalos que varían respecto de las medidas que realizan en los diversos tamaños de planta existentes –léase tamaños de hornos y tecnología y su antigüedad-. Al trabajar siempre con el punto medio, estamos escogiendo implícitamente un tamaño de planta “modelo” y representativo de los rendimientos a escala y antigüedad de los mismos que se presentan. Cosa distinta son las **economías de escala**, que pueden dar con los costes mínimos para determinado output de salida; que están calculadas de forma contable y crematística, no física.

Una vez que hemos construido esa tabla de entrada-salida de materiales (elementos y compuestos químicos para 910 Kgr.), tomamos la producción para el año 2001 en el Instituto Valenciano de Estadística, y dividiendo dicha producción total entre los 910 Kg. de baldosa producida

obtenemos un número de "lotes" que nos sirve para multiplicarlo por el "pivote" de 910 Kg. (peso para el que hemos calculado nuestra tabla de entradas y salidas, y para un "factor" determinado), y obtener las emisiones que se han encontrado implicadas en la producción de baldosas en toda la provincia de Castellón (en cuanto a la de pasta roja), en el año 2001; y tomando la cifra de la Tesis de Membrado (1998), también la de 1992, aplicando únicamente los llamados ciclones en la etapa del atomizado en 2001; es decir, sin haber deducido ninguna cantidad por la instalación de métodos depurativos de las aguas y los gases en las fábricas de fritas y esmaltes, ni en las instalaciones de las fábricas de baldosas. Posteriormente, aplicamos a dichas emisiones totales (calculadas sin sistemas de depuración como decimos, salvo los citados ciclones), los porcentajes correspondientes de depuración, que se reconocen instalados en el año 2001, para intentar acercarnos a la realidad (y que sólo tienen incidencia en las partículas en suspensión –PS- en las fábricas de atomizado -50% de PS- y 20% de PS para las fábricas de fritas, dejando aparte el tema del agua en la fábrica de baldosas, que se supone nula en 2001).

De esta forma, tendremos dos tipologías de cifras: aquellas que reflejan la producción sin medidas medioambientales y otra, contando con dichas medidas instaladas.

Esta técnica evaluativa ha sido avalada por expertos químicos de la Universitat Jaume I de Castellón.

Lo que estamos calculando tiene un carácter lineal (formando una gráfica que es una línea recta con determinada pendiente en un gráfico de dos ejes, X e Y), proporcional. Es decir, calculamos emisiones “marginales” anuales, no acumuladas.

Es impensable que al hallar los datos sectoriales, éstos tengan forma decreciente a lo largo de los años (es decir las emisiones serían cada vez más pequeñas a mayor cantidad producida). Se puede afirmar (con alguna excepción) que los procesos de degradación del medioambiente que nos rodea son de carácter acumulativo, creando consecuencias graves al ecosistema Tierra cuando se sobrepasa el umbral de depuración de los sumideros. Sin embargo, a pesar de ser ésta la situación a nivel global, no autorizaría para pensar que existe una acumulación de carácter exponencial de gases en la provincia de Castellón, salvo que un estudio del sector así lo mostrase. Es decir, a mayores cantidades producidas hay proporcionalmente mayores cantidades de residuos emitidos al medio ambiente, ya que la producción tiene una gran continuidad en el tiempo, y además las emisiones no tratadas de un año se acumulan a las del siguiente si no se dispersan. De esta manera, si las medidas medioambientales se van instalando progresivamente, puede llegarse a la situación de que el ratio de emisión “contaminantes/producción” se mantenga constante, quedando entonces una línea recta para la emisión de contaminantes, creciente, pero lineal, faltando especificar si la acumulación (stock) crece a lo largo de los años en el entorno. Sin embargo también haría falta para dicha acumulación (a lo largo de años) de gases en la zona geográfica citada el que los vientos no dispersasen dichos gases. Aunque hay que subrayar que Castellón es zona de poca “dispersión”, ya que queda

encerrada entre el sistema montañoso del noroeste y el mar Mediterráneo, constatándose además en toda la Comunidad Valenciana una falta evidente de “frecuente ventilación” por la orografía característica de la misma. La conclusión a la que hemos llegado formalizando en un gráfico las producciones desde 1997 al 2002 es que la producción ha seguido una línea ascendente casi perfecta, sólo truncada recientemente por el estancamiento de la producción a partir de 2002, y esa línea ascendente no puede producir más que emisiones lineales de gases tóxicos, que no tienen forma de curva exponencial, **siempre y cuando las medidas medioambientales se mantengan y se incrementen en la misma proporción que lo haga la producción.**

Otro extremo que es necesario resaltar es el de que la metodología utilizada está implicando necesariamente que la **productividad del trabajo** es la misma. Este supuesto es deducido de la “proporcionalidad” con que se han tratado y calculado los datos. Pero se expondrá en su momento la característica que presenta el año 2001, pues en dicho año, se puede pensar que la productividad es la misma para todo el sector si acordamos que la producción es una variable de la cifra de ventas netas, es decir que calculamos el porcentaje de producción de cada tramo como cociente entre las ventas de cada uno de ellos y las totales sectoriales (1 a 50 empleados, 13% de la producción; de 51 a 99 empleados, 22% de la producción y 100 o más empleados, 65% de la producción sectorial; **el 40% de la producción está en manos de las 21 mayores empresas del sector**), para comprobar después que coinciden con los citados porcentajes de producción (es decir, de ventas),

tanto el ratio horas-totales-del sector/horas-trabajadas para cada tramo, y los gastos de personal analizados de la misma forma.

Por tanto, lo que realizamos en este trabajo es un análisis de flujos, no de stocks. Nos parece una tarea casi imposible conseguir datos sobre contaminantes acumulados durante años en el medio ambiente de Castellón. Sería tarea de los respectivos especialistas el constatar el grado de acumulación de tóxicos. A este punto se acercan los comentarios de Sanz Salla, que se presentan en este trabajo más adelante, cuando calcula aproximadamente la cantidad de toneladas de tierras contaminadas, hasta que dejó de verterse el fango procedente de las fábricas de baldosas.

BIBLIOGRAFÍA DE LA INTRODUCCIÓN:

BERMEJO, R. (2005). La gran transición hacia la sostenibilidad. Ed. Los libros de la Catarata.

CARPINTERO REDONDO, OSCAR (1999). Entre la economía y la naturaleza. Libros de la Catarata.

CARPINTERO, OSCAR, (2005). El metabolismo de la economía española. Recursos Naturales y huella ecológica (1955-2000). Ed. Fundación César Manrique.

DALY, COSTANZA (1999). Introducción a la economía ecológica. Ed. AENOR.

JACOBS, MICHAEL (1997). La economía verde. Economía Crítica. Icaria.

NAREDO, J.M. Y VALERO, A. (DIRS.) (1999). Desarrollo económico y deterioro ecológico. Ed. Fundación Argentaria – Visor.

NAREDO, J.M. (1996). La economía en evolución: historia y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico. Ed. Siglo XXI.

CAPITULO 1º. LAS CIFRAS ECONÓMICAS DEL SECTOR.

En las páginas que siguen, se van a ir mostrando las características de una industria (la de baldosas), cuya producción total corresponde en un 95 % aproximadamente a la provincia de Castellón. Los datos para la elaboración de este capítulo han sido obtenidos de las publicaciones del Instituto Valenciano de Estadística (en adelante, I.V.E.) y del I.N.E., pero han tenido que ser modificados mediante las oportunas operaciones para que se visualizaran los contenidos que no ofrecen directamente las estadísticas de los Institutos citados.

El período que comprende el siguiente análisis va desde 1994 (de crisis económica) al 2003 (otro año de crisis), es decir, una década para la mayoría de los datos.

Todas las cifras del sector de baldosas (azulejo+pavimento) aparecen reflejadas en las publicaciones del I.V.E. como el Sector 23. AZULEJOS. Por nuestra parte hemos contrastado las cifras de varias publicaciones y se aproximan mucho a las del I.V.E., es decir, a dicho Sector 23, recogiendo ambos productos.

Además de estos datos, en los cuadros que aparecen seguidamente, cuando se ha necesitado acudir al I.P.C., se han tomado las cifras del apartado del índice de precios al consumo general nacional para generar la serie de incrementos reales en los salarios (dado que existen prestaciones que se consiguen en los convenios, pero que lógicamente no tienen un precio, como una disminución de las horas trabajadas o mejoras en la situación laboral diaria

de los trabajadores; pero como es sabido, las cifras en la antigua base y el paso a la base 2001 por el establecimiento de la moneda única en la Unión Europea ha roto toda posibilidad de enlazar el 2000 y el 2001, ya que metodológicamente, dichas dos series son incompatibles, al incluir una cantidad muy apreciable de bienes diferentes).

1.1) EL NÚMERO DE EMPRESAS.

El sector se compone **a nivel nacional** (2003) de 294 empresas, 6 menos que en el año 2002, de las cuales 19 son de productos no terminados.

La distribución geográfica del sector está muy concentrada en una sola provincia, **Castellón**, con **221 empresas**. Acoge al 75,17% de las empresas del sector. En 2003 el 94,5% de la producción nacional procedió de esta provincia.

Le sigue Valencia, con 19 empresas, y Barcelona con 16, lo que representan un 6,46% y el 5,44% respectivamente. La provincia de Gerona con 7 empresas, supone el 2,38% y el resto de provincias quedarían en una implantación de tres, dos y una sola empresa.

El sector cerámico es el que más riqueza genera en la Comunidad Valenciana, con aproximadamente un 8,3% del total en 2003.

Continuando con datos de la **Comunidad Valenciana**, a continuación presentamos el número de U.A.E. local (IVE) por año; pero los datos del I.V.E. no ofrecen desagregación entre industrias de baldosas, de fritas y esmaltes y/o pigmentos (éstas dos últimas incluidas en la industria química), y las de fabricación de atomizado. Tenemos que trabajar con el total. El número de empresas a lo largo del tiempo indica que no es un sector que tiene vaivenes en su permanencia como tal, y que el sector está asentado en un largo período de tradición y experiencia acumulada.

Cuadro 1

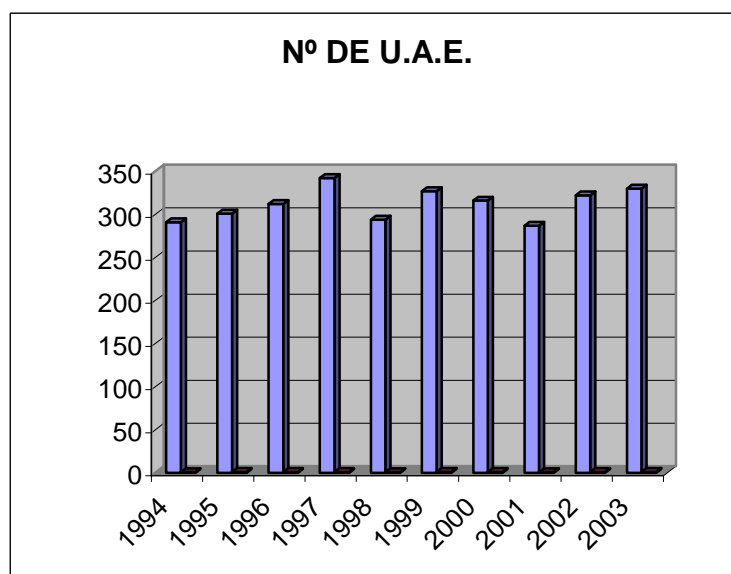
	Nº DE U.A.E	INDICE ANUAL BASE 94	INDICE de VARIACIÓN ANUAL BASE 96
1994	291	1	
1995	301	1,03	
1996	312	1,07	1
1997	342	1,18	1,10
1998	294	1,01	0,94
1999	327	1,12	1,05
2000	316	1,09	1,01
2001	287	0,99	0,92
2002	322	1,11	1,03
2003	330	1,13	1,06

Fuente: I. Valenciano de Estadística y e.p.

La metodología empleada por el I.V.E. define las llamadas U.A.E. local (unidad de actividad económica a nivel local), como una fábrica situada geográficamente en una población determinada, pero que puede dedicarse a una parte del proceso productivo exclusivamente, aunque en conjunto dos ó más unidades pertenezcan a la misma denominación social (la misma sociedad anónima, por ejemplo).

Podemos observar que el I.V.E. cita 330 UAE locales en 2003, y por tanto difiere del número de empresas cuando así se las denomina por su forma de constitución jurídico-legal.

Gráfico1



Base 94

Como se puede observar, con ligeras variaciones a lo largo de los años, el número es bastante estable, pero con un incremento entre 1994 y 2003 del **13% (base 94)**, y demostrando que no se deja llevar el empresariado castellanense por producciones transitorias que muestran unos beneficios que se vislumbran únicamente a corto plazo. Sin embargo, si observamos **el incremento desde 1996**, se puede observar que la cantidad de U.A.E. locales, definidas así en la metodología del I.V.E., **se ha mantenido prácticamente constante.**

Ahora bien, pasando a un estudio un poco más pormenorizado (para utilizarlo en conclusiones posteriores), cabe acudir a las cifras del I.V.E. y

pasar a comprobar tanto los ingresos de explotación, como el número de empresas por tamaño (nº de trabajadores de las mismas).

El I.V.E. divide las UAE locales por tramos de número de trabajadores. Nosotros vamos a mostrar los tramos de 50 a 99 y más de 100 trabajadores, haciendo caso omiso de las de menor tamaño, dado que en la metodología de presentación de datos hay una agrupación de los dos menores tamaños (empresas entre 1 y 19, y entre 20 a 49) en el año 2001 y en adelante, y es suficiente dar los datos de la medianas y grandes empresas, como se verá.

Cuadro 1.a

INGRESOS DE EXPLOTACIÓN DE EMPRESAS ENTRE 50 Y 99 TRABAJADORES		U.A.E. LOCAL	
1996	487.421	1996	53
1997	601.854	1997	65
1998	689.151	1998	76
1999	730.409	1999	79
2000	659.393	2000	71
2001	760.471	2001	78
2002	759.114	2002	80
2003	759.984	2003	79

Miles de euros. Fuente: I.V.E y elaboración propia

La variación de las UAE es del **49%** entre 1996 y 2003.

Gráfico 1.a

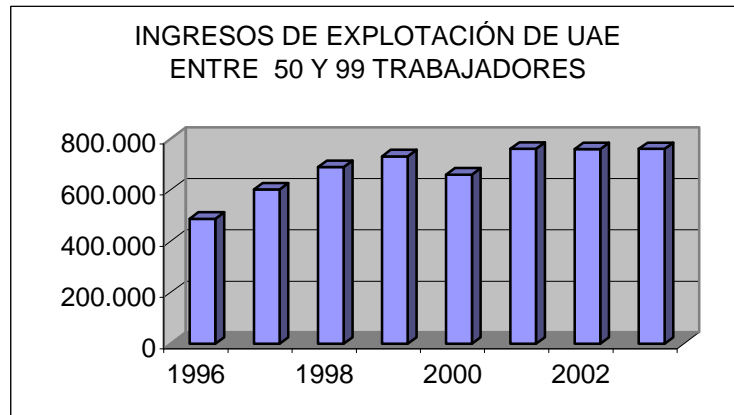
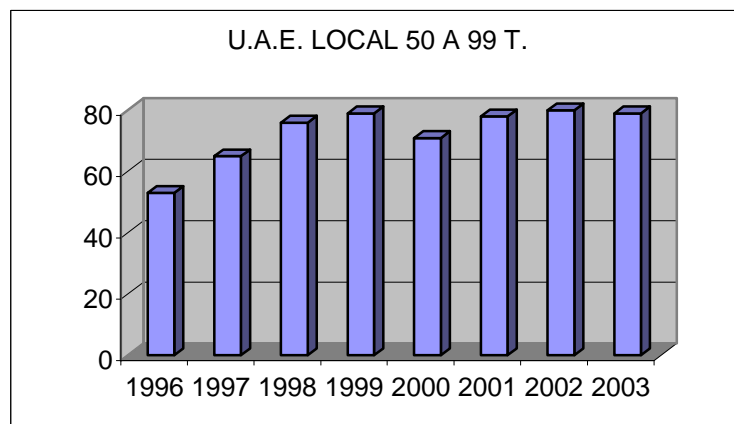


Gráfico 1.b



Después de fijarnos en la casi absoluta igualdad gráfica de las dos anteriores, visualicemos ahora el tramo de más de cien trabajadores por UAE local.

Cuadro1.b

INGRESOS DE EXPLOTACIÓN DE EMPRESAS DE MAS DE 100 TRABAJADORES		U.A.E. LOCAL	
1996	1.026.420	1996	43
1997	1.292.819	1997	46
1998	1.483.063	1998	50
1999	1.620.302	1999	54
2000	1.957.238	2000	64
2001	2.145.914	2001	72
2002	2.263.824	2002	74
2003	2.257.276	2003	73

Miles de euros. Fuente: I.V.E y elaboració propia

La variación en el nº de UAE es del **68%** entre 1996 y 2003.

Gráfico 1.c

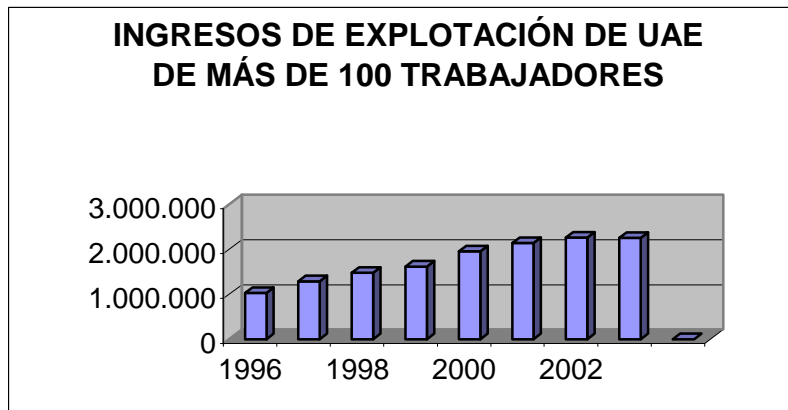
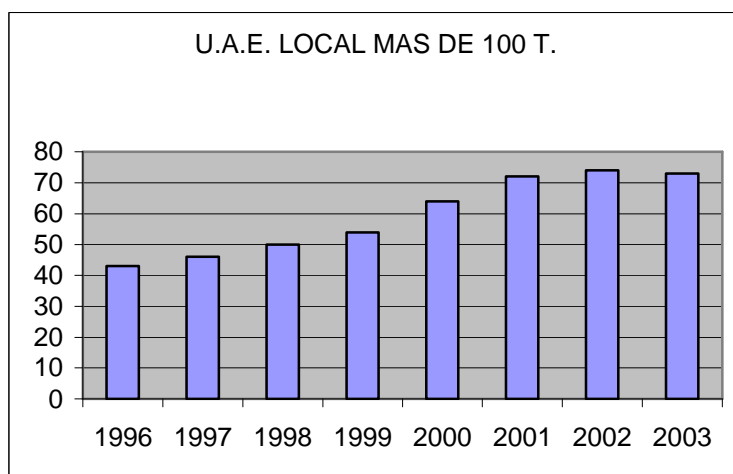


Gráfico 1.d



Se puede observar un crecimiento en el nº de centros de trabajo (UEA local) mucho más alto en los tramos de fábricas de mayor tamaño que el que se ofrecía del **13% (con todos los tamaños incluidos en base 1994)**, o el **crecimiento casi nulo si se tomaba como base 1996**.

Es decir, estamos ante una concentración en los tramos altos de número de empleados; las “fábricas” tienen tendencia a ser de mayor escala cuanto más reciente es el año de referencia.

1.2) EL NÚMERO DE TRABAJADORES.

A nivel nacional, el sector según las últimas cifras disponibles, da empleo a 25.200 trabajadores de empleo directo (900 menos que el año anterior), y unos 5.000 empleos indirectos.

En 2003 únicamente 22 empresas (7,3% del total) superaban los 250 empleados, uno de los criterios para determinar si una empresa es PYME o gran empresa. El 53,2% de las empresas, tienen menos de 50 y sólo 7 superan la cifra de 500 trabajadores. El mayor estrato, está formado por empresas con una plantilla media de 25 a 50 empleados.

Entre los productores europeos, España, Italia, Turquía y Portugal siguen manteniendo un fuerte dinamismo. Está en expansión la producción de China, India e Indonesia en Asia; Estados Unidos, México y Canadá en América del Norte y Argentina y Venezuela en América del Sur. Debido fundamentalmente a los altos costes de transporte y a la necesidad de soportar grandes desembolsos de capital durante largos períodos de tiempo, los productos de Sudamérica en general no son competitivos en el mercado europeo a pesar de sus bajos precios.

A continuación presentamos la cifra de empleados en las fábricas de baldosas **exclusivamente de la provincia de Castellón**, como casi la totalidad de los datos que siguen, mediante una tabla y un índice comprensivo de la variación respecto del año base (1994) hasta el 2003, para tener conocimiento sobre la capacidad del sector de Baldosas de Castellón de mantener o incrementar ese empleo.

Hay que especificar que en los primeros años 80 se dieron todas las circunstancias que motivaron el despegue definitivo de este sector, ya que se implantó por completo el gas natural como fuente de energía y la instalación de

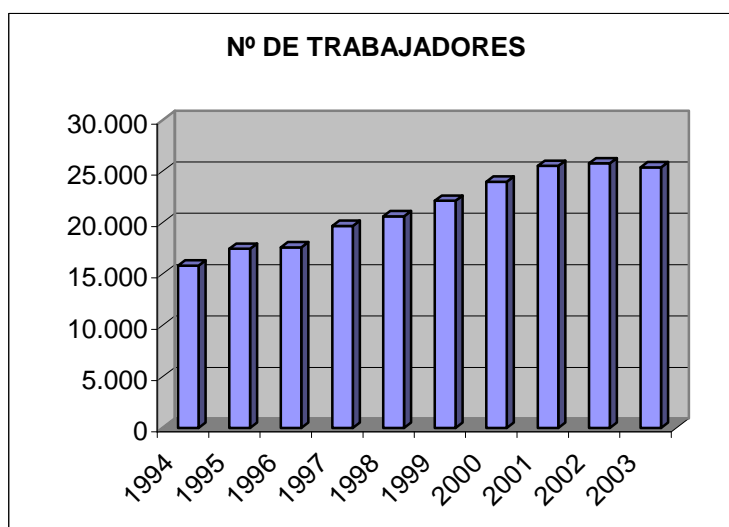
los hornos monoestrato de rodillos, que hasta el día de hoy es la tecnología imperante. Pero habrá que enlazar este argumento con los que muestre el sector en cuanto a Inversiones Anuales se refiere (véase **cuadro y gráfico 5**).

Cuadro 2

Nº DE TRABAJADORES		INDICE de VARIACIÓN	
		ANUAL	BASE
			94
1994	15.834		1,00
1995	17.461		1,10
1996	17.592		1,11
1997	19.676		1,24
1998	20.609		1,30
1999	22.122		1,40
2000	23.966		1,51
2001	25.515		1,61
2002	25.763		1,63
2003	25.380		1,60

Fuente: I. Valenciano de Estadística y e.p.

Gráfico 2



Se podrá comprobar que el incremento del empleo continuado no es acorde totalmente con una capitalización creciente que sea complementaria con el input trabajo en toda la década, pues la serie de la inversión real tiene altibajos (**cuadro y gráfico 5**). Existe sin embargo un incremento de la producción continuado desde 1997 –como mínimo-, dado el tremendo éxito de las exportaciones y las ventas, debido también al auge del sector de la construcción de viviendas en España, en un sector apoyado por una **Universidad**, la de **Jaume I**, y el **Instituto de Tecnología Cerámica**, todos ellos imbricados en una zona con amplísimas sinergias.

Como se puede observar, el incremento del empleo en estos diez años de referencia ha sido de un **60%**.

1.3) LAS HORAS TRABAJADAS.

El número de horas trabajadas podría ser indicativo de que sin contratar mano de obra adicional, el empresariado de Castellón podría resolver con éxito el mayor volumen de producción que se observa; pero podemos ver que no es así, por una parte debido a que **los hornos ya operan las 24 horas del día** y por otro los resultados del Cuadro 3 que figura a continuación.

Cuadro 3

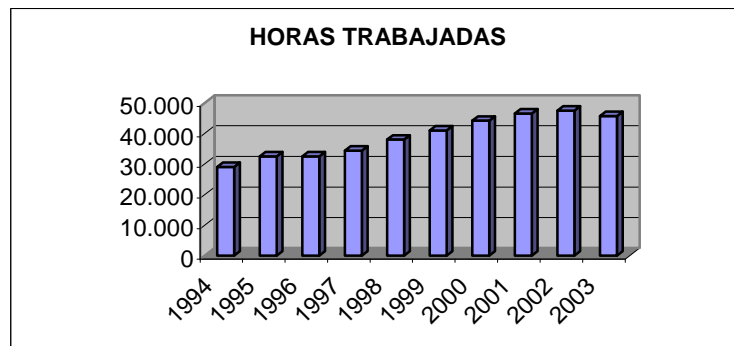
	HORAS TRABAJADAS (EN MILES)	INDICE de VARIACIÓN BASE 94
1994	29.060	1
1995	32.538	1,12
1996	32.493	1,12
1997	36.413	1,25
1998	38.005	1,31
1999	40.967	1,41
2000	44.247	1,52
2001	46.637	1,60
2002	47.566	1,64
2003	45.788	1,58

Fuente: I. Valenciano de Estadística

El incremento de horas trabajadas asciende debido a la puesta en marcha de nuevos hornos, dado que el número de horas trabajadas se incrementa en la misma proporción que el número de trabajadores.

Debe advertirse que **el incremento entre 1997 y 2002 es del 33%**, dato que utilizaremos más adelante.

Gráfico 3



Ya podemos concluir que si el número de trabajadores asciende en estos diez años un 60%, mientras al mismo tiempo lo hace en un 58% el

número de horas trabajadas y la producción un 47% (partiendo de un año de crisis, porque el aumento de dicha producción es del 50% entre 1997 y 2002), podemos calificar al sector de ser de un tipo que crea empleo, aumentando la plantilla, no realizando horas extra de forma notable (consecuencia del estado del horario de producción): es la inversión la responsable de gran parte del aumento de producción, pudiendo ser por la puesta en marcha de nuevos hornos y del incremento citado ya del número de UAE local de mayor tamaño (1996-2003), **cuadros 1.a y 1.b y gráficos 1.a, 1.b, 1.c y 1.d**, o incrementando la inversión en mejoras tecnológicas o en las características técnicas del proceso productivo, que se traducen en incrementos tanto del empleo como de la productividad aparente del trabajo, como se puede observar en el **cuadro y gráfico 10**.

Aportamos aquí un pequeño razonamiento, que nos puede ayudar a clarificar la situación:

En 2002, la producción de baldosas en Castellón era de 9.467.831,25 Tm. (toneladas métricas), mientras en el año 1997 era de 6.319.612,5 Tm. Estos datos ofrecen una variación de un **50%** de incremento de la producción, y teniendo en cuenta que en el número de **horas trabajadas** en dicho período hay un **33%** de incremento (1997-2002), **cuadro y gráfico 3**, y los incrementos de la **productividad aparente del trabajo (según las horas trabajadas)** se modifica en un **15%** (1997-2002), **cuadro y gráfico 10**, se puede concluir que las cifras están mostrando un cambio en el incremento de la producción que vendría explicada principalmente por la inversión (que presenta un importante crecimiento en los años 1998-2001), **cuadro 5**, siendo

los incrementos de productividad menos importantes que dicho último factor (aunque sea consecuencia la productividad de los incrementos o la mejora del capital utilizado).

Hemos comprobado anteriormente, que las UAE locales, de tamaño **mediano y grande** tienen **incrementos de crecimiento muy altos** (49 y 68% respectivamente), **lo que implicaría que los hornos que se instalan se concentran en esos tramos de UAE locales de mayor tamaño.**

1.4) LA VARIACIÓN DE EXISTENCIAS.

Debemos hacer el supuesto de que la variación de existencias es producto acabado. Y esto es así, porque el atomizado no puede dejarse secar, al igual que los esmaltes y engobes que se aplican. Es decir, pensamos que la producción de baldosas no puede interrumpirse sino cuando las partidas están finalizadas, con lo que deben valorarse a precio de venta (al revés del criterio del Plan General de Contabilidad (1990), que especifica que la variación de existencias se realizará por el coste de compra -empresa comercial-, o coste de producción-que es nuestro caso-).

En la serie de precios industriales, que hemos conseguido gracias a la colaboración desinteresada del Instituto Nacional de Estadística, se puede observar que el precio no ha variado en los diez años de nuestra serie, siendo de 6 euros m² (epígrafe 26.3).

Las variaciones de existencias pueden observarse a nivel numérico en el cuadro 15, que no reproducimos aquí.

Cuadro 4

Tasa de variación precio baldosa

INDICES DE PRECIOS INDUSTRIALES (INE, 26.3)		
AÑO	INDICE	Tasa Variación.
1993	101,3	-0,5
1994	101,6	0,3
1995	102,1	0,4
1996	101	-1
1997	99,9	-1,2
1998	99,9	0
1999	100,1	0,2
2000	100	-0,1
2001	101	1
2002	101,4	0,4
2003	101,4	0
2004	101,7	0,3

(Fuente INE-Cnae 93)

1.5) LA INVERSIÓN REAL.

Ofrecemos ahora los datos de la inversión nominal y real del sector.

Cuadro 5

	INVERSIÓN NOMINAL	INDICE PRECIOS INDUSTRIALES BIENES DE EQUIPO (*)	INVERSIÓN REAL	INDICE de VARIACIÓN BASE 94	AMORTIZACION
1994	159,820	1,00	159,820	1,00	82,51
1995	265,580	1,23	215,919	1,35	102,20
1996	148,310	1,26	117,706	0,74	113,39
1997	130,530	1,28	101,977	0,64	139,48
1998	288,910	1,27	227,488	1,42	150,50
1999	278,050	1,28	217,227	1,36	170,33
2000	321,800	1,29	249,457	1,56	194,77
2001	329,680	1,30	253,600	1,59	223,92
2002	235,138	1,31	179,495	1,12	237,36
2003	201,600	1,32	152,727	0,96	239,94

En millones de Euros

(*) MAQUINARIA Y OTRO MATERIAL DE EQUIPO BASE 1994

Fuente: I. Valenciano de Estadística, INE y elaboración propia.

Gráfico 5

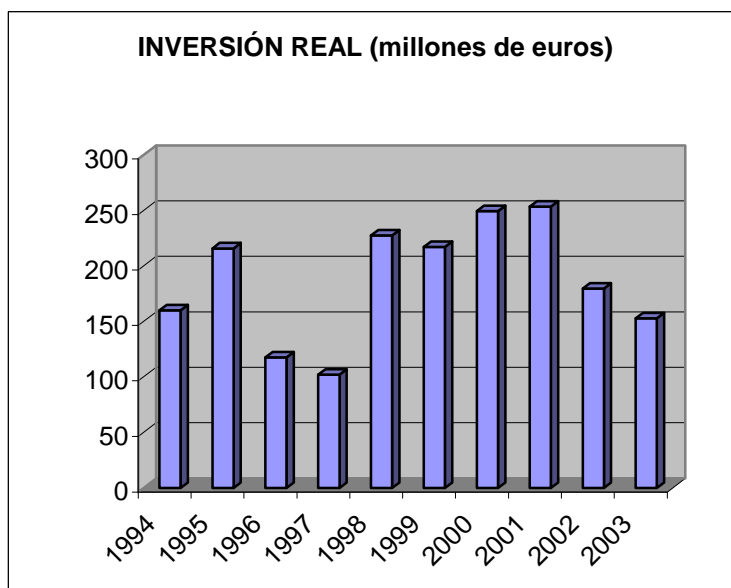
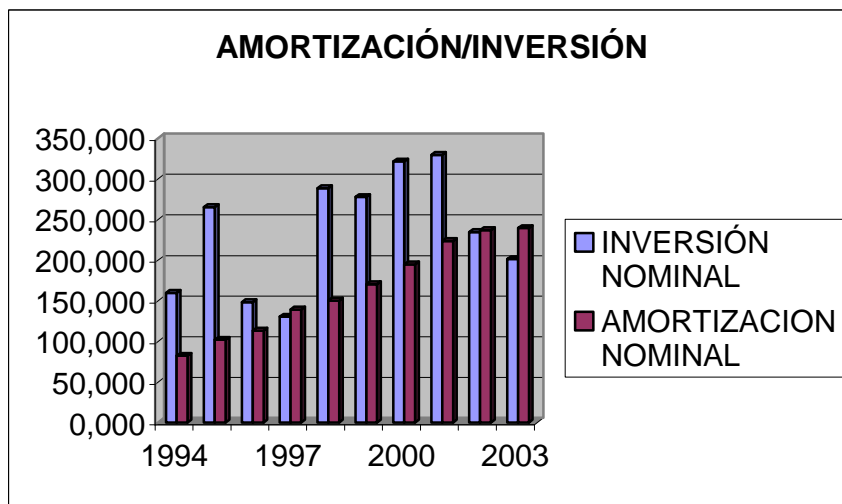


Gráfico 5.a.



Pueden observarse dos tramos que comienzan ascendiendo y que luego bajan de forma paulatina pero importante: son los períodos 1994-1997 y 1998-2003. La ralentización de la economía mundial que inició en el 2000 y que afecta al sector, puede ser una explicación plausible tanto de las reducciones en las cantidades invertidas en el segundo tramo temporal, como también en el suave mantenimiento y algo de disminución en las horas trabajadas (**cuadro y gráfico 3**). En cualquier caso, las decisiones de inversión son expresión de las expectativas. Luego es punto esencial la opinión del empresariado sobre el mercado, en la crisis actual del sector.

Mostramos ahora una serie de años con las viviendas terminadas, tanto de V.P.O. como de “renta libre” (a nivel nacional), para intentar relacionar esa tendencia con la de producción de baldosas, aunque no es factor determinante totalmente, ya que interviene el mercado internacional de baldosas.

Cuadro 5.a

TOTAL VIVIENDAS (VPO + LIBRES): Terminadas			TASA VARIAC.
	VIVIENDAS	INDICE BASE 94	ANUAL VIVIEND
1994	230307	1	0,0%
1995	221252	0,96	-3,9%
1996	274299	1,19	24,0%
1997	299058	1,30	9,0%
1998	298810	1,30	-0,1%
1999	356366	1,55	19,3%
2000	415793	1,81	16,7%
2001	505174	2,19	21,5%
2002	519686	2,26	2,9%
2003	506349	2,20	-2,6%

Fuente: I.N.E. y e.p. Nivel nacional.

Como se puede ver, la tendencia es casi totalmente creciente en términos absolutos, (salvo el año 1995). Pero observando las variaciones anuales respecto del año anterior, se descubre que 1999, 2000 y 2001 fueron picos álgidos para soportar después una caída espectacular en el 2002 y una tasa negativa en 2003.

Puede deducirse por tanto, que la caída de los dos últimos años de la producción de baldosas, ha sido provocada en parte (luego veremos las exportaciones) por una disminución de la construcción de viviendas en nuestro país.

1.7) PRODUCCIÓN.

El precio medio de la producción, **a nivel nacional** bajó de 5,30 euros/m² en el año 2002, a 5,29 euros/m² en **2003**, lo que representa una inapreciable reducción respecto al año anterior.

La producción de baldosas cerámicas en 2003, representa aproximadamente un 45% de la producción de la Unión Europea, cifra prácticamente similar a la del año 2002 y supone el 10,4% de la producción mundial (estimada en unos 6.000 millones de m²).

España ocupa el segundo puesto de países productores, si bien se sitúa a una notable distancia de China que es el primer productor mundial con una cuota del 37%.

El acercamiento entre las producciones de España e Italia, ha sido espectacular en esta década. En 1990 la industria italiana doblaba la producción del sector español; en 2002 las ventas españolas superó por primera vez a las italianas en 46 millones de euros, debido a un descenso del 5,2% de la producción italiana respecto al anterior año y sigue superándola en la actualidad.

La producción de pavimentos, sigue siendo muy superior a la de azulejos, el 60,5% frente al 39,5%, respectivamente.

Por el tipo de pasta empleada en **España**, se utiliza mayoritariamente la roja, produciendo 470,5 millones de m² con este tipo de pasta, lo que representa el 75,4% (69 millones de m² menos que en 2002), mientras que la blanca, que con 153,5 millones de m² (24,6%), aumentó en 46 millones de m², sólo se usa de forma marginal, aunque creciente.

En productos, mayoritariamente predominan los esmaltados (el 94,3% del total de la producción de baldosas cerámicas).

Respecto al proceso de producción, los prensados absorben el 97,8%, frente al 2,2% de extrudidos.

Aportamos ahora un cuadro donde se puede analizar la tendencia de la producción **para la provincia de Castellón**.

Cuadro 7

	PRODUCCIÓN EN	INDICE ANUAL
	TM.	BASE 1997
1997	6.066.828,00	1,00
1998	7.205.310,00	1,19
1999	7.752.816,00	1,28
2000	8.612.820,00	1,42
2001	9.114.551,99	1,50
2002	9.089.118,00	1,50
2003	9.321.093,75	1,54

Fuente: IVE y elaboración propia

Se puede observar en la última columna como los años 2001, y 2003 fueron de gran variación al alza de la producción, siendo algo descendente en 2002. Recordemos que la construcción de viviendas tuvo caídas muy importantes en los años 2002 y 2003. La producción tuvo un importante ascenso en 2003, siendo la tasa de variación anual de la construcción de viviendas en dicho año negativa. Por tanto, el sector de la construcción por sí solo no explica la variación de la producción.

1.8) IMPORTE NETO DE LA CIFRA DE NEGOCIOS.

Naturalmente, salvo las partidas de baldosas que es necesario mantener en existencias para que los vaivenes de las ventas no causen problemas, la producción ha sido creciente para toda la serie, incluso deflactada, reflejándose este crecimiento en la Cifra de Negocios.

El índice de base 94 hasta el 2003, ha sido paulatinamente creciente, llegando casi a duplicar en términos reales en el último año las cifras del primero, pero que toca techo en el año 2002.

Cuadro 8

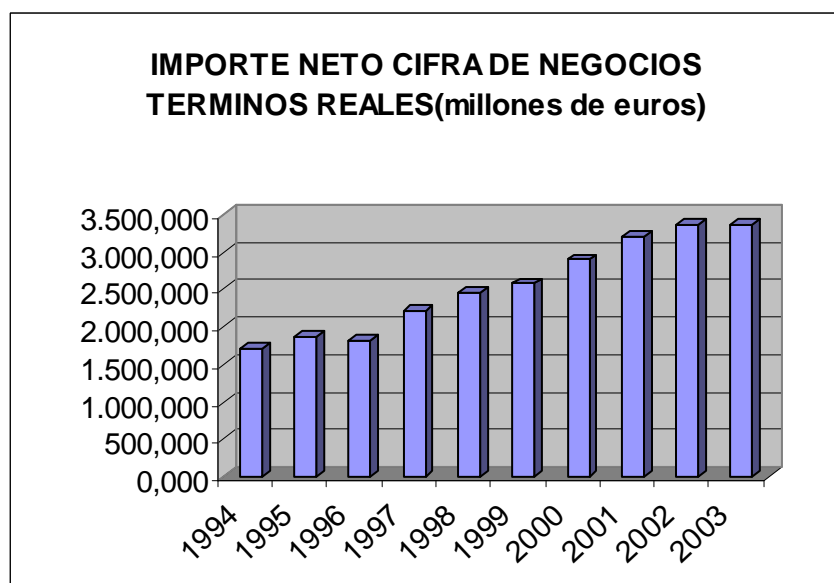
	IMPORTE NETO CIFRA DE NEGOCIOS TERMINOS NOMINALES	INDICES DE PRECIOS INDUSTRIALES DE BALDOSAS(*)	IMPORTE NETO CIFRA DE NEGOCIOS TERMINOS REALES	INDICE de VARIACIÓN BASE 94 (C.NEGOCIOS)
1994	1.714,270	100,00	1.714,270	1,00
1995	1.866,900	100,49	1.876,048	1,09
1996	1.828,950	99,41	1.818,159	1,06
1997	2.245,080	98,33	2.207,587	1,29
1998	2.492,860	98,33	2.451,229	1,43
1999	2.619,220	98,52	2.580,456	1,51
2000	2.943,460	98,43	2.897,248	1,69
2001	3.232,270	99,41	3.213,200	1,87
2002	3.384,260	99,80	3.377,491	1,97
2003	3.375,110	99,80	3.368,360	1,96

En millones de Euros

(*) Indices de precios industriales base 1994

Fuente: I. Valenciano de Estadística, INE y elaboración propia.

Grafico 8.



Véase el máximo alcanzado en 2002, con cifras parecidas a las del 2003, con ligera tendencia a la moderación de su crecimiento en éste último.

1.9) EL VALOR AÑADIDO.

Veamos como evoluciona el Valor Añadido del sector: Pasa de la unidad en 1994 a 1,8 en diez años.

Cuadro 9

	VALOR AÑADIDO BRUTO TERMINOS NOMINALES	INDICES DE PRECIOS INDUSTRIALES DE BALDOSAS(*)	VALOR AÑADIDO BRUTO TERMINOS REALES	INDICE de VARIACIÓN ANUAL BASE 94
1994	687,19	100,00	687,190	1,00
1995	755,12	100,49	758,820	1,10
1996	707,361	99,41	703,188	1,02
1997	870,734	98,33	856,193	1,25
1998	998,888	98,33	982,207	1,43
1999	1.003,334	98,52	988,485	1,44
2000	1.113,856	98,43	1.096,368	1,60
2001	1.219,786	99,41	1.212,589	1,76
2002	1.277,081	99,80	1.274,527	1,85
2003	1.255,005	99,80	1.252,495	1,82

En millones de Euros

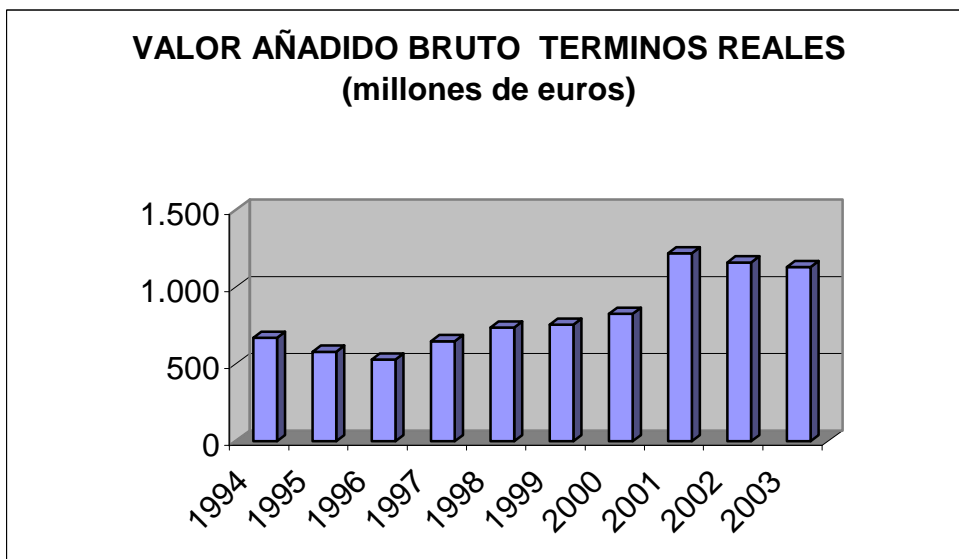
(*) Indices de precios industriales base 1994.INE.

Fuente: I. Valenciano de Estadística, INE y elaboración propia.

El Valor Añadido Bruto es una serie creciente y destaca especialmente el ascenso del trienio 2001-2003, que casualmente coincide con la ralentización de la economía mundial, siendo creciente la serie, desde el año 1997 hasta 2002, aunque en valores absolutos es el más alto en este último año.

Ya hemos indicado que al Valor de la Cifra de Negocios le ocurre otro tanto.

Gráfico 9



1.10) LA PRODUCTIVIDAD APARENTE DEL TRABAJO.

Observando la última columna del siguiente **cuadro 10**, puede verse que los incrementos en la productividad aparente del trabajo han sufrido variaciones destacables a lo largo de la serie, que convendría relacionar con las cifras de inversión (**cuadro y gráfico 5**). Esto debería extrañarnos al fijarnos en la forma con “doble diente de sierra” que le ocurre a dichas cifras, ya que si éstas últimas son importantes (y además si no hubiese altibajos), la productividad aparente del trabajo debería aumentar al disponer de equipos

más modernos que incrementasen la producción, salvo que ésta serie de inversiones no sea mas que una reposición de maquinaria parecida a la que se reemplaza, con incrementos de los hornos en nuevas plantas con la misma productividad por hora de los ya instalados.

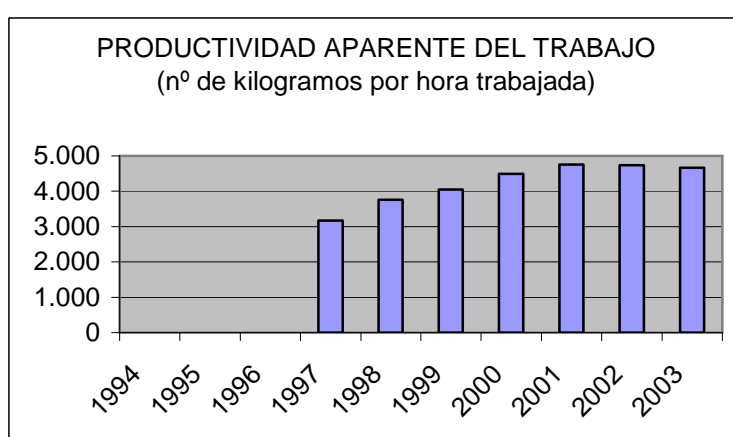
Cuadro 10

	TONELADAS DE BALDOSAS FABRICADAS		PRODUCTIVIDAD APARENTE DEL TRABAJO (nº de kilogramos por hora trabajada)	INDICE de VARIACIÓN BASE 97 PRODUCTIVIDAD APARENTE DEL TRABAJO	
1994	sin datos	1994	sin datos	sin datos	
1995	sin datos	1995	sin datos	sin datos	TASA VARIACIÓN ANUAL
1996	sin datos	1996	sin datos	sin datos	
1997	6.066.828,00	1997	3037,971	1,00	0,00%
1998	7.205.310,00	1998	3606,261	1,19	18,77%
1999	7.752.816,00	1999	3878,347	1,28	7,60%
2000	8.612.820,00	2000	4306,410	1,42	11,09%
2001	9.114.551,99	2001	4554,998	1,50	5,83%
2002	9.089.118,00	2002	4540,019	1,49	-0,28%
2003	9.321.093,75	2003	4653,567	1,53	2,55%

Fuente: I. Valenciano de Estadística y elaboración propia.

Las columnas 3 y siguientes SON ERRÓNEAS (nota al 19/04/2010)

Gráfico 10



Podemos observar que la productividad aparente del trabajo ha llegado a un techo a partir del año 2000, prácticamente igual a la del 2003. Puede que

una inversión escasa sea el motivo, y efectivamente, dicha inversión ha descendido en los tres últimos años de la serie.

(la productividad aparente del trabajo se calcula normalmente en valores monetarios; nota al 19/04/2010)

1.11) LOS COSTES SALARIALES EN TÉRMINOS REALES.

A pesar de que se puede criticar que no se aplique una serie de salarios del sector concreto con el que se trabaja, los convenios en zonas de concentración industrial se resuelven favorablemente a los trabajadores gran parte de las veces; pero no todas las mejoras de convenio son cuantificables monetariamente, por ello vamos a fijar nuestra atención en la parte salarial únicamente.

Cuadro 11

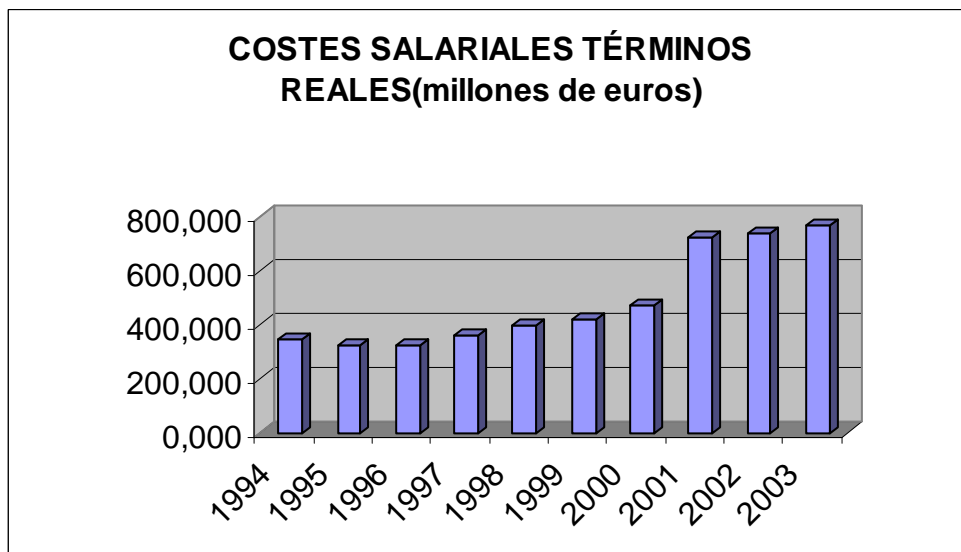
	COSTES	INDICES DE	COSTES	INDICE de
		PRECIOS AL	SALARIALES	VARIACIÓN
		CONSUMO (*)	TÉRMINOS	ANUAL BASE
	SALARIALES		REALES	94
1994	347,570	100,00	347,570	1,00
1995	404,640	110,00	367,855	1,06
1996	417,470	113,91	366,491	1,05
1997	468,120	116,21	402,822	1,16
1998	519,620	118,62	438,054	1,26
1999	554,903	121,10	458,219	1,32
2000	637,508	125,20	509,192	1,47
2001	718,454	100,00	718,454	2,07
2002	742,766	101,00	735,412	2,12
2003	772,202	101,00	764,556	2,20

En millones de Euros

(*) Indices de Precios al Consumo General Nacional base 94.

Fuente: I. Valenciano de Estadística y elaboración propia.

Gráfico 11



Se observa, como es natural, la ruptura de la serie del I.P.C., pero no queda alternativa para intentar realizar comparaciones entre los incrementos. Aproximadamente, podría ser que estos costes se hayan elevado en la serie completa, especialmente en los tres últimos años, como parece observarse en el gráfico anterior si nos fijamos en el suave crecimiento que se produce desde 1997.

1.12) EL EXCEDENTE BRUTO DE EXPLOTACIÓN.

El Excedente Bruto de Explotación se presenta en los cuadros que siguen:

Cuadro 12

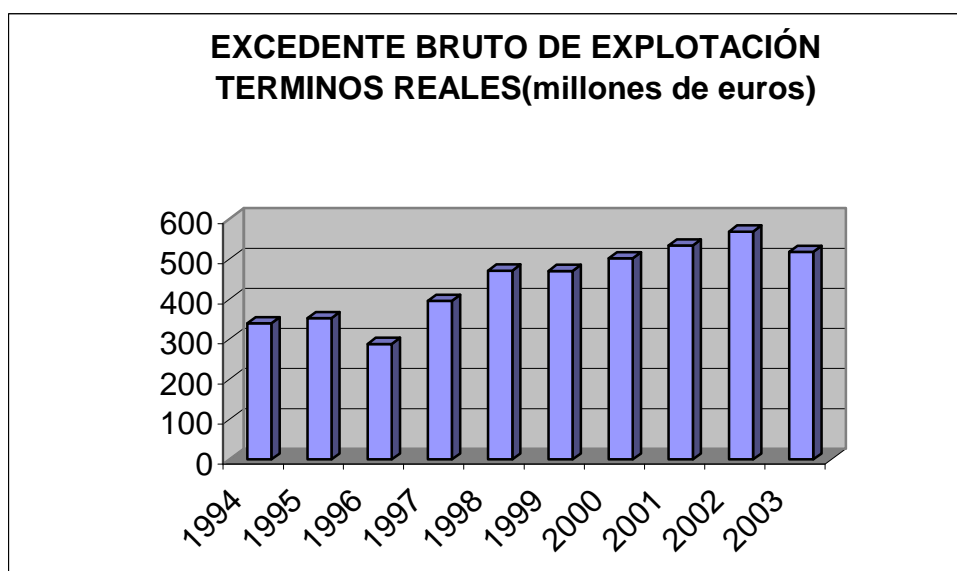
	EXCEDENTE BRUTO DE EXPLOTACIÓN TERMINOS NOMINALES (P.M.)	INDICES DE PRECIOS INDUSTRIALES BASE 94 (*)	EXCEDENTE BRUTO DE EXPLOTACIÓN TERMINOS REALES (P.M.)	INDICE de VARIACIÓN ANUAL BASE 94
1994	339,610	100,00	339,610	1,00
1995	350,480	100,49	352,197	1,04
1996	289,890	99,41	288,180	0,85
1997	402,620	98,33	395,896	1,17
1998	479,270	98,33	471,266	1,39
1999	477,729	98,52	470,659	1,39
2000	509,971	98,43	501,964	1,48
2001	537,046	99,41	533,877	1,57
2002	569,749	99,80	568,610	1,67
2003	518,902	99,80	517,864	1,52

En millones de Euros

(*) Indices de Precios Industriales base 94.

Fuente: I. Valenciano de Estadística, INE y elaboración propia.

Gráfico 12



En el cuadro, hemos preferido tomar datos de Excedente Bruto de Explotación a precios de mercado y no a coste de los factores. Esto es así, porque existen fábricas de baldosa que son familiares y tributan en el Impuesto de la Renta de las Personas Físicas, cuando hay otras, de mayor tamaño, que están tributando al tipo del Impuesto de Sociedades. El crecimiento de esta variable ha sido prácticamente de un 50% en la serie (según el **cuadro y gráfico 12**). Intentar conocer la cuantía de empresas que tributan por I.R.P.F. no afecta a la tendencia que se observa.

(el párrafo anterior es erróneo –nota al 19/04/2010--)

La serie es un tanto irregular. Sin embargo, del 2001 al 2003 (aunque en este último año ya desciende), con una economía sectorial en recesión, los beneficios empresariales han sido los más altos en términos absolutos y relativos si nos fijamos en los índices del cuadro indicativo.

1.13) EL REPARTO DEL VALOR AÑADIDO BRUTO.

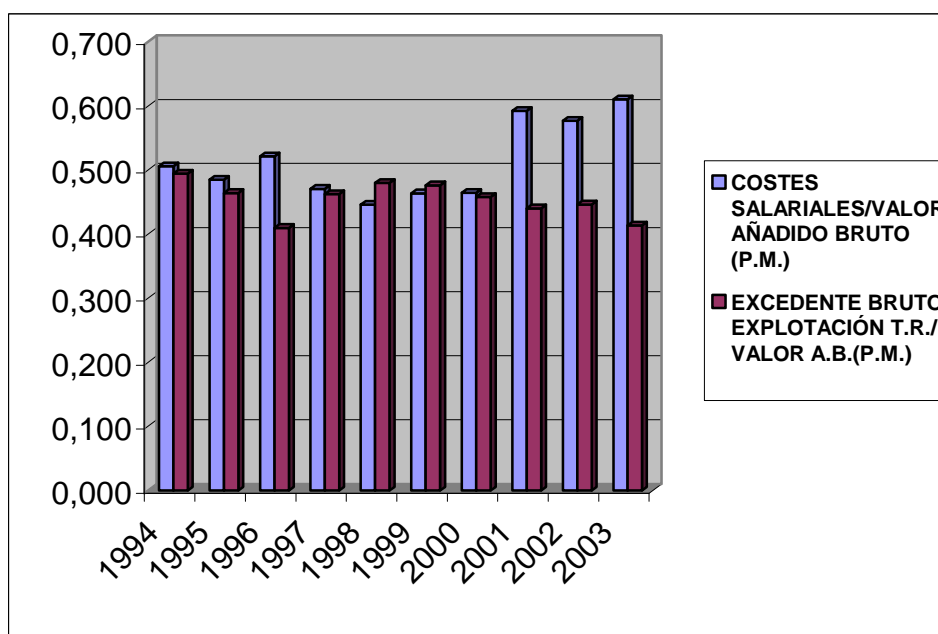
Los resultados de la explotación hay que repartirlos entre los empresarios y los trabajadores. A continuación puede observarse que los costes salariales han llegado a crecer hasta un 30%, mientras que el excedente bruto de explotación ha caído un 12% en 2003 respecto a 1994 (esta disminución del Excedente Bruto de explotación ha sido consecuencia de la ralentización y crisis del sector y de las enormes amortizaciones que en parte detraen parte del total del beneficio bruto de explotación).

Cuadro 13

	COSTES SALARIALES/ VALOR AÑADIDO BRUTO	EXCEDENTE BRUTO EXPLOTACIÓN T.R./ VALOR A.B.
1994	0,506	0,494
1995	0,485	0,464
1996	0,521	0,410
1997	0,470	0,462
1998	0,446	0,480
1999	0,464	0,476
2000	0,464	0,458
2001	0,592	0,440
2002	0,577	0,446
2003	0,610	0,413

Fuente: I. Valenciano de Estadística y elaboración propia.

Gráfico 13



1.14) LAS EXPORTACIONES.

Es bien conocida la capacidad exportadora de las fábricas de baldosas, siendo muy numerosos los países de destino. Destacar que las exportaciones se han incrementado en más de un 100% a lo largo de la serie que abajo se expone, tanto de productos cerámicos como de fritas, aunque éste último dato no hemos podido separarlo de otros productos de la industria química.

Cuadro 14

	EXPORTACIONES EN TONELADAS PRODUCTOS CERÁMICOS	INDICE de VARIACIÓN ANUAL BASE 1994	EXPORTACIONES EN TONELADAS FRITAS Y OTROS PRODUCTOS DE LA INDUSTRIA QUÍMICA	INDICE de VARIACIÓN ANUAL BASE 1994	TASA VARIACIÓN ANUAL EXPORT. PRODUCTOS CERÁMICOS
1994	2.427.122	1	285.861	1	0
1995	2.721.327	1,12	337.292	1,18	12,1%
1996	2.919.264	1,20	1.135.733	3,97	7,3%
1997	3.614.236	1,49	397.715	1,39	23,8%
1998	4.043.795	1,67	422.824	1,48	11,9%
1999	4.096.012	1,69	482.549	1,69	1,3%
2000	4.748.337	1,96	563.860	1,97	15,9%
2001	5.217.717	2,15	612.035	2,14	9,9%
2002	5.453.468	2,25	708.904	2,48	4,5%
2003	5.203.927	2,14	745.690	2,61	-4,6%
Fuente IVE y elaboración propia.					
Las exportaciones de la columna 3ª son de productos muy diversos					
El dato del año 1996 para las fritas parece erróneo, pero así figura en el IVE					

Analizando la última columna, la tasa de variación anual de las exportaciones tiene un máximo en el 2000, baja a la mitad en el 2001, es pequeña en 2002 y es negativa para el 2003. Por tanto, son parecidos estos movimientos a los que encontrábamos en la producción. Se puede afirmar, por tanto, que la industria de baldosas responde con una **disminución de la producción al mismo tiempo que se reducen las exportaciones y**

desciende la construcción de viviendas. Las exportaciones y la construcción, revelan una variación a la baja, producto de la crisis internacional y que repercute directamente en los mercados mundiales y economías nacionales que entran en recesión posteriormente, teniendo en las fábricas de baldosas su reflejo correspondiente.

Cuadro 14.a

	PRODUCCIÓN EN Tm.	INDICE BASE 97	EXPORTACIONES/PRODUCCIÓN EN TM.
1997	6.066.828,00	1,00	0,60
1998	7.205.310,00	1,19	0,56
1999	7.752.816,00	1,28	0,53
2000	8.612.820,00	1,42	0,55
2001	9.114.551,99	1,50	0,57
2002	9.089.118,00	1,50	0,60
2003	9.321.093,75	1,54	0,56

Fuente:IVE y elaboración propia

Por otra parte, como se puede observar en el **cuadro 14.a**, la exportación en los últimos años ha sido espectacular, siendo siempre superiores a la mitad de la producción y manteniéndose en ese nivel casi constantemente. Las exportaciones en términos absolutos son de cerámica en general, y las de fritas y esmaltes están acumulados a las del vidrio en el cuadro anterior, sin haberse podido desglosar. Naturalmente, el que el ratio de exportaciones sea constante, no tiene que ver con el proceso recesivo del

sector, porque se puede exportar la misma cantidad de producto porcentualmente, sea la producción alta o baja.

1.15) ALGUNOS CÁLCULOS SUPLEMENTARIOS.

Si realizamos los cálculos que vienen a continuación, veremos que relacionando la Cifra de Negocios con las toneladas producidas (que contienen los cambios en la variación de existencias), llegaremos a determinar el precio de un m² de baldosa, confirmando de esta forma lo que se dijo respecto de los datos del INE: que el precio en diez años, no ha cambiado.

Cuadro 15

	IMPORTE NETO DE LA CIFRA DE NEGOCIOS T. NOMINALES	PRODUCCIÓN EN TONELADAS MÉTRICAS	VARIACIÓN DE EXISTENCIA S	TONELADAS PRODUCIDAS AJUSTADAS POR LA VARIACIÓN DE EXISTENCIAS	M ² DE PRODUCTO FINAL FABRICADO	PRECIO FINAL DEL PRODUCTO (EN EUROS) POR CADA M ²
1997	2.245,080	6.066.828,00	-10,37	6.066.817,63	323.563.607	6,94
1998	2.492,860	7.205.310,00	53,57	7.205.363,57	384.286.057	6,49
1999	2.619,220	7.752.816,00	34,51	7.752.850,51	413.485.360	6,33
2000	2.943,460	8.612.820,00	71,75	8.612.891,75	459.354.227	6,41
2001	3.232,270	9.114.551,99	103,77	9.114.655,76	486.114.974	6,65
2002	3.384,260	9.089.118,00	50,55	9.089.168,55	484.755.656	6,98
Millones de euros						

Fuente I.V.E e INE y elaboración propia.

1.16) LOS CAMBIOS DE BASE.

Vamos a añadir aquí los cambios de base realizados para confeccionar las tablas anteriores.

Este primero es el utilizado para detectar que el precio de baldosas no ha sufrido ninguna modificación.

Cuadro 16

INDICES DE PRECIOS INDUSTRIALES

	BASE 2000	BASE 1994
1994	101,60	100,00
1995	102,10	100,49
1996	101,00	99,41
1997	99,90	98,33
1998	99,90	98,33
1999	100,10	98,52
2000	100,00	98,43
2001	101,00	99,41
2002	101,40	99,80
2003	101,40	99,80

COEFICIENTE DE ENLACE: 0,984252

Indices de precios al consumo (para deflactar la serie de salarios).

Cuadro 16.a

IPC GENERAL NACIONAL

BASE 92	BASE 94
110	100,00
115,1	110,00
119,2	113,91
121,6	116,21
123,8	118,62
126,7	121,10
131	125,20
100	100,00
101	101,00
101	101,00

Cuadro 16.b
CAMBIO BASE BIENES EQUIPO

	BASE 90	BASE 94
1994	1,11	1,00
1995	1,11	1,23
1996	1,13	1,26
1997	1,15	1,27
1998	1,14	1,27
1999	1,15	1,27
2000	1,16	1,29
2001	1,17	1,30
2002	1,18	1,31
2003	1,19	1,32
COEFICIENTE		
0,901		

Este último cambio es para deflactar las compras de bienes de equipo.

CONCLUSIONES

En cuanto a la creación de **Empleo**, puede decirse que es un sector netamente creador del mismo, al tiempo que se dan los incrementos de producción, aunque haría falta comprobar su calidad, que creemos no es buena (contratos no estables y alta rotación de los trabajadores).

Parece que se puede concluir que los incrementos de **Producción** se han conseguido con el crecimiento de las UAE de mayor tamaño, y el incremento de la Productividad Aparente del Trabajo ha seguido la instalación de nuevos hornos, siendo éstos más productivos que los retirados.

El **Número Total de UAE locales** tan relativamente estable indica que es un sector no especulativo y basado en una tradición conocida por todos; pero además el crecimiento en los últimos años viene avalado por incrementos similares en la Producción, no por variaciones especulativas de los precios del producto.

Las Horas Trabajadas van parejas con la creación de empleo. En los tres tramos en que el IVE divide a las UAE locales por el número de empleados, se puede constatar que los Ingresos de Explotación y los Gastos de Personal también coinciden casi con exactitud con el recuento de horas trabajadas por tramo, cuando se comparan. Por lo que podríamos presumir que la Productividad Aparente del Trabajo es similar en los tres tramos a nivel sectorial; sin embargo, el siguiente apartado (inversión real), parece desmentir esta hipótesis.

Dicha productividad ha decaído en los años 2002 y 2003.

La **Inversión Real**, a pesar de tener altibajos, en los últimos años de la serie ha crecido de forma muy importante, destacando los años 1997 y 2003 como puntos bajos dentro de los dos vaivenes que se observan en la década. Hay que tener en cuenta que la inversión en el año 2001 hacía corresponder el ratio **79% a las empresas de más de 100 trabajadores y uno del 14% del total sectorial al tramo medio de 50 a 99 empleados.**

El sector está acogido a las **amortizaciones aceleradas** que permite la legislación.

La **Cifra de Negocios** se ha comportado como la Producción y el negocio de la baldosa en general, es decir, con notables incrementos sostenidos a lo largo del tiempo, con mantenimiento de precios estables, con lo que se gana competitividad con el paso del tiempo que abarata (por el aumento de la inflación) el producto acabado.

Al **Valor Añadido** del sector le ocurre como a la Cifra de Negocios, que se mantiene en alza constante.

La **Productividad Aparente del Trabajo** se mantiene en unas cifras niveladas y moderadas, sin altibajos notables. Ya hemos hecho referencia a esta variable más arriba.

Los **Costes Salariales** han crecido de forma importante, lo contrario que el Excedente Bruto de Explotación (naturalmente), yendo a parar a manos de los trabajadores una mayor parte del Valor Añadido Bruto. Aunque habría que añadir que quizá esa poca fuerza del crecimiento del Excedente Bruto provenga de la crisis del sector en los últimos años.

La tasa de variación anual de las **Exportaciones** tiene un máximo en el 2000, baja a la mitad en el 2001, se hace muy pequeña en 2002 y es negativa para el 2003. Por tanto, encontramos en estos movimientos de

las exportaciones (producto de la crisis internacional), tendencias muy parecidas a las que encontrábamos en la producción, y en la caída de la construcción de viviendas.

BIBLIOGRAFÍA

Instituto Valenciano de Estadística (IVE)

Instituto Nacional de Estadística (INE)

CAPÍTULO 2º. LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR DE BALDOSAS CERÁMICAS: AZULEJOS Y PAVIMENTOS.

En éste Capítulo nos basaremos en el informe de la Subdirección General de Comex de Productos Industriales (2003), que si bien es de carácter general para toda España, es de bastante interés. Creemos que las apreciaciones cualitativas son de gran utilidad para el conocimiento del Sector.

2.1) Evolución económica internacional.

En los últimos años, el entorno en que se desenvuelve la empresa ha variado. El campo cada vez más globalizado del sector exterior y las nuevas tecnologías de la información y la comunicación han producido modificaciones importantes que afectan a las empresas y las colocan en una situación altamente competitiva, si son capaces de aprovechar en su beneficio la nueva situación.

El sector de baldosas cerámicas para poder sobrevivir en el mercado tiene que cambiar de una actividad basada en los recursos dirigida por la industria, a una actividad del conocimiento, dirigida por el mercado. No significa centrarse únicamente en el diseño, sino poder dominar también todo el proceso y el ciclo de vida del producto, que debe añadir valor a cada fase; a pesar de la incomodidad y tensiones que supone toda adaptación y nuevos cambios.

Esta situación se puede explicar en función de dos aspectos: el temporal y el espacial.

El temporal, marcado por las transformaciones y cambios sociológicos, nuevas necesidades y las modificaciones de los hábitos y exigencias del consumidor.

El espacial, determinado por el fenómeno de la mundialización, (paulatina eliminación de fronteras, acuerdo OMC-Organización Mundial del Comercio- de supresión de barreras al comercio. El proceso de la comunicación y de la información generado por las nuevas tecnologías, implica un aumento de los intercambios culturales y también de los intercambios de bienes y servicios).

Estamos por tanto, en unos momentos de profundas transformaciones, no sólo coyunturales por la crisis económica en que nos encontramos, sino también estructurales que fundamentalmente afectan a la industria en general.

La actividad de la industria de las baldosas cerámicas no es la excepción, pero de alguna manera se ha visto comparativamente menos afectada por la crisis internacional que otras industrias españolas, que experimentaron una cierta ralentización, como también lo han sufrido las baldosas. A pesar de lo cual somos, en el contexto europeo, quienes más firmemente estamos afrontando la crisis actual.

El Producto Interior Bruto de la economía española creció el 2,4% durante el año 2003, manteniendo un diferencial positivo respecto a la tasa de crecimiento de UE (0,7%); y al mismo tiempo nuestra tasa de inflación duplicó la media

europea, con un incremento del 2,6%. El PIB del sector se redujo el 4,3% respecto al 2002.

Los distintivos de nuestra economía un año más fueron un mayor crecimiento y mayor inflación. El fuerte impulso fue por razón de las políticas monetaria (marcada por la UE) y fiscal.

Estas políticas monetarias y fiscales relanzaron la demanda interna en el último trimestre del 2002 y comienzos del 2003, cuando los demás países europeos todavía presentaban signos de recesión. Gran parte de la fortaleza de la demanda interna se ha financiado mediante el endeudamiento familiar, debido sobre todo a unos bajos tipos de interés y al aumento del número de puestos de trabajo. La demanda se ha satisfecho con productos nacionales más que con importaciones.

2.2) EVOLUCIÓN GENERAL.

La industria ha roto por primera vez la tendencia de crecimiento, tanto en producción (que según la información facilitada por ASCER fue de 3.300 millones de euros, representando una reducción en 2003 del 4,30%, sobre el año anterior), exportación (que según la misma fuente alcanzó un valor de 1.939,07 millones de euros, lo que supone una caída del 5,84% respecto a 2002), importaciones (con un valor de 75,35 millones de euros y representa un incremento del 25,12% respecto al año anterior) y el saldo comercial, que sigue presentado superávit, pero por primera vez en su historia presenta un giro descendente en su tendencia,

hasta alcanzar los 1.863,72 millones de euros, lo que supone un retroceso de 6,77% respecto a 2002).

La situación actual está dando lugar a que para los sectores abiertos a la competencia internacional como las baldosas cerámicas, se produzcan caídas del margen de beneficios en los mercados exteriores y la pérdida de competitividad con las importaciones en el mercado interior; factores potenciados por la fortaleza del euro respecto al dólar.

2.3) COMERCIO EXTERIOR.

La exportación en 2003, ascendió a 1.939,07 millones de euros. Supuso una reducción de 23,25 millones de m² y de 120,22 millones de euros, respecto al 2002, lo que representa un descenso en valor del 5,84% respecto al año anterior.

En 2003 la exportación rompió el ritmo creciente tradicional del sector. La tasa inferior a la experimentada en 2002 confirma la desaceleración del crecimiento de las exportaciones, a pesar de haberse mantenido prácticamente los precios medios de 2001 y 2002, 5,77 euros/m² en el año 2003.

Las exportaciones de baldosas cerámicas suponen el 1,41% del valor de las exportaciones nacionales y el 1,76% del valor de las industriales.

El descenso en las exportaciones en 2003, se debe principalmente a una evolución desfavorable de las ventas en especial a EEUU, Portugal, Italia, México, Israel y Oriente Próximo (principalmente Arabia Saudí).

El destino de las exportaciones está muy repartido, (realizada a 186 países), dando prueba del grado de internacionalización del sector y de la actividad que genera. Tiene una cuota aproximada del 27% en el comercio mundial de baldosas cerámicas.

El dinamismo del sector hace que los azulejos y pavimentos españoles lleguen a nuevos países cada año, apareciendo nuevos destinos en cualquier zona del mundo en que se dé una apertura al comercio internacional o un aumento del nivel de vida.

La propensión a exportar representa el 53,88% en volumen y el 58,76% en valor, lo que indica que las exportaciones acaparan, más de la mitad de la producción total de baldosas cerámicas.

La etapa actual de la exportación española comienza en 1971, desde modestas cifras de pocos cientos de millones de pesetas, a partir de la implantación de la ordenación comercial exterior del sector que estuvo en vigor hasta el ingreso de España en la CEE. Las cifras han crecido sin parar en especial desde 1.986 y con otro fuerte impulso desde los años 1995 y 1996, hasta el 2003 que descendió la exportación.

Las razones que explican este resultado son la buena relación calidad/precio del producto, (el precio-medio es de 5,77 euros/m², mientras que nuestro principal competidor Italia es de 8,84 euros/m²) el esfuerzo en promoción, la agresividad del sector y también la devaluación de nuestra moneda en épocas pasadas.

Por lo que respecta al resultado económico, el valor de las exportaciones italianas nos sobrepasan en 1.810 millones de euros, dado que sus productos están considerados de mayor calidad y diseño y son vendidos a más alto precio.

2.4) EL COMERCIO ESPAÑOL POR ÁREAS GEOGRÁFICAS Y PAÍSES.

La principal área de mercado para las empresas españolas, sigue siendo la Unión Europea, que con 807,88 millones de euros, supuso el 0,46% de incremento sobre la cifra de 2002, lo que representa el 41,66% de la exportación.

América del Norte (EEUU, México y Canadá) representa la segunda gran área de destino de nuestras exportaciones, con el 14,2 por 100.

Oriente Próximo, (Arabia Saudita, Israel y Emiratos Árabes), supone el 12,22%.

Durante el año 2.003 entre los países en que se encuentra repartido el mercado de exportación de baldosas cerámicas en términos de valor, son de destacar:

EE.UU., es el primer país de destino de nuestras exportaciones por valor de 212,88 millones de euros, supone una caída del 14,81% sobre el año anterior. Probablemente ayude a justificar este descenso la fortaleza del euro y la recesión estadounidense durante el 2003. Este mercado absorbe el 10,98% de la exportación.

FRANCIA, es el segundo destino de las exportaciones, con 187,13 millones de euros (el 6,52% de incremento sobre el 2002) y representa una cuota del 9,65%.

El tercer país, es REINO UNIDO con 183,17 millones de euros, supone un incremento sobre el año anterior del 4,61% y representa el 9,45% de la exportación.

PORTUGAL, pasa a ocupar el cuarto lugar con 110,58 millones de euros, a pesar de reducir en 19,23 millones de euros el valor exportado respecto al año anterior y supone una cuota del 6,52%.

El quinto país es ARABIA SAUDÍ con 103,70 millones de euros, (28,10 millones menos que en 2002) supone una caída del 21,32 % respecto al 2.002; representando el 5,35% de la exportación.

El sexto país es ALEMANIA, con 86,05 millones de euros y un aumento del 11,39% respecto al año 2002, representa una cuota del 4,44 por 100.

Los cinco primeros países de destino siguen siendo los mismos que el anterior año, importan por valor de 797,46 millones de euros (64,81 millones de euros menos que en 2002) y abarcan el 41,13% del valor total de las exportaciones de baldosas cerámicas.

Otros países importantes para nuestras exportaciones son Italia, Grecia, Rusia, México e Israel (a estos dos últimos países la exportación descendió más del 23% respecto al año 2002).

2.5) IMPORTACIÓN.

La importación en el año 2003 ascendió a 8,09 millones de m², por valor de 75,35 millones de euros, (15,13 millones más que el año anterior) lo que representa un incremento en cantidad del 21,29% y en valor del 25,12% respecto a 2002, siguiendo con el ritmo de aceleración de los dos años anteriores. De todas formas la importación no llega a representar ni el 3,9% de la exportación. Supone el 0,04% del total de las importaciones nacionales.

Como dato relevante a destacar está el aumento del precio medio de las importaciones. En el año 2002 fue de 9,03 euros/m² y en 2003 fue de 9,31 euros / m², lo que representa un incremento del 3,14 por 100 respecto al año anterior. El

precio medio de nuestras exportaciones es de 5,77 euros/m², lo que supone que importamos productos de alta calidad y diseño, fundamentalmente de Italia.

Analizando las importaciones por áreas de origen se confirma la importancia de la Unión Europea, que representa el 90,23% del valor total.

Destaca Italia como el primer país suministrador de baldosas cerámicas, por valor de 48,14 millones de euros, representando el 63,89% del valor total de las importaciones del sector. El precio medio es de 13,03 euros/m².

El segundo país origen de las importaciones es Portugal, con 9,14 millones de euros, supone el 12,13%.

China ha pasado a ocupar el tercer lugar con 4,26 millones de euros, incrementando su penetración en un 252,07% respecto al 2002 y representa el 5,65% de las importaciones.

Debemos destacar que este país en el año 1998 suministraba por valor de 0,05 millones de euros y en tan sólo cinco años ha incrementado el valor de sus exportaciones el 8.420%. El producto importado de este país es gama alta (gres porcelánico), a un precio medio de 5,85 euros / m², debido a los escasos costes de mano de obra y a la creciente incorporación de mano de obra con la incorporación de millones de jóvenes de zonas rurales a las ciudades. Mientras que el precio medio de nuestras exportaciones de este tipo de producto es 2 o 3 veces superior.

La industria está detectando que China está copiando modelos españoles y de otros países, los cuales vende a precios muy bajos, con los que es imposible competir. Esta misma situación se viene detectando también en otros Sectores.

Otros suministradores son: Alemania, que representa el 5,52%, Francia el 4,45%, Reino Unido el 2,56% y Marruecos el 0,97%.

Sólo los cuatros primeros países suministran por valor de 53,47 millones de euros, lo que representa el 87,19% de la importación total.

2.6) BALANZA COMERCIAL.

La balanza comercial del sector, presenta un superávit de 1.863,72 millones de euros, con un total de 1.939,07 millones de euros en concepto de exportaciones y 75,35 millones en cuanto a importaciones.

Esta cifra representa una disminución del 6,77 por 100 respecto al año anterior.

La tasa de cobertura ($X/M \times 100$), es del 2.573,42%, lo que indica un saldo positivo de la balanza comercial del sector. Si bien menor al de 2002, que fue del 3.419,61%.

Teniendo en cuenta la desaceleración económica y la contracción del comercio mundial, se puede valorar positivamente el comportamiento de la industria de baldosas cerámicas, que con el superávit del sector ayuda a reducir el déficit de la balanza comercial (estimada en 2003 en 46.279,2 millones de euros).

	Producción en Tm.	Exportaciones/ Producción en Tm.
1997	6.319.612,50	0,57
1998	7.505.531,25	0,54
1999	8.075.850,00	0,51
2000	8.971.687,50	0,53
2001	9.494.324,99	0,55
2002	9.467.831,25	0,58
2003	9.321.093,75	0,56
Fuente: IVE y elaboración propia		

2.7) PROBLEMÁTICA DEL SECTOR. LA ASOCIACIÓN ASCER.

La Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos, es la única organización que agrupa a las empresas del sector y está reconocida por la Secretaría de Estado de Turismo y Comercio, como entidad colaboradora de la Administración General del Estado.

En relación con la competitividad del sector, ASCER señala los siguientes puntos fuertes y débiles, amenazas y oportunidades del sector:

PUNTOS FUERTES:

- Desarrollo tecnológico, especialmente en tecnología de procesos.
- Algunas empresas españolas han desarrollado redes comerciales propias y políticas de creación de marca eficaces.
- Materias primas de gran calidad y menores costes relativos.
- Fuerte penetración en los mercados de Iberoamérica, Oriente Medio, Reino Unido, Portugal, Rusia y Norte de África. Importancia de los lazos comerciales y culturales con algunos de estos países. Exportaciones muy diversificadas.
- Valioso apoyo de instituciones afines (ALICER, ITC, Universitat Jaume I) y de otros organismos (ICEX, Cámara de Comercio).
 - La industria española goza de una buena valoración social en su entorno.
 - El sector español de esmaltes es líder a escala mundial.
 - Uso generalizado de la cogeneración. Mayor eficiencia energética y mayor respeto al entorno.
- Coyuntura económica favorable, en comparación con la media de la Unión Europea.
- Dominio casi total del mercado mundial de baldosas cerámicas.
- España es un gran consumidor cerámico.

PUNTOS DÉBILES

- Creencia de algunos clientes de que la pasta roja (empleada en España en un 85%) es inferior a la pasta blanca, (la que principalmente utiliza la industria italiana).
- El producto cerámico no se percibe como un material de moda o no es capaz de presentarse como tal.
- Estrategia de marketing poco desarrollada. Falta de presencia destacada en la prensa especializada en decoración y distribución.
 - El sector no controla la distribución.
 - Es difícil la diferenciación del producto y en general hay pocas marcas consolidadas y reconocidas por el consumidor final.
 - Poco uso fuera de baños y cocinas debido al desconocimiento del cliente de las cualidades y posibilidades técnicas y estéticas del producto.
- Mayor presencia en mercados que encierran un gran potencial, pero que a la vez son más sensibles a las crisis (Iberoamérica, Sudeste Asiático, Rusia).

AMENAZAS/DIFICULTADES.

- Negativa situación económica internacional. Paridad euro/dólar.
- Aumento de la competencia de nuevos países, principalmente por la amenaza de China por competir con un producto de muy bajo precio debido a sus bajos costes, y nula regulación tanto laboral como ambiental.
 - Problemas de abastecimientos de arcillas locales a largo plazo.
 - Auge de materiales sustitutivos de la cerámica para revestir suelos y paredes.

- Importación de baldosas, especialmente de países extracomunitarios.
- Fuertes inversiones en materia medioambiental, en especial sobre comercio de emisiones, debido al endurecimiento de la política medioambiental en Europa y España.
- Incremento de las barreras comerciales por parte de países importadores de cerámica.

OPORTUNIDADES / ACCIONES.

- Desarrollar nuevos productos y aplicaciones cerámicas.
- Controlar la distribución y reducir costes de comercialización.
- Dotar al producto de una marca como valor añadido con capacidad de ilusionar con nuevos diseños o la creación de moda.
- Mejorar la colocación del producto, con formación de los colocadores (especialistas).
- Aumentar la productividad y flexibilizar el proceso de producción para conseguir pedidos más pequeños, con menores costes y en menor tiempo.
- Mejorar la formación y habilidades de los equipos de ventas.
- Conseguir que se use la cerámica por arquitectos y diseñadores de reconocido prestigio o en obras emblemáticas.
- Establecer alianzas o fusiones entre empresas.
- Incrementar las acciones de promoción y comunicación sobre los aspectos positivos de la industria y del producto.

2.8) ITC (INSTITUTO DE TECNOLOGÍA CERÁMICA).

El Instituto de Tecnología Cerámica tiene su sede en la Complutense de la Universidad Jaume I de Castellón. Desde 1969 viene contribuyendo a la evolución tecnológica de la industria cerámica (I+D+i).

Se gestó en el seno de la Universidad de Valencia con el nombre de Instituto de Química Técnica, nació con la finalidad de ofrecer un apoyo a las industrias de la Comunidad Valenciana, aunque seis años más tarde todas sus actividades se centraron exclusivamente en el sector cerámico.

En 1984 se creó la Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas (AICE) promovida por el interés de los empresarios del sector.

Entre ambas, se estableció un convenio de colaboración, y es en el año 1992 cuando se adopta una imagen común para ambas instituciones, con la denominación de Instituto de Tecnología Cerámica (ITC).

Las principales áreas de actuación son: materias primas, proceso de fabricación y producto acabado. Se realizan las siguientes actividades: investigación, desarrollo y asesoramiento tecnológico, transferencia de tecnología, formación y servicios tecnológicos.

2.9) EXPECTATIVAS DE LA INDUSTRIA DE LA BALDOSA .

Las perspectivas del sector para el próximo año no son optimistas a corto plazo y medio plazo (seis meses). A partir de finales de año y a largo plazo (mayor de un año), se esperan unas expectativas ligeramente más favorables y una moderada evolución al alza de la cartera de pedidos.

Habrà que destacar con lanzamiento de nuevos productos y de mayor calidad. Las exportaciones lógicamente aumentarán a las zonas con mayor crecimiento económico, ya que aumentarán su demanda de exportaciones españolas. Siempre que se establezca el margen de beneficios y se mantenga la estabilidad de los precios de las exportaciones.

Las zonas de mejores previsiones para exportar será la nueva UE (con los nuevos países miembros), Asia y Japón.

Comparativamente, las exportaciones españolas tanto de productos cerámicos (como de otros bienes de consumo) crecerán a una tasa superior a la de nuestros principales socios comunitarios.

De igual forma, se espera un aumento de las importaciones españolas superior a la media de la UE, como consecuencia de una mayor actividad y crecimiento económico.

2.10) DIFICULTADES A LAS QUE SE ENFRENTA LA INDUSTRIA

CERÁMICA

- Negativa situación económica internacional, y en especial del principal mercado, la UE.
- Creciente competencia de nuevos países productores. China aparece como la principal amenaza, por competir con un producto de muy bajo precio debido a sus reducidos costes, su laxa regulación laboral y medioambiental y las distorsiones de mercado propias de un sistema aún regulado.
 - Coste elevado de los recursos energéticos.
- Fuertes inversiones en materia medioambiental, incluidas las previsibles para hacer frente al protocolo de Kyoto y el comercio de emisiones de CO₂.
 - Infraestructuras de comunicaciones insuficientes y con cierto grado de ineficiencia.
 - Incremento de las barreras comerciales por parte de países importadores de cerámica.
 - Desaceleración de la construcción de viviendas en España.

BIBLIOGRAFÍA:

-Departamento de Aduanas e Impuestos Especiales (Mº de Economía y Hacienda). Citado por Comex.

-INE (Instituto Nacional de Estadística)- Mº de Economía y Hacienda. Cit. Comex.

-ICEX – Instituto de Comercio Exterior-(Mº de Industria, Turismo y Comercio). Cit. Comex

-Subdirección General de Estudios del Sector Exterior (Mº de Industria, Turismo y Comercio). Cit Comex.

-Banco de España. Cit. Comex.

-ASCER (Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos cerámicos). Cit Comex.

CAPÍTULO 3º. LA METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA EN GENERAL.

Pretendemos escoger determinadas ideas que nos parecen fundamentales para comprender dónde colocar el Análisis del Ciclo de Vida (en adelante ACV) dentro del conjunto de teorías y estrategias que son posibles llevar a cabo, para, como dice Bermejo, afrontar la gran transición hacia la sostenibilidad.

En efecto, Bermejo (2005), desarrolla en la segunda parte de su trabajo una teoría de lo que sería necesario afrontar para que la transición debida al agotamiento de los recursos naturales y energéticos (petróleo, y gas natural, sin olvidar los residuos nucleares) tuviera un éxito, si no asegurado, sí al menos lo menos traumático posible para la sociedad actual, estructurada en dos mundos distintos como son los ricos países del Norte y los menos desarrollados.

Dentro del capítulo de Gestión Sistémica de la Producción, y pasando ya a expresar en nuestro propio lenguaje (aunque muchas veces citemos párrafos literales) la problemática que encierra este término, podemos acercarnos a una definición de lo que se entiende por Metabolismo Industrial.

En biología, se entiende por metabolismo la totalidad de reacciones bioquímicas que se producen en un ser vivo. Sin embargo, la Naturaleza nos muestra multitud de casos (piénsese en un nido de un pájaro, o en la conducta de los simios), en los que el desarrollo de las formas de vida no queda “incrustado” dentro del propio sistema biológico vivo, sino que tiene que relacionarse con su entorno para conseguir materia

no viva, que necesita para mantenerse, crecer y desarrollarse; además de expulsar determinados elementos y materiales, que la Naturaleza aporta a otros seres vivos, que acogen éstos para a su vez, continuar viviendo; cerrando así un ciclo que forma parte de un ecosistema, que aunque suponga redundancia, tenemos que calificar de “sistémico”, por cuanto forma un circuito que constantemente varía con relaciones de retroalimentación, entendida como aprovechamiento de toda la materia. La información biológica se transmite a través de circuitos que consiguen la reproducción de los seres vivos gracias a informaciones bioquímicas que mantienen a las especies vivas sin variaciones en un período corto, sin contar con choques que puedan cambiar las condiciones a corto plazo, y al mismo tiempo, restablecer nuevas armonías naturales, cuando las circunstancias medioambientales son adversas, naciendo entonces seres vivos que ya no son iguales a los que existían. Es el hombre el principal causante de que los sistemas ecológicos se vayan destruyendo, bajo la premisa de que el crecimiento económico ha de solucionar los problemas medioambientales que surgen. Ni que decir tiene el carácter iluso de este planteamiento.

Bermejo (2005:203), así como también Naredo y Valero (Desarrollo económico y deterioro ecológico, 1999) y Carpintero Redondo (El metabolismo de la economía española, recursos naturales y huella ecológica, 1955-2000, (2005)), aporta cifras sobre materiales abióticos que utiliza el hombre, el número de vertidos de sustancias al medio ambiente, número de productos que existen en la actualidad y las miles de toneladas que se remueven para conseguir los materiales con los que continuar la producción desbocada, produciendo increíbles cantidades de residuos, que pasan a formar parte de un sistema productivo que acaba por destrozar los sumideros

naturales, dentro de un sistema de flujos materiales no cerrados que contribuyen al agotamiento de recursos. La lista de productos que son fabricados por la industria química, por ejemplo, se pueden calcular en miles, y en varios grados por encima de órdenes de magnitud sus posibles interacciones que son desconocidas en estos momentos por el hombre.

Así, hay que pasar a una medición del metabolismo industrial, mediante una contabilidad del flujo de materiales que utiliza el sistema productivo mundial. La economía y el sistema productivo han de convertirse en una copia lo más fidedigna posible de un sistema cíclico que cierre los circuitos de materiales. Por lo que la Gestión Sistémica de la Producción ha de utilizar únicamente energías renovables, y que cada salida de un proceso particular de fabricación, sea fuente de riqueza para otro proceso que utilice esa salida de materiales y energía para conseguir otro producto diferente, útil y renovable a su vez; es decir, una cadena de sistemas que se autoalimenta y que no perjudica la sostenibilidad.

Bermejo aporta multitud de datos y experiencias que se están dando ahora mismo por todo el mundo, con grandes éxitos en cuanto a lo dicho anteriormente. No es una ilusión de “ecologistas exaltados” que se pueda acercar la producción económica mundial a esa “maestra” que es la Naturaleza, a la que debemos copiar lo más fidedignamente posible.

Según Bermejo, “Tenemos productores primarios y secundarios: los primarios extraen minerales, combustibles fósiles líquidos y gaseosos, recolectan productos agroforestales y pesca, y los secundarios producen materiales acabados y productos

finales. Tenemos tres tipos de consumidores: los consumidores primarios son las grandes empresas distribuidoras. Los secundarios son los vendedores al por menor y los terciarios están formados por las empresas y los consumidores que dependen del comercio al por menor. Al contrario de lo que ocurre en la Naturaleza, los productores son pocos en comparación con los consumidores y fabrican bienes con materiales no reciclables o reciclables que se suelen degradar en cada ciclo. Las empresas necróforas trabajan con residuos y se diferencian por el tipo de subfunción que realizan: unas recolectan, clasifican, desmantelan y transportan los residuos a las empresas descomponedoras; otras reparan y remanufacturan los productos, por lo que a diferencia de la naturaleza, en donde todo tiene que reducirse a sus componentes elementales, aquí se produce un acortamiento de los ciclos y sus productos vuelven normalmente a los consumidores para que los reutilicen. Las empresas descomponedoras transforman los residuos en materias primas.”

“Por último, existe un amplio consenso sobre la jerarquía (de cara a la sostenibilidad) de los posibles modos de tratamiento de los materiales: prevención, reutilización, reciclado, incineración y deposición. Pero, aunque a primera vista se entiende que tales actuaciones son distintas, no existe consenso sobre el significado de cada una de ellas, ni sobre los términos que se utilizan.” (Bermejo, 2005:207).

Por otro lado, Bermejo asume la postura del principio de inversión de la carga de la prueba a la hora de introducir un elemento químico en la cadena productiva (es decir que el productor tenga que demostrar obligatoriamente que su producto no es nocivo, no al revés: que haya que demostrar la toxicidad para eliminar un producto de la cadena).

Los conceptos sistémicos buscan el cierre del ciclo de materiales. Por ello, y como veremos después, éstos conceptos son mucho más amplios que los de “la cuna a la tumba”, que es la base del ACV. Naturalmente, la solución pasa por cambiar al concepto “de la cuna a la cuna”, como exponen Naredo y Valero (“Desarrollo económico y deterioro ecológico”, 1999).

Mientras el concepto de ecoeficiencia se aplica a escala de cada empresa, el de ecoefectividad lo hace a toda la cadena de producto porque “las compañías individuales no pueden resolver solas los problemas ambientales ya que controlan sólo una parte de los flujos de los materiales”, lo cual obliga a realizar “alianzas estratégicas para la gestión ambientalmente coherente de los flujos de los materiales”. Por tanto, la ecoefectividad es un concepto sistémico, no empresarial de disminución de residuos, sino que sobrepasa éste ámbito, eliminando el propio concepto de residuo, que se convierte en “alimento” de otras industrias o empresas.

“También se argumenta que mientras la simbiosis industrial funciona cuando se crean grandes cantidades de residuos, las políticas dirigidas a las empresas (producción limpia, minimización de residuos, cero residuos, etc.) buscan lo contrario. Esta supuesta contradicción nace del error conceptual de considerar como residuos todos los productos colaterales de un proceso productivo, aunque si estos son reutilizables, no tienen por qué ser considerados como tales. En realidad, no hay tal contradicción, sino políticas complementarias. Parece razonable que las empresas busquen la minimización de residuos, pero no es posible eliminarlos totalmente (no lo hace ningún ser vivo); por ello, la organización ecosistémica tiene

plena vigencia como instrumento imprescindible para la desaparición del concepto de residuo.”(Bermejo, 2005:258).

Asimismo, este autor afirma que “Las actuaciones contempladas deberían comprender: una amplia mejora de la calidad ambiental de los productos no certificados (la calidad ambiental se debería añadir a la normativa comunitaria sobre la calidad y seguridad de productos); un sistema fiable de ecoetiquetado; una adecuada definición de las responsabilidades empresariales; una política de compras públicas ejemplarizante; un impulso fuerte y sostenido de formación y concienciación ciudadana; la creación de un sistema fiscal que apoye tal estrategia (impuestos sobre usos de recursos y sobre emisiones, incentivos a la innovación, etc.); una política tecnológica orientada a una drástica reducción de la huella ecológica del ciclo de vida de los productos; y la aplicación en la industria química del concepto de inversión de la carga de la prueba. El principal elemento adicional que incorpora la Estrategia Integrada de Producto es la implantación generalizada de lo que empieza a conocerse como nuevos conceptos de uso de los productos.” (Bermejo, 2005:270).

Todo esto da lugar a que se actualice la forma de consumo en bienes duraderos, como un alquiler de servicios (los automóviles, por ejemplo), ya que el primer interesado en la duración, reciclaje, reparación, re-producción, reconstrucción, etc., del producto sería la empresa vendedora.

Otro tema que Bermejo aborda con suficiente extensión son los Elementos de una estrategia de Consumo Sostenible. No vamos a extendernos en que fundamentalmente, es la conciencia ecológica del consumidor la que está sumida en

una especie de “letargo”, donde la publicidad acapara la mayor parte de creación de necesidades inexistentes, dando así rienda suelta a las mayores ambiciones de beneficio por parte de las empresas productoras.

Vamos ahora a dedicar una parte de este capítulo al concepto y fases del Ciclo de Vida del Producto (CVP, ó LCA, de Life Cycle Assessment, por sus siglas en inglés). Nos basaremos en las ideas y citas del libro de Fullana y Puig, 1997.

“La primera definición consensuada del ACV y más utilizada hasta el momento se debe a la Sociedad Química y Toxicológica Ambiental SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry), asociación líder en su desarrollo metodológico. Así se considera que “el ACV es un proceso objetivo para evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad, identificando y cuantificando el uso de materia y energía y los vertidos al entorno; para determinar el impacto que ese uso de recursos y esos vertidos producen en el medio ambiente, y para evaluar y llevar a la práctica estrategias de mejora ambiental. El estudio incluye el ciclo completo del producto, proceso o actividad, teniendo en cuenta las etapas de extracción y procesado de materias primas, producción, transporte y distribución; uso, reutilización y mantenimiento, reciclado y disposición del residuo”.

“...la norma ISO, establece una nueva definición: “El ACV es una técnica para determinar los aspectos medioambientales e impactos potenciales asociados con un producto: compilando un inventario de entradas y salidas relevantes del sistema, evaluando los impactos ambientales potenciales asociados a esas entradas y salidas e interpretando los resultados de las fases de inventario e impacto en relación con los objetivos del estudio” (Fullana y Puig, págs. 12-13).

Como podemos observar a primera vista, el ACV es una técnica para evaluar los impactos ambientales de una cadena productiva de un producto o gama de productos similares (construyendo el Inventario del Ciclo de Vida, es decir, las entradas y salidas en cada subproceso). La palabra sistema dentro de este contexto, se refiere a un acotamiento del proceso productivo que consigue llevar al mercado dicho producto, sin tener el carácter que Bermejo atribuye a esta palabra como equivalente al adjetivo “sistémico” (con retroalimentaciones entre empresas que elaboran productos que no tienen porqué parecerse en nada). Por tanto, podemos concluir ya que el ACV es un esquema de trabajo mucho menos ambicioso que el cambio de paradigma que explica Bermejo como necesario para afrontar la crisis ecológica. En realidad, y estando nosotros completamente de acuerdo con Naredo y Valero (Desarrollo Económico y Deterioro Ecológico), autores que dedican al Inventario del Ciclo de Vida un capítulo de su libro, es ésta parte únicamente la que podría ser útil para obtener datos que nos llevasen a calcular el esfuerzo total económico-social de reposición de materiales (es decir “de la cuna a la cuna”, o sea, que existe coincidencia entre Naredo y Valero, y Bermejo; de inmediato aclaramos en que consiste el Inventario, aunque se puede resumir diciendo que es el conjunto de entradas-salidas de materiales y energía en cada subproceso considerado, que permite sacar conclusiones a las demás partes de que consta el ACV).

La primera fase del ACV es la **definición de objetivos**, aunque esto es difícil de explicitar en una primera aproximación, ya que dependiendo de la validez de los datos encontrados, puede variar el alcance de dichos objetivos.

“El **análisis de inventario** (ICV, inventario del ciclo de vida) es la siguiente fase del ACV y corresponde al inventariado de cargas ambientales. De hecho, se trata de resolver “balances” de materia y energía, tras definir correctamente el sistema en estudio y presentarlo mediante un diagrama de flujo donde aparecen todas las etapas del proceso.”(Fullana y Puig,1997:14)

La siguiente fase es la **Evaluación del Impacto** del Ciclo de Vida (EICV), que ayuda a convertir los resultados del ICV, a una lista de unos pocos datos interpretados según su capacidad de afectar al medio ambiente. Y aquí llega el problema principal. El proceso se lleva a cabo mediante varios pasos llamados: **caracterización, normalización y valoración**. Esta fase va reduciendo la multitud de datos provenientes del Inventario para, sucesivamente, ir reduciéndolos en cantidad facilitando su interpretación.

Literalmente: “No obstante, este proceso tiene un precio: frente a la objetividad de los datos de inventario (dentro de los márgenes de error que tengan), cada nuevo elemento incorpora una cierta subjetividad, de modo que al llegar al final del proceso podríamos encontrarnos con un solo número o índice ambiental para describir el sistema (etapa de valoración), sencillo de interpretar, pero muy subjetivo” (Fullana y Puig, 1997:16).

La fase de **Clasificación** dentro de la Evaluación de los datos aportados por el Inventario, es una relación de “categorías de impacto”, que según la SETAC pueden ser relacionadas con las entradas (recursos abióticos, bióticos y suelo), relacionadas con las salidas (calentamiento global, capa de ozono, impactos

toxicológicos humanos, otros impactos ecotoxicológicos, acidificación, eutrofización, olor, ruido, etc.), y “pro memoria”.

La fase de **Caracterización** es aquella en que se “ponderan” las diferentes categorías de impacto, mediante “fórmulas” consensuadas que reducen los datos a “un perfil ambiental”. Es una técnica muy parecida a la que se aplica cuando se dan ponderaciones al metano, los óxidos de nitrógeno y demás elementos que intervienen en el calentamiento global de la Tierra, teniendo cada componente una “capacidad de daño” proporcional a la vida media del compuesto en la atmósfera. Pero en la fase de Caracterización, se obtienen los totales de todos los elementos que “fuerzan” un determinado vector de daño ambiental, es decir, es como si sumásemos el daño del dióxido de carbono, junto al del metano (ponderado por su vida media), junto al NOx (igualmente ponderado), etc.

La **Normalización**, literalmente “Engloba una serie de técnicas para evaluar la significación del perfil ambiental obtenido en la caracterización anterior. Según la SETAC, los datos de la caracterización se normalizan dividiéndolos por la magnitud real o predicha de la categoría de impacto correspondiente para un área geográfica y un momento en el tiempo de referencia.la unidad funcional utilizada es un lote de fabricación, mientras que los factores de normalización son anuales. Para que la normalización sea coherente, los valores que corresponden a un lote de fabricación, deben multiplicarse por el número de lotes que se fabrican anualmente.” (Fullana y Puig,1997:48).

“En la fase de **Valoración**, se evalúa cualitativa o cuantitativamente la importancia relativa de las distintas categorías de impacto. Si la valoración es cuantitativa, supone un proceso similar al de la caracterización. En este caso, los factores de valoración son obtenidos con criterios socioeconómicos y no científicos, y la suma de todos ellos debe ser la unidad. El cálculo lleva a la obtención de un perfil ambiental ponderado que, si se suman todas las categorías, conducirá a un único índice ambiental global para el sistema” (Fullana y Puig, 1997:48).

Hemos realizado este recorrido por la fase de la Evaluación de Impactos, para demostrar que se pretenden simplificaciones a nuestro juicio excesivas, midiendo un índice para todo el daño ambiental, cuando la realidad ecológica nos demuestra las enormes interrelaciones a nivel bioquímico que se producen en la Naturaleza y que muchas veces, por no decir siempre, tienen un final desconocido de daño medioambiental, ya que las combinaciones que se producen en la realidad son enormes, e inconmensurables muchas veces su análisis de potencialidad tóxica y/o peligrosa ante multitud de reacciones químicas. Tenemos además el antecedente del Producto Nacional Bruto que no expresa prácticamente nada de lo que en realidad importa: la distribución de la riqueza monetaria.

Por su parte, la obra ECODISEÑO (Capuz, 2002), es un recorrido por las distintas metodologías aplicables al mejoramiento de las empresas y productos que no llegan ni siquiera a tocar el techo (para nosotros muy bajo, ecológicamente hablando) de la metodología del ACV. El ecodiseño es el resultado aplicado al diseño inicial del producto, una vez conocidas las implicaciones medioambientales que se manifiestan

en el ACV y que facilitan las fases de reciclado, re-construcción, refabricación, u obtención de materiales valiosos para su reintroducción en el sistema productivo.

En este momento, llega la hora de justificar el esquema que hemos seguido en nuestro trabajo sobre la industria cerámica de baldosas de Castellón.

En primer lugar, hemos realizado una aproximación, a nuestro juicio lo más ajustada posible, dados los datos que existen, al Inventario del Ciclo de Vida.

Hemos obviado la fase de definición de objetivos porque es muy difícil saber tanto el destino de la información conseguida (la ciudadanía, el propio sector, los especialistas en el tema, etc.), como realizar un trabajo en el que no creemos. Es decir, es el planteamiento de Bermejo, y de Naredo y Valero el que hacemos nuestro, después de su detallada lectura. No creemos en soluciones parciales que mantienen el “status quo” económico con repercusiones a nivel medioambiental. Creemos, junto con Bermejo, que el agotamiento del sistema actual está cercano. Por ello, y sabiendo que para llegar “de la cuna a la cuna” es necesario un Inventario del Ciclo de Vida, hemos decidido quedarnos en esta etapa del trabajo , parte de lo que podría llegar a ser en principio un Análisis del Ciclo de Vida completo.

Queda justificar porque han quedado fuera del estudio dos ámbitos productivos que son imprescindibles para llevar a término la producción de baldosas, o quizá tres: me refiero a un análisis de la etapa de extracción de arcillas, a la fase de deposición como residuo inerte de las baldosas, y el sistema de distribución del producto (mediante “containers” en barco, o transporte por carretera o ferrocarril). La

etapa de extracción de arcillas pertenece a una investigación sobre las diferentes industrias extractivas diferenciada por materiales. Igualmente ocurre con la deposición de los restos de las baldosas: es la problemática del sector de la construcción el que debe contemplar éste ámbito, pues el peso relativo o volumen relativo de las baldosas es pequeño comparado con el total de un edificio derruido. Por su parte, la distribución tendría que aportar datos sobre el consumo de energía fósil que consume su plasmación. Pero ello nos llevaría a tener que analizar el sector exterior de la exportación de la industria de baldosas con un grado de detalle muy avanzado, dado que se exporta a gran cantidad de países por todo el mundo, y en cada uno de ellos intervienen distintos medios de transporte. Además, hay que citar, que en el fondo bibliográfico del Instituto de Tecnología Cerámica de Castellón no hemos encontrado datos ni sobre el proceso de extracción de arcilla (yacimientos), ni sobre el consumo teórico o aplicado que tienen los diferentes medios de transporte, lo que es un elemento de desánimo a la hora de completar el Análisis del Ciclo de Vida.

BIBLIOGRAFÍA.

BERMEJO, R. (2005). La gran transición hacia la sostenibilidad. Ed. Los libros de la Catarata.

CAPUZ, S.; GÓMEZ, T. (2002). Ecodiseño. Ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles. Publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia.

FULLANA, P.; PUIG, R. (1997). Analisis del ciclo de vida. Ed. Rubes.

NAREDO, J.M. Y VALERO, A. (DIRS.) (1999). Desarrollo económico y deterioro ecológico. Ed. Fundación Argentaria – Visor.

CAPITULO 4º. COMENTARIOS A LA METODOLOGÍA DEL ANALISIS DEL CICLO DE VIDA (ACV) DEL PRODUCTO MEDIANTE PROGRAMAS INFORMÁTICOS.

Naturalmente, la calificación medioambiental de determinadas emisiones es diferente de la cuantificación numérica de la misma. Pero al mismo tiempo que se estudian los trabajos que se citan en la bibliografía, es inevitable, para hacerse una idea de la magnitud de los problemas, prestar atención a las cantidades de los diferentes contaminantes. Además, si se pretende llegar a calificar determinados pigmentos como potencialmente peligrosos (por ejemplo), hemos tenido que ir descubriendo la composición química de cada compuesto. La consecuencia de ello ha sido que, para ordenar ideas, hemos tenido que comenzar incluso antes de un posible análisis cualitativo medioambiental, el análisis cuantitativo del inventario. Y de ello a intentar plasmar los datos para una tonelada de pasta roja para revestimiento sólo hay un paso. Así hemos llegado a lo que creemos una formulación básicamente correcta de lo que podría ser un Inventario del Ciclo de Vida del Producto. En el inventario incluimos el de revestimiento y pavimento de pasta roja, estando también ya calculadas la entrada y salida de materiales para un pivote de una tonelada (910 Kgrs. de producto seco tras su cocción). En este primer inventario, hemos calculado las emisiones que se producen sin aplicar ningún tipo de protección medioambiental; así puede servir como ejemplo para conocer la situación de las empresas que no cumplen debidamente la legislación. También hemos confeccionado tablas corregidas con lo que suponemos forma la estructura de defensa del medio ambiente, donde se asume determinada protección medioambiental para los procesos productivos (el proceso de obtención del atomizado cuenta con ciclones instalados en la

mayor parte de las factorías y otras medidas, que llegan a afectar al 50% de ellas, y se calculan en un 20% la reducción en las fábricas de fritas –de polvo en suspensión-) de forma que mediante una simple multiplicación obtenemos las cantidades totales de contaminantes o productos tóxicos que emite la industria de baldosas en su conjunto para el año 2001 y en determinada superficie geográfica, dada la concentración de empresas en un limitado y relativamente reducido espacio geográfico.

Hay que hacer aquí una mención al Análisis del Ciclo de Vida, concretamente a la valoración de impacto ambiental. La ISO 14040 define esta valoración como un componente esencial del ciclo de vida del producto (aunque la ISO 14042 especifica que en la fase de valoración de impacto ambiental sólo son imprescindibles la clasificación y caracterización del daño, y optativas la normalización, la “priorización” en una lista, la agrupación y la ponderación). Pero nosotros no somos partidarios de las simplificaciones, ni del método para llevar a cabo esa tarea de valoración del impacto ambiental, cuando se aplican todas las fases, incluidas las no obligatorias. La norma ISO (aunque no de forma obligatoria, como decimos), cuando habla de valoración de impacto ambiental, asume que de alguna forma hay que fundir los datos en determinados indicadores característicos que informan de las consecuencias medioambientales del ciclo de vida, en unos pocos números (entre 10 y 20); en el trabajo de Fullana et al, 1997, se utilizan únicamente cuatro categorías de impacto: consumo de agua, calentamiento global, acidificación y consumo de energía. El programa informático Sima-Pro, del que hablamos a continuación, tiene otras posibles clasificaciones y existen varias ponderaciones posibles

dentro del mismo programa. Algunas de ellas parecen bastante consistentes, por ejemplo y como es sabido, dar al metano (CH_4), que provoca calentamiento global, una ponderación que representa el número de años que multiplica la vida media del CO_2 , lo que implica dar la misma ponderación –siendo diferentes químicamente en cuanto a reacciones- a ambos compuestos químicos; pero otras son muy discutibles y no son fáciles de cuantificar. Cada método de valoración de impacto ambiental calcula éste de una forma diferente, para dar en unos pocos números lo que en realidad son procesos muy complejos dentro de los sistemas ecológicos. En el manual del Sima-Pro (programa especializado para la confección del ACV, aunque la obra de ECODISEÑO, de la U,P,V., cita otros muchos programas informáticos para esta finalidad), se citan como posibles aplicaciones y métodos de valoración de impacto ambiental el CML 92, el Eco-Indicator 95, Eco-Indicator 99 y el EPS 2000. Todos ellos son diferentes formas de ponderar un mismo problema y reducirlo a unos pocos números. La crítica que hacemos creemos que es consistente, ya que viene a ser la misma que la que se hace al Producto Nacional Bruto como indicador del bienestar. Por lo tanto, en un análisis del ciclo de vida la valoración de los daños mediante “puntuaciones” es a nuestro juicio, insuficiente.

Debemos ahora hacer referencia a los programas informáticos que “facilitan” la obtención del inventario del ciclo de vida. En el Sima-Pro, 5.1, del cual hemos conseguido una versión de prueba de distribución gratuita, nos ha parecido detectar un problema grave. Por ejemplo, cuando cuantifica las entradas de materiales o energía, pongamos por caso la energía eléctrica, aporta los datos de los diferentes procesos conocidos de obtención de dicha

energía (saltos hidráulicos, plantas de producción con gasóleos o fuelóleos, energía nuclear, energías alternativas, etc.), siguiendo las medias para Europa de cada tramo o quizá del país de donde proceda el estudio realizado previo de caracterización de las fuentes de electricidad. Así, la situación que genera el programa es muy probable que no se parezca en nada a la de la Comunidad Valenciana, donde más del 70% de la energía eléctrica procede de Cofrentes.

Hemos terminado una detenida lectura de un ejemplo práctico que viene especificado para ejecutar a modo de prueba con el programa Sima-Pro, y que trata sobre el análisis del ciclo de vida de la construcción de un cobertizo. El ejemplo es simple, pero la operativa para llevarlo a cabo es algo compleja por no decir confusa (quizá porque estamos mezclando conceptos de la metodología del ACV con el mantenimiento informático del programa Sima-Pro); hemos encontrado como principal defecto el que comentábamos más arriba: que los datos que aporta (en cuanto componentes del producto o emisiones que produce) no se corresponden con las realidades locales; pero también es posible la entrada de datos por parte del interesado que maneja el programa, pudiendo entonces salvar ese defecto del que se habla.

Sin embargo, dentro de la base de datos de uno de los métodos de valoración de impacto ambiental, y que hemos nombrado más arriba, el llamado Eco-Indicator 95, hemos encontrado una tabla con las cantidades o concentraciones mínimas que pueden afectar a la salud de las personas de los diferentes metales pesados y otros elementos orgánicos que aparecen en el proceso de obtención de baldosas cerámicas (con un pequeño listado de las enfermedades que causa cada elemento). De todas formas, antes de realizar

un análisis comparativo de las emisiones para una tonelada de pasta de baldosa de nuestro inventario con las concentraciones dañinas que en ese eco-indicador se vierten, pensamos que es mejor conseguir datos de la Organización Mundial de la Salud y que esa parte del estudio sea formalizada por un especialista cualificado. De cualquier forma ahí quedan referenciados, por si fuera necesario acudir a ellos.

Hemos finalizado también la lectura del "User Manual", y que parece una aportación inicial interesante como introducción a la aplicación informática de la teoría del ACV. A medida que vamos leyendo nos vamos dando cuenta de la necesidad de abordar el estudio de la teoría del ACV (Normas ISO 14040 y siguientes y bibliografía sobre el tema, y también con la metodología de la SETAC, que tiene gran renombre y experiencia), de forma previa al estudio del manejo del programa informático, ya que nada tiene que ver dicha metodología del ciclo de vida con su informatización. Las deficiencias comentadas más arriba respecto de las bases de datos del programa informático no se plantean si se realiza la formalización del ciclo de vida de un producto de forma manual, que ha sido nuestro caso, aunque el trabajo a realizar se multiplique o haya que renunciar a determinadas prestaciones o presentaciones de los resultados que se ven enormemente facilitadas cuando se trabaja con un programa informático.

Ante todo es imprescindible comenzar con la metodología del ciclo de vida, hasta donde presente interés para nosotros, que como se dijo se rescinde

al Inventario, y posteriormente pasar a valorar la utilización de un programa informático.

Resulta esclarecedor respecto de lo que aquí hemos señalado que la obra “Ecodiseño. Ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles”, publicado por la UPV de Valencia, de Capuz, Gómez, Vivancos y otros (2002), afirman, en el apartado 8.7 (capítulo 8), entre las limitaciones de los programas informáticos que hay en el mercado que “Los resultados de un ACV orientados a ámbitos globales o regionales pueden no ser apropiados para las aplicaciones locales. Es decir, las condiciones locales pueden no estar adecuadamente representadas por las condiciones globales o regionales recogidas en las bases de datos. La precisión de los ACV puede estar limitada, además por las siguientes condiciones variables: accesibilidad o disponibilidad de datos importantes, la calidad de los mismos, uso excesivo de datos subjetivos, sistema de normalización de impactos ambientales, sistema de agregación de impactos ambientales, etc.”

BIBLIOGRAFÍA.

BERMEJO, R. (2005). La gran transición hacia la sostenibilidad. Ed. Los libros de la Catarata.

CAPUZ, S.; GÓMEZ, T. (2002). Ecodiseño. Ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles. Publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia.

FULLANA, P.; PUIG, R. (1997). Analisis del ciclo de vida. Ed. Rubes.

NAREDO, J.M. Y VALERO, A. (DIRS.) (1999). Desarrollo económico y deterioro ecológico. Ed. Fundación Argentaria – Visor.

SIMA-PRO, 5.1. Your life cycle tool by Pré Consultants. Manuales para usuarios. Holanda

CAPÍTULO 5º. EL PROCESO PRODUCTIVO EN TÉRMINOS QUÍMICOS.

Vamos a detenernos ahora en el capítulo que contiene la información más valiosa de este trabajo (junto al siguiente). Mediante su elaboración, hemos conseguido llegar a las tablas de emisiones para el año 2001.

Está dividido en varios apartados, y vamos a hacer un recorrido a lo largo de ellos.

5.a) LA ARCILLA

Si hay alguna cualidad intrínseca que poseen los yacimientos, ésta es la de que la extracción de arcillas es poco conocida por las poblaciones cercanas. Situados fuera de dichas poblaciones, sus problemas medioambientales han pasado desapercibidos durante décadas, hasta que por fin la legislación comenzó a defender su “restauración” como parte de un ecosistema delicado por naturaleza, dada la enorme cantidad de arcilla extraída.

Ya en este momento, a pesar de utilizar constantemente el término “medioambiental”, advertimos al lector de que si bien no somos partidarios de mantener posturas crematísticas respecto del daño que se inflinge a la Naturaleza, no dejamos de pensar en la reparación del mismo como algo positivo.

Los yacimientos más explotados, y utilizados después por las fábricas de atomizado, son los de Villar del Arzobispo, Moró, Mas Vell (Onda), Sitjar (Onda) y Araia (L'Alcora).

Procedemos a caracterizar en el Anexo, las arcillas por los componentes de las mismas. Por ejemplo, explicamos –algo por todos sabido- que el color característico de la pasta roja es debido a la cantidad de hierro que contienen.

Lo que suele utilizarse en la producción de baldosas son mezclas determinadas por expertos, dependiendo de las características finales que se desee obtener en el producto destinado a la venta.

Existen aproximadamente unas 270 empresas de fabricación de baldosas y unas 20 fábricas de fritas (los datos cambian dependiendo de la fuente consultada).

La publicación “2003, Mercado de Trabajo de Castellón” del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, INEM y Fondo Social Europeo, aporta datos sobre el número de empresas y trabajadores de tres industrias que tienen una importancia fundamental en nuestro trabajo (según la clasificación CNAE.-93). Esta subclasificación de trabajadores separada por yacimientos, fábricas de fritas, atomizado y fábrica de baldosas no aparecen en las cifras sectoriales del I.V.E. (Instituto Valenciano de Estadística).

Hay 44 empresas dedicadas a la extracción de arcillas, y las citadas más arriba para la fabricación de baldosas y fritas.

El número de trabajadores dedicados a estos menesteres ronda los 27.000.

La cantidad de arcilla disponible para la industria extraída en los yacimientos tenemos que igualarla a la que entra en las fábricas de atomizado, aunque la mochila ecológica y la remoción de materiales diversos que no se utilizan, pero que son necesarios remover, no la conocemos. Podemos decir que por ejemplo, en el año 2001 fue de **9.114.551.991 Kg.** a la entrada de la fábrica de baldosas (cifra muy similar a la entrada en la de atomizado). Véase un poco más adelante en el anexo a éste capítulo los datos detallados de esta fase.

Es fundamental distinguir que la industria de baldosas de Castellón es un espacio denominado de “concentración de sinergias”, queriendo referirnos con ello a que la concentración geográfica conlleva inevitablemente que cualquier avance tecnológico (como fue la adopción del llamado horno monoestrato de rodillos, que funciona con gas natural) tiene su difusión rápida garantizada. Se forma así un círculo de empresarios que trabajan unidos, defendiendo unos intereses muy determinados con gran coherencia de actuación (sin que entremos a valorarla).

Las externalidades locales que se manifiestan en un determinado lugar (y normalmente concentrado de empresas dedicadas a la misma actividad o a actividades relacionadas en “cadena”) son diversas.

Una de las principales es que se crea una localización geográfica donde la oferta y demanda de empleo se encuentran con facilidad. Los trabajadores se desplazan muchas veces a zonas industrializadas por encontrar empleo fácilmente, y se crea además una “escuela de trabajadores especializada” mediante la reiteración de los oficios con los que dichos trabajadores ganan su sustento.

Por otra parte, las empresas tienden a tener ventajas de tipo económico (subvenciones reintegrables o no, exención de impuestos, etc.) por parte de los municipios para atraer empresas que solucionen problemas de desempleo local (agencias de desarrollo local, por ejemplo).

Respecto del medio ambiente son también importantes las ganancias en eficacia, dado que la recogida de residuos está centralizada en dicha zona, y se pueden crear mecanismos de inertización para dichos residuos a precios convenientes o asequibles, tanto para los ayuntamientos como para las empresas que tengan que pagar cánones por dicha inertización.

Asimismo, el intercambio de experiencias a nivel tecnológico es fundamental. Es difícil mantener un “secreto” de determinadas tecnologías o procedimientos de fabricación, a los que se ha llegado por la experiencia

cotidiana, pasando a formar parte del conocimiento general de la zona en su conjunto.

En el caso de la industria de baldosas, se ha conseguido una importante cooperación entre las empresas, el ITC (Instituto de Tecnología Cerámica) y la Universitat de Jaume I, a la hora de investigar e implementar métodos de producción que sean medioambientalmente menos dañinos que los conocidos tradicionalmente.

5.b) MOLTURACIÓN (MOLIENDA) Y ATOMIZACIÓN.

En este apartado, dedicado a la molturación (molienda) y atomización de las arcillas extraídas, se hace referencia primero a la operación llamada “beneficio”, que consiste en aumentar el grado de pureza de los componentes arcillosos que interesa para que la composición del atomizado sea técnicamente óptimo.

Naturalmente, la molturación o molienda, como su nombre indica, consiste en la trituración de la piedra que viene de los yacimientos. Como principal elemento perturbador del medio ambiente aparece, como es lógico, una cantidad importante de polvo en suspensión que puede traer consecuencias graves para la población y el entorno natural si sobrepasa determinados límites.

Blasco (1992), aporta datos de los cuales nosotros hemos obtenido que por cada tonelada de arcilla procesada, en la molienda en húmedo (uno de los dos sistemas de molienda que existen, y que es mayoritario) se emiten entre 12,5 y 17,5 Kg. de polvo en suspensión al aire en un primer momento, antes de la instalación de ningún sistema de depuración y recuperación de dicho polvo. Es muy probable que estas cantidades que se emiten sean ahora menores debido al cambio de tecnología.

En el proceso de atomizado, se mezclan las arcillas escogidas con agua para conseguir una “pasta”, mitad agua por medida de peso de arcilla (es decir, relación de 1 a 2, en peso), que pasa por una corriente de aire caliente a alta temperatura que seca de forma instantánea esa “pasta”, pero sin que el resultado contenga menos del 5-6% de agua.

El principal problema del atomizado resulta de la emisión, a la salida del aire caliente, de partículas de arcilla totalmente seca. Pero normalmente las fábricas de atomizado recogen tanto este polvo en suspensión, mediante los llamados ciclones, como los restos de agua que utilizan y los reintroducen sin problemas al proceso. Esto es normal, debido a que estamos hablando de mezclas y de secado, no existiendo reacciones químicas que puedan dañar el entorno, salvo como se ha dicho más arriba, una cantidad inadecuada de polvo en suspensión (18.224 gr.) También aparecen cantidades pequeñas de boro (1,19 gr.), cloro (11,87 gr.), plomo (1,15 gr.), óxidos de nitrógeno (NO_x) (42,81 gr.), monóxido de carbono (CO) (39,68 gr.), y dióxido de carbono (CO₂) (98,85 Nm³), además de oxígeno. Todo ello para una tonelada de atomizado. En sí

mismo, este proceso no contiene gases o productos que sean perjudiciales, salvando el NOx (para la emisión del mismo no existen medidas rentables de depuración) y naturalmente el CO₂, y el plomo como producto tóxico y peligroso que es. Véase en el anexo a este capítulo la parte dedicada a este proceso de atomización los pormenores de las cantidades emitidas de cada elemento o compuesto.

Los sistemas de depuración que tienen todas las fábricas de atomizado son los llamados ciclones, para recoger el polvo en suspensión, y se calcula que en el año 2001 aproximadamente un 50% de estas fábricas ya poseían algún otro sistema de control de la contaminación.

En cuanto a los límites de porcentajes de salida de polvo en suspensión reflejados en las leyes europeas, y especialmente en Italia y también recomendadas por la CET (organización empresarial a nivel europeo) son siempre inferiores, en un porcentaje alto (para el año 1996, las partículas en suspensión recomendadas eran de 100 mg/Nm³) cuando la legislación española en 2001 daba como límite para las partículas sólidas 150 mg/Nm³ a los valores máximos permitidos. En la región de Emilia Romagna (Italia), el máximo de partículas permitido está situado en 30 mg/Nm³, aunque es cierto que las industrias de baldosas de Italia están financiadas por subvenciones a la hora de instalar medidas medioambientales. Esto podría interpretarse como un “dumping ecológico”, y que afecta de forma importante a la situación de las empresas del sector.

Los atomizadores, al igual que las fábricas de baldosas, trabajan las 24 horas del día, debido a los altos costes de puesta en funcionamiento de las diversas maquinarias. Igualmente ocurre con las fábricas de fritas.

Según Bussani y Enrique (pág. 31; tablas 1.14 y 1.15) aplicando las tecnologías existentes mucho antes del 2005 (que no se aplicaban en las fábricas de baldosas en 2001), se consiguen grados de depuración altísimos (casi del 95%) de todos los elementos tóxicos y/o peligrosos que aparecen en muchas partes del sistema productivo de las baldosas. Sin embargo, como repetiremos un poco más abajo, no existe en 2001 ningún método de depuración aplicado en las empresas de cocción de baldosas (lo que estamos denominando “fabricas de baldosas”).

Siguiendo el proceso de producción, los componentes llamados óxidos de nitrógeno (NOx) son responsables de varios tipos de contaminación (“smog”, lluvia ácida y calentamiento global por el CO₂); pero que por el alto coste de las instalaciones para su depuración se intentan eliminar únicamente mediante medidas preventivas, es decir, escoger aquél tipo de input que no lo contenga. Algo parecido ocurre con los compuestos de azufre (SOx). Respecto de las sustancias orgánicas que se aplican para que la capa de esmalte realice técnicamente un buen papel (a nivel comercial), las noticias que tenemos son que se convierten en CO₂ al ser horneadas. Se hablará de estas sustancias orgánicas más adelante.

Pasamos de inmediato a calcular –en el anexo-, a partir de los datos de Mallo et al (2001), multiplicándolos por los Nm³ (que son metros cúbicos a una atmósfera de presión y cero grados de temperatura) que precisa expulsar cada etapa de producción, las emisiones que se producen para 1 tonelada de “pasta fresca”, que se convertirán en 910 Kg. de producto acabado por el proceso que sufre la arcilla al perder peso debido a la “calcinación”.

Calculamos también el agua necesaria para el proceso de obtención del atomizado (que es aproximadamente la mitad de peso, de la arcilla procesada en peso) y la cantidad de gas natural en m³ (casi 38 m³ de gas natural) necesaria para conseguir esos 910 Kg. de baldosa seca terminada (que tiene una tonelada de atomizado a la entrada). Remitimos al lector al anexo de este capítulo para observar más detalladamente los datos y procesos que aquí resumimos de forma tan escueta.

Ofrecemos, por fin, la primera tabla de materiales que intervienen en el proceso de fabricación del atomizado (1 tonelada al 5% de agua), tanto de entrada como de salida.

5.c) LAS FRITAS.

Pasamos de inmediato, a describir el proceso y las características de un subproceso de fabricación de baldosas: las fábricas de fritas.

Tenemos que advertir que existen dos modos de fabricar las fritas: el continuo y el que no lo es. El primero es la base del sector de baldosas, tanto por su expansión real en el sistema productivo, como porque el discontinuo sólo se utiliza para producir fritas con características especiales dedicadas a “pedidos” de determinados clientes, y de poca entidad.

Inicialmente se obtienen las materias primas en forma de minerales que aportarán los elementos o compuestos de interés y se adicionan aquellos óxidos y componentes que no procedan directamente de la Naturaleza, sino que previamente hayan sido procesados. Así ocurre con el óxido de titanio, cuyo porcentaje dentro de la frita es muy elevado, y el óxido de cinc, por poner dos ejemplos.

Aportamos una tabla de Escribano et al. (2001) con una composición bastante general de las fritas y añadimos los datos de Bou et al (2000), que cita otros elementos que no figuran en la de Escribano.

Así, se procede a una molturación en húmedo de los materiales anteriormente relacionados en la fábrica de fritas, hasta conseguir el grado de molienda adecuado. Conseguido el producto de la molienda, pasa al horno de fritado, donde a temperaturas que rondan los 1.500° C se funde, cayendo después por una cortina de agua fría que hace que cristalice la frita en pequeñas escamas (o en pequeñas bolitas, depende de la tecnología utilizada), que forman ya el producto que se servirá a las fábricas de baldosas.

Del proceso de fabricación de fritas encontramos polvo en suspensión con la misma composición de las fritas, que si se recoge mediante aspiradores de algún tipo vuelve a reintroducirse y formar parte de la misma, sobre todo si son cantidades pequeñas que no varían los resultados técnicos. Las pérdidas en la manipulación de las fritas son mínimas debido a los llamados sistemas de "aspiración neumática".

Actualmente en España, ya en algunos hornos de fritado (alrededor del 15%) se han instalado sistemas de reducción de la concentración de partículas en suspensión. Escribano repite esta afirmación pero elevando los hornos de fritado con sistemas de reducción al 25%. Según Eliseo Monfort (ITC), estos datos están desfasados, y actualmente existe un grado de depuración del 90% (2005).

Comentamos a continuación algunas características de los métodos de depuración existentes, sobre los que hay referencias abundantes en el anexo a este capítulo. También aportamos datos sobre el precio de la maquinaria de depuración (datos de 2000), añadiendo un 50% de gastos suplementarios de instalación, respecto de las mejores tecnologías disponibles (éste último punto se utiliza en un capítulo posterior dedicado a ello).

Hay que destacar, que los componentes de la frita son de una toxicidad muy elevada, tanto para el medio ambiente como para los trabajadores.

Transcribimos en el anexo unos párrafos donde se expone el grado citado de toxicidad, datos de la obra de Escribano, sin ninguna rectificación por nuestra parte, por el simple hecho de respetar la opinión de la autora, al mismo tiempo que lo hacemos de forma íntegra por si algún lector desea contrastar la información, y que sea especialista en el tema. Aparecen estos datos en el anexo 4.c).

Posteriormente, calculamos la cantidad de metros cúbicos de gas natural para la obtención de 100 Kg. de productos para el frito (casi 54 m³) que quedan en 90 Kg. al perder parte de su peso en la calcinación en los hornos, que alcanzan temperaturas de 1.500 C° o más.

Nos introducimos después en la cuantificación de los gases expulsados en el proceso de fabricación de fritas, a través de los datos aportados por Mallol et al (2001). A este respecto tenemos que hacer notar las discrepancias con otros datos (que también figuran en el Anexo a este capítulo) tomados de Escribano.

Dado que estamos haciendo un recorrido por el proceso productivo y casi todos los datos de gases expulsados proceden de la obra de Mallol et al, escogemos los suyos para confeccionar nuestras tablas de fritas, por una cuestión de “respeto metodológico”, es decir, sin cambiar criterios de cálculo y exposición, y no así los de Escribano.

Poco después, aparece la tabla de entradas-salidas en el anexo de este capítulo, 4.c), para el proceso de las fábricas de fritas, realizando la misma tarea que hemos descrito para el cálculo de entradas-salidas de atomizado y que se repetirá en el proceso de cocción de baldosas, es decir, calcular un pivote (de entradas-salidas) para casi 32 Kg. y trabajar sobre esta base. Concretamente, en el caso de las fritas, se calcula para 90 Kg. a la salida, porque apenas entran poco más de 32 Kg. de frita en el proceso subsiguiente de esmaltado y cocción de baldosa (naturalmente trabajamos con la entrada de 32 Kg. por ser la cantidad necesaria para esmaltar 910 Kg. de baldosa).

Las emisiones que se producen en el proceso de las fritas para 90 Kg. de la misma a la salida del proceso destacan partículas en suspensión, PS (1.679 gr.), flúor, F (5,37 gr.), cloro, Cl (27,5 gr.), NOx (óxidos de nitrógeno) (797gr.), CO (274 gr.) y CO₂ (59 Nm³).

5.d) LOS ESMALTES.

Hay que hacer notar, primeramente, que las fábricas de fritas se dedican a ello: también producen esmaltes, aunque creemos que normalmente la molturación con agua para conseguir el esmalte (a partir de la frita) y su deposición sobre las baldosas, se realiza en las fábricas de cocción de baldosas.

Por ello, el peligro mayor que puede encontrarse en una fábrica de cocción de baldosas está en la indebida recogida de las aguas residuales. Según la información que existe sobre este tema, al parecer el problema de dichas aguas ya está solucionado, porque cuando una fábrica contrata la obtención de atomizado, se estipula que será ésta última la encargada de inertizar dichas aguas tóxicas reintroduciéndolas en el agua que se mezcla con las arcillas en el proceso de atomizado. Los pigmentos también son elaborados muchas veces por las fábricas de fritas u otras instalaciones dedicadas especialmente a ello.

Mallol et al, (2001), nos recuerda que en dicho año no existen hornos de fusión de fritas en nuestro país con medidas correctoras de emisiones gaseosas instaladas (aunque sí para las partículas en suspensión, afirmando Monrós et al (2003), que en dicho año existen sistemas de depuración muy avanzados y generalizados).

Las emisiones gaseosas de los hornos de fusión de fritas están compuestas principalmente por elementos volátiles de granulometría fina de los componentes que en ese momento se están fritando (fundiendo). La peligrosidad de las fritas y pigmentos se da como consecuencia de las operaciones de lavado de las zonas de esmaltado y decoración de las baldosas que se realiza antes del proceso de cocción, al cambiar el tipo de esmalte aplicado, en las fábricas de baldosas. En el caso de la obtención de la frita también son peligrosas las salidas de agua de enfriamiento de la frita (que se puede calcular en un litro por Kg. de frita), aunque este agua se reutiliza

hasta alcanzar niveles de saturación que impliquen su renovación, repleta de muchos compuestos tóxicos, y en el caso del obligatorio –técnicamente- lavado de los pigmentos al finalizar su preparación. Profesores de la Universitat Jaume I de Castellón afirman que no se sabe que está ocurriendo con el agua de lavado de los pigmentos, de peligrosidad extrema. E incluso que todavía se utiliza el sulfoseleniuro de cadmio (un tipo de pigmento), que es elemento peligrosísimo, y que se ha estado utilizando durante años, pues es un producto cancerígeno probado en seres humanos, aunque desde hace no mucho tiempo dicha peligrosidad ha disminuido porque ha podido ser “encapsulado” de forma que sólo es tóxico cuando se trabaja con los precursores de dicho compuesto (es decir, cuando se preparan los compuestos para su obtención).

También se utilizan determinados elementos y compuestos orgánicos (como decíamos más arriba) para aumentar las cualidades físico-químicas y conseguir un producto final con las características comerciales adecuadas; sin embargo, nosotros no hemos encontrado datos en la bibliografía que permita determinar la cantidad de dichos elementos y compuestos orgánicos a la entrada del sistema en la fábrica de baldosas. Los elementos que aparecen al ser calcinados estos compuestos orgánicos desaparecen tomando la forma de CO₂.

En cualquier caso, la conclusión es clara: en cuanto a términos medioambientales se refiere, los componentes de la frita y del esmalte son los mismos, y cuando la frita se mezcla con caolín, cinc y otras sustancias que deben aparecer en mayores proporciones en el esmalte que en la frita, no

cambia la peligrosidad de las emisiones gaseosas, líquidas o sólidas, sobre todo cuando las mediciones de las que disponemos son del tipo “final del tubo”, cuando el esmalte ya ha sido aplicado (en las fábricas de baldosas).

Cosa distinta son las emisiones de los procesos de producción de fritas, pero estas emisiones están “separadas” de las anteriores, ya que se fabrican en otras plantas, y la composición aproximada de las fritas que hemos expuesto nos sirve de referencia para la elaboración del inventario del ciclo de vida.

También se utilizan “engobes”, con propiedades similares a los esmaltes, pero con concentraciones menores de fritas, y que se expanden por encima de las baldosas, para que el esmalte quede debidamente “incrustado” en la baldosa que está por cocer.

5.e) PIGMENTOS

El problema principal de los pigmentos no es su cantidad, sino su composición, que junto a la de las fritas es la más contaminante de todo el proceso productivo de las baldosas (sin olvidar las aguas residuales cuando aparecen en las fábricas de cocción de baldosas al proceder al lavado de las instalaciones).

En un esquema como el nuestro, en el que se pretende reflejar la práctica totalidad de un proceso productivo, tenemos que introducir todos los compuestos de los pigmentos y colorantes, pero esto es una tarea incómoda

(por no decir inútil), ya que lo importante no es la consideración cuantitativa de los elementos que forman esos pigmentos (de los cuales hay cerca de 100 quizás) sino la cualitativa, estimando la capacidad de producir daño a las personas o a la Naturaleza. El pigmento utilizado por las fábricas de cocción de baldosas se calcula que es del tres por ciento respecto del peso del esmalte aplicado.

De esta forma, si pretendemos que sólo dicho 3% de media del peso del esmalte contenga aproximadamente 100 componentes de pigmento, obtenemos un peso para cada uno del 0,03%. La bibliografía afirma que hay una masa de arcilla por unidad de producto entre 17 y 22 Kg./m², y una relación de 0,9-1 Kg. de esmalte seco aplicado por metro cuadrado. Lo que da unas medias de 19,5 Kg./m² (peso de la baldosa) y 0,95 Kg.(esmalte seco); es decir, 0,049 Kg.esmalte/Kg. de producto (0,95/19,5), o bien 1,33 Kg. de pigmento por 910 Kg. de producto (0,049*910*0,03=1,33), o cada 46,66 m² de producto, dado que para la fabricación de monoporosa Escribano cita la referencia de un 90% de frita en el esmalte y de 0,9 Kg. de esmalte por m² (0,9*0,9=0,81 Kg. de frita por m²).

Existe una tabla de pigmentos-colores, la DCMA, que procede de EE.UU., donde se recogen los utilizados tradicionalmente y los de hoy día, pero sin incluir la gama de pigmentos que consiguen el rojo. Y aquí está el “campo de batalla” de los investigadores en cerámica, pues es el color más difícil de obtener y el que causa mas problemas medioambientales. El total de pigmentos de DCMA son genéricos, es decir, que no contempla la

“suplantación” de átomos de cualquier pigmento por otros elementos, para obtener mejores calidades (aparentes, guiadas hacia la maximización de ventas). Estos átomos que quedan “encajados” (si se utilizan) en la estructura del pigmento son los llamados “modificadores de red”, entre los que pueden aparecer compuestos clasificados como muy peligrosos y/o tóxicos, que convierten el pigmento original en un producto muy contaminante, aunque el primitivo no lo fuese en primera instancia. La información que tenemos no nos permite calcular el porcentaje de modificadores de red que se utilizan por cada compuesto de pigmento-color de la DCMA.

El Cd^{2+} , el Ni^{2+} y el Co^{2+} , son los iones cromóforos **tóxicos y peligrosos de toda la gama de pigmentos**, aunque hay que añadir que también son peligrosos (pero menos que los anteriores) los iones Fe^{3+} , Cr^{3+} y Mn^{2+} . Está más que documentado el peligro que conlleva la utilización de los tres primeros en la fabricación de pigmentos.

Observando la tabla de la CMA y trabajando únicamente con los tres primeros cationes citados (átomos con carga positiva), aparecen 37 pigmentos con altísima capacidad dañina, de un total de 47 que se exponen en dicha tabla.

Falta añadir una señal optimista respecto de este tema (por las noticias que tenemos, referidas a los pigmentos de coloración roja); es una frase de Escribano que dice: “estos dos últimos, (refiriéndose al azul turquesa de vanadio (código 14-42-2) y al amarillo de preaseodimio (código (14-43-4)),

junto con el rosa o pink-coral de hierro (código 14-44-5), es la familia de colorantes de mayor aplicación cerámica en la actualidad debido a su gran estabilidad así como la posibilidad de mezclarlos entre ellos. (Escribano et al, 2001:220)". Si sólo se utilizaran esas composiciones para el rojo, la situación sería francamente mucho más positiva medioambientalmente.

5.f) LA FÁBRICA DE BALDOSAS.

Las fábricas de baldosas, mediante la cocción con horno monoestrato de rodillos, tuvo su implantación al quedar terminado el ramal de abastecimiento del gas natural como agente del proceso del calentamiento necesario en los hornos de cocción.

En cuanto a las emisiones, prácticamente las sustancias presentes en la chimenea de humos y su concentración son las mismas tanto si se cuecen soportes de pavimento como de revestimiento. Sin embargo, la tabla de elementos y compuestos de esta fase de la producción es muy extensa, y debe el lector acudir al capítulo correspondiente para poder comprobar qué cantidades de emisiones se calculan para el año 2001 y todo el sector (7^o), o al capítulo 6^o ("El agua en el proceso productivo") para un detalle pormenorizado calculado para nuestro pivote de 910 Kg.

España va, legislativamente hablando, por detrás de Italia y las recomendaciones de la CET, (asociación europea de fabricantes de baldosas); es decir, es mucho más permisiva. De esta forma podría discutirse con base el

que la industria de baldosas de Castellón obtenga beneficios de esa menor exigibilidad de topes a las emisiones (“dumping” ecológico).

Se añaden después los caracteres de los métodos de depuración que sería deseable que existiesen instalados. Se analiza el coste de las medidas de depuración que, una vez incorporado el 50% del coste de instalación y puesta en marcha de dichas medidas, nos ayudará a confeccionar un capítulo dedicado a este tema (coste total que sería necesario invertir a nivel sectorial para eliminar los tóxicos en todos los procesos del sistema a precio y tipo de tecnología existente en 2000-2001).

Se realiza el cálculo de la energía, en metros cúbicos de gas (cifrados en 84,5 Nm³), que son necesarios para conseguir 910 Kg. de producto terminado.

Algunos datos sobre la cogeneración de energía en el sector de baldosas indican que fue algunos años excedentaria, que pasaban por tanto a la red del sector eléctrico; pero en el año 2000, a nivel sectorial, no existían excedentes y al parecer hoy día es un proceso de autoalimentación que termina dentro de las propias fábricas. En realidad, aunque el sector en sí es autosuficiente, las diferencias entre distintas plantas puede ser muy altas (algunas con cogeneración instaladas y otras no).

En cuanto a la deposición de materiales en el suelo, la problemática es sencilla, aunque como veremos en su momento, alarmante (por la cantidad de

residuos tóxicos –lodos y fangos- depositados de forma incontrolada en la provincia de Castellón, hasta la década de los noventa). En realidad, al suelo directamente no va ningún material de los procesos de producción de baldosas ni de fritas o pigmentos; lo que cae al mismo son los componentes gaseosos que no se interceptan mediante medidas de depuración las que al cabo del tiempo, si están en fase sólida –o pesan muy poco-, se posan. Así, las aguas de lluvia trasladarán estos posos de materiales a través de la tierra hasta las capas freáticas que tienen su origen en las zonas más altas y al mismo tiempo más húmedas de la provincia de Castellón y que llegan hasta la zona llana del litoral, donde la producción de naranja está completamente extendida. Hasta aquí, la situación quizá no pudiese tacharse de alarmante, salvo que Enrique y Monfort, en su artículo, afirman que en 1995 existían 300.000 toneladas de fangos depositados de manera descontrolada en la provincia de Castellón. La contaminación de los suelos surge así como un problema añadido que prácticamente no debería existir. Estos mismos autores, en la página 21 de su artículo exponen datos sobre niveles de toxicidad para las plantas de la concentración del boro en las aguas de riego y sus consecuencias indeseables. También cabe mencionar que la composición de las fritas y pigmentos cerámicos está sobrecargada de metales pesados, que disueltos o arrastrados por el agua podrían llegar a las cadenas tróficas de los alimentos.

Posteriormente y como ya hemos dicho arriba, debemos exponer el capítulo “El agua en el proceso productivo” (6º) para poder cuantificar las emisiones de aquellos 910 Kg. de producto terminado de los componentes que entran y salen del subproceso de cocción, según los datos de Mallol et al,

y también calculamos el valor necesario en metros cúbicos de gas natural en esta etapa (84,5 Nm³).

Ahora ofrecemos una tabla de cuantificación de la concentración de las sustancias orgánicas en fase gaseosa emitidas.

TABLA 1.11 Cocción. Concentración de sustancias orgánicas en las emisiones gaseosas/910 Kgs.

Tipo	Compuesto	Concentración
Alcoholes	Alcohol alílico	1092 mg/910 Kg.
	2 Butanol	4368 “
	Bunanol	5460 “
Cetonas	Metilvinilcetona	163,8 “
Esteres	Butilformiato	218,4 “
	Etilformiato	1092 “
	Acetato de vinilo	546 “
	Acetato de etilo	81,9
Compuestos sulfurosos	Sulfuro de carbono	109,2
	Tiofeno	1092 mg/910 Kg.

Obsérvese que esta vez la unidad son los **miligramos**. Los datos proceden de Italia **y no son estadísticamente significativos**. Ahora exponemos dos tablas, que resultan de la confección de los anexos (atomizado y fritas para 910 Kg.).

TONELADA	
ATOMIZACIÓN	
ENTRADAS	
AGUA	556,05 LITROS
ARCILLA	1000 KILOGRAMOS
GAS NATURAL	37,57 Nm ³
SALIDAS	
Tm ATOMIZADO	1000 KILOGRAMOS
EMISIONES AL AIRE	
	GRAMOS
PS (1)	18.224,55
BORO B	1,19
CLORO Cl	11,87
PLOMO Pb	1,19
ÓXIDOS NITR. NOx	42,81
MONOX.CARB CO	39,68
DIOXIDO CAR. CO2(2,5%)Nm ³	98,85
(1) Se acumula el procedente de la molienda.	

2001 ENTRADAS FRITAS		
COMPONENTES FRITAS	KGRS.	35,39
AGUA	LITROS	35,39
GAS NATURAL	Nm3	6,60
2001 SALIDAS		
FRITAS	KILOGRAMO	31,85
PS	GRAMOS	594,28
F		1,90
B		4,94
Cl		9,68
NOx		282,09
CO		97,31
CO2 (%) Nm3		20,89
AGUA RESIDUAL		??? (1)
(1) Agua procedente de la purga del sistema de enfriamiento.		

ANEXOS AL CAPÍTULO 5º

a) LOS YACIMIENTOS.

La mayor parte de las arcillas rojas que se utilizan para la fabricación de baldosas en la provincia de Castellón proceden de la zona limítrofe a los centros productores. Así, hay yacimientos de arcilla en Villar del Arzobispo, Moró, Mas Vell (Onda), Sitjar (Onda) y Araia (L´Alcora), además de otras partes de España y Turquía, pero que se utilizan poco.

Si caminamos desde el inicio del proceso productivo, y enfocándolo desde un punto de vista similar al del ciclo de vida, tenemos que afirmar que la extracción de arcillas de los parajes naturales de los que proviene es un verdadero problema. No se entiende así actualmente por la sencilla razón de

que estos parajes naturales están normalmente apartados de las zonas pobladas. Pero se puede afirmar que el daño que provoca la extracción de minerales para arcillas es importante. En los años anteriores a la publicación de leyes medioambientales en nuestro país, antes de su entrada en el Mercado Común, los posibles destrozos causados por estos yacimientos no eran después paliados o solucionados, sino que se dejaban con su aspecto final, sin realizar ningún tipo de intervención, como puede ser el relleno de aquellas partes de los montes horadados por las máquinas, la repoblación forestal de la zona del yacimiento, su transformación en zonas de recreo para los habitantes de la zona, etc.

Es difícil catalogar el daño que se ha producido y que se seguirá produciendo con la extracción de materiales arcillosos, pero el sistema funciona como un mecanismo que va poco a poco agotando los yacimientos, uno tras otro, hasta acabar con las reservas. Estas reservas son muchas, y el agotamiento de los yacimientos puede que no ocurra en muchos años; así nos encontramos nuevamente con un sistema que conlleva explotación de los recursos naturales para “necesidades creadas” de dudosa oportunidad y que no tiene en cuenta la reposición o al menos la paliación del daño que causa esa explotación.

Por otro lado, aunque este trabajo comience con el título de aproximación medioambiental, no por ello vamos a caer en la trampa de utilizar intentos de medición monetaria del daño causado a la Naturaleza que aporta la Economía Medioambiental, porque estamos convencidos de que es un intento

vano y que pretende esconder la dinámica en la cual se insertan la mayor parte de los sistemas productivos actuales: la utilización no controlada de los recursos naturales hasta su desaparición.

Una línea de investigación podría consistir en averiguar cual es la magnitud del movimiento de tierras y número de yacimientos que están en explotación, así como el número y características de los yacimientos abandonados (sin haber llevado a cabo en ellos ningún tipo de acción reparadora), y cual es su estado.

El número de toneladas métricas de arcilla obtenida como entrada del proceso de la fabricación de baldosas para el año 2002 fue de casi 10,5 Millones.

Pero no conocemos lo que es más importante, que es la mochila ecológica que conlleva la extracción de la cifra de arcillas que se ha dado.

En este apartado, el de caracterización de las arcillas que entran como inputs, el más simple de todos por la abundancia de datos y por la mecánica de obtención de las tablas de elaboración propia que figuran después; sólo ha habido que limitarse a realizar una lectura cuidadosa de los datos, sobre los componentes de las distintas composiciones arcillosas y desgrasantes utilizados en cada caso. Por lo demás hay que afirmar que existe una aleatoriedad a la hora de decidir que porcentaje de cada compuesto era el que correspondía aplicar, dado que la bibliografía sólo da valores máximos y mínimos. En una solución de compromiso nos hemos decidido por establecer

valores medios entre dichos límites. En otros casos, la cuestión era más sencilla: para baldosas de revestimiento había que acercarse al valor máximo y en las de pavimento al valor mínimo, o al contrario; naturalmente en estos casos es lo que hemos hecho, aunque hay que afirmar dos cosas: que no se pretende abarcar la mayor parte de la casuística de tipos de pasta cerámica que existen, ni creemos que nuestras tablas sean estadísticamente significativas, porque para ello, deberían estar elaboradas por técnicos cerámicos de reconocida competencia y tomando datos de forma mayoritaria en todo el sector.

Barba, 2002:198, afirma que existe un 65-70% en peso de sólidos a la entrada del proceso de atomización, y Mallol et al, 2001:17, afirma que contiene un 45-55% de agua en peso. Según indica Eliseo Monfort, en realidad, ambas medidas son la misma, sólo que con una ligera variación en la forma de cálculo (véase que ambas suman la unidad). El resultado correcto, según él, es que se debe elegir un m³ de agua por cada dos toneladas de producto sólido. De la bibliografía se desprende, como más adelante se comprobará, que en el proceso de obtención del atomizado se utilizan 533 litros por Tm.

PORCENTAJES DE PRODUCCIÓN:

Gres porcelánico y gres rustico:	5% de la producción de baldosas.
Baldosas pasta blanca:	10% del total de baldosas fabricadas.
Baldosas (ni gres porcelánico ni rustico):	42,5% revestimiento 42,5% pavimento gresificado.

En cuanto a las pérdidas de peso debido a la acción del calor (pérdida por calcinación), las que experimentan las arcillas al ser cocidas son las siguientes: Villar, 7%; Galve, 7%; Moró, 6%; Mas Vell, 14%. Los

desgrasantes apenas pierden peso durante la cocción. (Barba et al, 2002:180).

PASTAS ROJAS

El color característico de la pasta roja se debe a los óxidos de hierro que contienen las arcillas con las que se moldean las bases que formarán la baldosa. En sí, este óxido está presente en la naturaleza en cantidades ingentes como componente de gran cantidad de compuestos y no se puede deducir ninguna reacción medioambientalmente dañina de este óxido. Sin embargo, como veremos más adelante, algunos iones de óxido de hierro sí pueden tener determinado carácter no deseable.

En todas ellas puede encontrarse Fe_2O_3 en una cantidad mayor del 3%. Al mismo tiempo, despreciamos el desfloculante por añadirse en proporción <1,5%; (los desfloculantes son un conjunto de sustancias que hacen que la pasta tenga determinadas características deseables para su cocción, especialmente cuarzo y feldespato, también llamados componentes no plásticos, mientras que los componentes plásticos son la mayoría de componentes de la arcilla).

COMPOSICIÓN DE LAS PASTAS ROJAS.

A continuación presentamos unas formulaciones de pasta roja que recoge Blasco (1992:190).

Pavimento: Procedencia: 33% Moro, 33% Villar Arzobispo, 33% Galve.

Revestimiento: Procedencia: 40% Mas Vell, 35% Galve, 25% Moró.

PASTAS BLANCAS.

En todas ellas se pueden encontrar los siguientes compuestos: (<3% Fe₂O₃), feldespato sódico-potásico (K₂O+Na₂O>7%) y sílice, tanto en revestimiento como en pavimento. Despreciamos el desfloculante por añadirse en proporción <1,5% y el talco por ser de uso no habitual.

PAVIMENTO PASTA BLANCA.

Podemos encontrar aquí arcillas de cocción blanca: ball clay (arcillas rojas refractarias); sin carbonato cálcico.

REVESTIMIENTO PASTA BLANCA.

Contenido de caolín lavado en revestimiento poroso, entre un 5-20%.

Arcillas cocción blanca: ball clay (arcillas rojas refractarias); con<7% carbonato cálcico.

COMPOSICIÓN EN ÓXIDOS DE LAS PASTAS ROJAS.

PASTA ROJA PARA PAVIMENTO (42,5% de la producción de baldosas)

TABLA A PAV.PASTA ROJA

OXIDOS	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P.P.C.	% Total
Moró	20,05	6,39	2,56	0,60	0,28	0,12	1,65	0,28	1,53	33,46
Villar	19,15	7,29	2,55	0,21	0,48	0,15	1,18	0,36	2,10	33,47
Galve	19,78	7,66	1,99	0,41	0,40	0,08	1,14	0,21	1,86	33,53
TOTAL	58,97	21,35	7,10	1,22	1,16	0,34	3,97	0,85	5,49	100,45

Fuente: elaboración propia. Pérdida de peso estimada teórica: 6,66%.

PASTA ROJA PARA REVESTIMIENTO (42,5% de la producción de baldosas)

TABLA B REV.PASTA ROJA

OXIDOS	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P.P.C.	% Total
Mas Vell	17,48	6,00	1,94	5,28	1,00	0,10	1,79	0,22	6,00	39,82
Galve	20,79	8,05	2,09	0,43	0,42	0,08	1,19	0,22	1,96	35,24
Moró	15,05	4,80	1,92	0,45	0,21	0,09	1,24	0,21	1,15	25,12
TOTAL	53,32	18,85	5,95	6,16	1,63	0,28	4,22	0,65	9,11	100,17

Fuente: elaboración propia. Pérdida de peso estimada teórica: 9,55%

Es necesario tener en cuenta que en el proceso de preparación de la pasta, no se producen sustancias que no sean reintroducidas en el proceso. Tanto el polvo en suspensión (arcilla seca expulsada por salidas de gases) como el agua proveniente de la limpieza de las instalaciones son reintroducidos en casi su totalidad sin ningún problema, ya que no se producen reacciones químicas adversas.

Nuestro estudio se centra en la elaboración de baldosas con pasta roja, con lo que abarcaremos el 85% de la producción total.

A continuación exponemos los municipios principales de la provincia de Castellón, donde según la publicación “2003, Mercado de Trabajo de Castellón” del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, conjuntamente con el INEM y el Fondo Social Europeo aporta datos sobre el número de empresas y trabajadores de tres industrias que tienen una importancia fundamental en nuestro trabajo (según la clasificación CNAE.-93):

- a) nº 14: Extracción de minerales no metálicos ni energéticos: piedras, arenas, arcillas....
- b) nº 24: Industria química (donde están encuadradas las fábricas de fritas).

c) nº 26: Fabricación de otros productos minerales no metálicos: vidrio, cerámica, ladrillos, cemento y prefabricados.

En esta publicación y a partir de la página siguiente denomina directamente a este último código “ind. azulejera”.

En dicha página aparece el número de empleados en el régimen general de la Seguridad Social en Castellón para cada uno de los códigos CNAE.-93.

Dedicados a la extracción de arcillas 899.

Dedicados a la Ind. Química 4.285

Ind.azulejera, 26.162

En la página 43, aparece el número de empresas:

Dedicadas a la extracción de arcillas, 44

A la Ind. Química, 149.

A la Ind. Azulejera, 493.

Se ve con claridad que el número de empresas de la Industria Química supera en mucho las 20 empresas que sabemos que existen de fritas, y esmaltes (hay 4 de pigmentos en la provincia de Castellón). Por tanto, el dato de la publicación multiplica por 7 el número de empresas. Nos veremos obligados a hacer un ajuste dentro de la lógica de las sinergias que aparecen cuando existe concentración de empresas y contar sólo las que aparecen en los municipios donde existan empresas dedicadas al azulejo con un tamaño mediano-grande. Podemos así suponer que las industrias químicas que no tienen nada que ver con el azulejo están más alejadas de las dedicadas a la cocción del mismo. Es el único criterio que nos parece consistente para discriminar entre municipios diferentes.

Hay fábricas de fritas, que quedan repartidas entre Alcora, Onda, Vila-Real, Nules y Castellón, confirmando el criterio anterior.

Pasamos ahora a relacionar las empresas de extracción de arcillas, con un número de trabajadores que observamos que puede ser significativo (a mayor nº de trabajadores, mayor producción, aunque deberíamos contar con la tecnología aplicada en las distintas empresas). Por orden alfabético:

Alcora: 6 empresas, 203 trabajadores.

Almenara: 1 empresa, 9 trabajadores.

Altura: 1 empresa, 9 trabajadores.

Artana: 2 empresas, 16 trabajadores.

Benicarló: 1 empresa, 17 trabajadores.

Borriol: 3 empresas, 18 trabajadores.

Cabanes: 1 empresa, 23 trabajadores.

Castellón de la Plana: 6 empresas, 169 trabajadores.

Morella: 1 empresa, 8 trabajadores.

Nules: 2 empresas, 19 trabajadores.

Onda: 6 empresas, 192 trabajadores.

San Joan de Moro: 1 empresa, 31 trabajadores.

Segorbe: 1 empresa, 11 trabajadores.

Serra d'Engarceran: 1 empresa, 18 trabajadores.

Traiguera: 1 empresa, 33 trabajadores.

Vilafamés: 1 empresa, 55 trabajadores.

Vila-Real: 1 empresa, 21 trabajadores.

Vinarós: 1 empresa, 6 trabajadores.

Viver: 1 empresa, 14 trabajadores.

b) PROCESO DE MOLTURACIÓN (MOLIENDA) Y ATOMIZACIÓN.

Una vez se han obtenido los minerales de los que se obtendrá la arcilla en los yacimientos, éstos pasan a la fase de molienda para que obtengan la composición deseada (mediante procedimientos químico-físicos adecuados, y que generalmente se designan con la palabra “beneficio”, que significa ganar en pureza o concentración del mineral que se desea conseguir) y la granulometría deseada. Esta fase de molienda se realiza en las fábricas de atomizado, donde mediante métodos casi siempre físicos (de molturación) se reduce el tamaño del mineral hasta que convenga, para que el proceso de obtención del atomizado sea adecuado. Este proceso de molienda se lleva a cabo mediante “martillos” y otros aparatos similares que trituran o machacan los minerales, que además muchas veces también son “lavados”. Tal como se está describiendo es lógico pensar que la única emisión contaminante del proceso sea el polvo en suspensión, y que tiene una composición idéntica a la de las materias primas empleadas. Sólo apuntar que este polvo, si no es recogido mediante métodos de aspiración, va a parar al aire circundante y lógicamente después al suelo. Pero hay que apuntar que la peligrosidad de este polvo en suspensión es mínima inicialmente, aunque su límite máximo está regulado por la ley, porque cuando su concentración rebasa éste, es perjudicial; Blasco, en 1992, aporta datos de los cuales nosotros hemos obtenido que por cada tonelada de arcilla procesada, en la molienda en húmedo (uno de los dos sistemas de molienda que existen, y que es

mayoritario) se emiten entre 12,5 y 17,5 Kg. de polvo en suspensión al aire en un primer momento.

En el proceso de obtención del atomizado se realiza una adición de los materiales arcillosos que deberán entrar en el atomizador para obtener el mismo. Con esta mezcla ideal para que el proceso productivo (a nivel de calidad de producto) se comporte de forma correcta, la mezcla de materiales arcillosos se mezcla con agua al 50%, hasta formar una suspensión homogénea que pasará al atomizador, donde una corriente de aire caliente seca de forma casi instantánea la suspensión que ha entrado, depositándose la masa arcillosa en gránulos pequeños con una humedad relativa entre el 5-6% en peso de agua. La salida de aire del atomizador tiene una composición que viene definida más abajo y que fundamentalmente están compuestas por diversas proporciones de polvo en suspensión (intervalo de 13.150-25.000 gramos por tonelada), boro, cloro, plomo, óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO), en cantidades muy inferiores, y dióxido de carbono (CO_2) en un volumen de 125 Nm^3 (la "N" delante del m^3 significa que ese volumen está a cero grados centígrados de temperatura y una atmósfera de presión) además de oxígeno. Estos gases y algunos otros son los que van a ir apareciendo en todas las fases de fabricación de baldosas. **Hay que especificar que las cantidades que figuran son aproximaciones de las que se producen en fábricas de atomizado dotadas de ciclones todas ellas, lo que ya implica determinado grado de depuración de las sustancias que se emiten.**

Literalmente afirma Mallol et al, 2001, en su libro que: “Comparando los valores de concentración de las sustancias de la tabla 4.1 (correspondiente a las emisiones gaseosas del proceso de atomización) con los límites de concentración que establece la legislación para dichas sustancias, se observa que la única especie a depurar son las partículas en suspensión. En la actualidad alrededor del **50% de las instalaciones de secado de atomizado ubicadas en España han adoptado algún sistema de depuración además de los ciclones.** Este hecho supone que aproximadamente el 50% de las instalaciones presentan una concentración en polvo en sus emisiones inferior al margen mínimo del intervalo reflejado en la tabla 4.1, es decir, menores a 130 mg/Nm^3 . Si se toman como base las recomendaciones de la CET (European Ceramic Tile Manufacturers’ Federation), el valor de la concentración de partículas a la salida que se ha de tener en cuenta para el diseño de las instalaciones de depuración es de 75 mg/Nm^3 . (Mallol et al, 2001:69-70).” Busani y Enrique (1996:38) afirman en su artículo que los límites de las emisiones de las industrias de baldosas cerámicas y de fritas y esmaltes son 150 mg/Nm^3 de partículas sólidas (atención a este punto porque no habla de polvo en suspensión, sino de algo que parece genéricamente más amplio que puede contener elementos o compuestos diversos), mientras que en Italia en dicho año estaba en 30 mg/Nm^3 . Escribano, en el 2000, ofrece el mismo dato de emisión para España.

La CET es una asociación europea de fabricantes de baldosas y otros productos cerámicos que elaboró en 1999 una serie de emisiones tóxicas

“aceptables” (en muchos casos inferiores a las de las legislaciones medioambientales europeas) y que están recomendadas a sus socios.

Para la realización del cálculo de los costes de las medidas medioambientales, se ha considerado que el atomizador trabaja 300 días al año durante 24 horas al día (7.200 horas/año) (Mallol et al, 2001:94).

Para la depuración de los gases emitidos y especialmente del polvo en suspensión para cumplir con los requerimientos legales, se pueden establecer los llamados sistemas de depuración vía seca (con lo que sería necesario la instalación de ciclones más filtros de mangas si se desea reintroducir al sistema de obtención de atomizado el polvo en suspensión que sale con los gases) o vía húmeda (que deben ser utilizados en combinación con los ciclones siempre) y que pueden ser torres de pulverización o sistemas tipo Venturi (de “alta” o “muy alta” eficiencia). Aplicando estos métodos se consiguen depuraciones desde el 90 al 95% de las emisiones gaseosas en esta parte del proceso. En general, **con todos los sistemas de depuración adecuados se consiguen depuraciones de esta magnitud en muchas partes del proceso de producción de baldosas y fritas (Busani y Enrique, 1996:31).**

En cuanto al coste de estos sistemas de depuración, hablando de una planta de tamaño medio, aunque los datos para los intervalos de tamaños de planta (hasta cinco) vienen especificados en el libro de Mallol et al, 2001, tenemos que los filtros de mangas solos (que impide la reutilización del polvo

en el atomizador, pero que son suficientes para depurar hasta lo legalmente permitido) tienen un coste de inversión de 39,5 millones de las antiguas pesetas y un coste de mantenimiento de 15,5 millones de pesetas al año; los filtros de mangas con ciclones para la misma planta cuestan 44 millones de inversión y 10,5 millones de mantenimiento/año y los equipos Venturi de alta eficacia tienen un coste de 32,5 millones de pesetas y 6,5 millones de mantenimiento/año. Téngase presente la fecha de reedición del libro de Mallol et al (2001), de donde proceden los datos (variaciones de precio), y las mejoras tecnológicas.

En las inversiones que se presentan en las diferentes tablas de este trabajo no se han contemplado las instalaciones auxiliares que son necesarias para el funcionamiento de los sistemas de depuración tales como tuberías, válvulas, plataformas, etc., debido a que son muy particulares de cada instalación. Estos accesorios pueden suponer en algunos casos entre el 35% y el 50% de la inversión final. Por ello en lo que sigue, **incrementaremos en un 50% las cantidades que se necesitan para regularizar las emisiones a un nivel bajo de contaminantes (Mallol et al, 2001:68).**

Respecto de los costes anteriores, concluye Mallol et al. afirmando que: “En la región italiana de Emilia Romagna, donde se concentra la mayor parte de la producción de baldosas cerámicas en Italia y donde la concentración máxima permitida de las partículas a la salida del atomizador es de 30 mg/Nm³, la mayoría de los sistemas de depuración empleados para las emisiones gaseosas de los atomizadores son filtros de mangas”. Un Nm³ es un

metro cúbico de gas a una atmósfera de presión y cero grados centígrados de temperatura.

“Para cumplir con las recomendaciones CET es suficiente el empleo de sistemas de depuración tipo Venturi de alta eficacia con ciclones, siendo la inversión necesaria para los mismos, así como los costes, menores que en el caso de los filtros de mangas. No obstante si en el futuro se evoluciona hacia una legislación más estricta que las recomendaciones CET, puede ser necesario el empleo de sistemas de depuración vía seca utilizando filtros de mangas. (Mallol et al, 2001:97-98).”

Por ello, como ensayo de lo factible económicamente hablando, optaremos por los equipos Venturi de alta eficacia, incrementando su coste de **32,5 millones de pesetas** en un 50%, obteniéndose la cantidad de **48,75 millones de pesetas de inversión inicial.**

Aquí podemos hacer algún comentario para relativizar en la medida de lo posible los datos que se aportan de costes de los equipos y de la problemática que encierra su utilización. Lo que se discute es la conveniencia o no de mantener un sistema de producción en las condiciones actuales (que son las que marca la legislación correspondiente en el mejor de los casos) o por el contrario sobrepasar esos límites, y advertir que la instalación de los diferentes sistemas de depuración es una cuestión puramente contable y de esfuerzo inversor por parte de las empresas. Este esfuerzo inversor es visto como un gasto inútil la mayor parte de las veces por el empresario, dado que

aparentemente no tiene consecuencias en la cifra de ventas, sino un encarecimiento del producto final. Así visto, surge entonces un conflicto entre lo que debe ser el respeto al medio ambiente y el beneficio empresarial. Pero se ha afirmado hasta la saciedad que los sistemas de depuración medioambiental están estrechamente entrelazados con el control de los materiales (cuyas cantidades pueden ser reducidas en el proceso productivo, con el consiguiente ahorro económico) y con el control de calidad que de forma mayoritaria tienen instaladas las fábricas de baldosas, control de calidad que combinado con los sistemas de depuración pueden conseguir importantes reducciones también en el consumo de energía. En cualquier caso, tampoco nos vamos a escudar aquí en la rentabilidad de los sistemas de depuración. Para nosotros simplemente son necesarios para preservar la salud de las personas y de la Naturaleza, y como eso no tiene precio, los sistemas de depuración han de ser implantados aunque ello suponga una desventaja pasajera a la hora de competir en el mercado internacional de baldosas contra Italia y otros países productores. Sería necesario hablar también del papel que está jugando actualmente la legislación medioambiental española, mucho más permisiva que la italiana a la hora de mantener cuotas de mercado debido a los menores costes medioambientales que tiene que repercutir. Aunque pueda resultar paradójica la actual situación de la Unión Europea, que marca unos mínimos, dejando libertad después a los distintos países para aplicar sus propios límites a los contaminantes, hay que tener en cuenta que proviene de dos fuentes: una fáctica, en cuanto a la dinámica propia de construcción del proyecto que representa una Europa Unida, que necesariamente ha de caminar con lentitud, y otra que proviene de la respuesta a la siguiente

pregunta: ¿porqué un país por iniciativa propia no puede disminuir los niveles de emisión para autocomplacerse en tener dentro de sus fronteras un medio ambiente más limpio?.

En cuanto a las necesidades de agua del proceso de fabricación del atomizado, son importantes; dado que como hemos dicho más arriba, a la entrada del atomizador será necesario 1 m³ de agua por dos toneladas de material seco.

En este punto de la exposición en que ya ha aparecido como componente de las emisiones gaseosas los óxidos de nitrógeno (NO_x), conviene explicitar la problemática de este gas, de carácter perjudicial para el medio ambiente (“smog”, lluvia ácida y calentamiento global por el CO₂) cuando se encuentra en concentraciones elevadas; Mallol et al afirma en su libro que: **“Dado lo costos de estos sistemas de reducción de la concentración de NO_x y las concentraciones de esta sustancia en los gases de combustión en la industria cerámica, en los casos en los que sea necesario el control del NO_x, se intentará aplicar únicamente las medidas primarias o preventivas adecuadas.”** En otras palabras, que estas emisiones no tienen actualmente solución técnica económicamente viable para ser controladas, salvo mediante medidas preventivas. Téngase presente esta circunstancia para el resto de subprocesos productivos en los que aparezca este compuesto.

En cuanto a **otros componentes, como el dióxido y trióxido de azufre (SO_x), causante principalmente de la lluvia ácida, Mallol et al afirma que:**”los niveles de emisión de azufre actuales en la industria azulejera en España son muy reducidos, precisamente por la adopción mayoritaria de estas medidas”, refiriéndose a aquellas medidas que consisten en seleccionar las materias primas adecuadas para la cocción de la pasta, ya que como se sabe, la emisión de estos productos también es muy baja en la combustión del gas natural. Si fuese necesario emplear sistemas de depuración adicionales para la eliminación de dichos compuestos, existen las dos vías que siempre se repetirán cuando hablemos de los sistemas de depuración gaseosa: vía seca y vía húmeda. El método tradicionalmente utilizado para la eliminación del SO_x es hacer pasar la corriente de gas por “una disolución acuosa de caliza (carbonato cálcico) o cal, captándose el dióxido de azufre por formación de una sal cálcica (sulfato y sulfito cálcico fundamentalmente). Ha sido uno de los procesos más utilizados por su sencillez y por el uso de reactivos económicos y fácilmente disponibles.” Respecto al resto de procedimientos que lista Mallol et al. de depuración para estos gases vía húmeda, producen determinados compuestos químicos que la mayor parte de las veces pueden ser utilizados en procesos productivos que los utilizan como inputs, desapareciendo de esta forma su peligrosidad.

Hay que añadir que las **sustancias orgánicas** presentes en las materias primas, producen emisiones no deseables cuando se cuece la pieza, y por ello es conveniente un nivel bajo de contenido de las mismas en las materias primas. Manipulando debidamente la composición de las pastas se

consigue disminuir este tipo de emisiones; pero además, los costes de la depuración de estas sustancias es alto y su presencia baja, con lo que en estos momentos **“los sistemas de depuración para estas materias no se encuentran instalados actualmente en ninguna empresa del sector cerámico español” (Mallol et al, 2001).**

La **fase de molienda** (o proceso de molturación) va a ser la primera etapa para hallar una composición de pastas deseada y elegir las materias primas que proceden de las canteras, y que es proceso previo a la preparación de la mezcla de las mismas.

Cuando las fábricas de atomizado trasladan su producto a las fábricas de baldosas, se produce un prensado del mismo para conformar las piezas que será la base de las baldosas. En sí esta operación no tiene ningún tipo de consecuencia. No aparecen ni emisiones gaseosas ni líquidas, aunque respecto de estas últimas hay que hacer mención de que no son nulas, dado que aunque el sistema de prensado recircula la totalidad de agua que necesita para su funcionamiento –operaciones de enfriamiento de la maquinaria-, de vez en cuando es necesaria una “purga” del sistema para su conservación, conteniendo estos restos productos tóxicos, además de aceites industriales necesarios para el buen funcionamiento de la maquinaria.

Posteriormente llega el proceso de secado de la base de las baldosas conformadas ya con la dimensión adecuada para ser aplicada sobre ellas la capa de esmalte (todavía sin aditivo alguno de materiales diferentes a los que

formaron el atomizado en su momento). Los datos de emisiones de esta parte del proceso son fundamentalmente el polvo en suspensión con una media de 59,3 gramos para una tonelada de pasta, aunque esta parte no precisa de ningún tipo de tratamiento corrector, pues no emite sustancias tóxicas o polvo en suspensión de forma importante. Aquí lo que interviene es el calor de la cantidad de gas natural que se quema en los hornos monoestrato de rodillo (y que se aplica a la fase de secado, mediante recirculación); pero la toxicidad de la combustión del gas natural es reducida salvo en cuanto al CO₂ (efecto invernadero).

A continuación se procede a la fase de esmaltado, normalmente mediante una cinta transportadora de las baldosas sobre la que cae una cortina de esmalte, aunque existen varios métodos diferentes para realizar esta tarea. Con posterioridad se procede a imprimir los dibujos o imágenes que, en su caso, lleven las baldosas antes de proceder a su cocción en una primera y única fase. Respecto a los esmaltes hay que separar dos procesos: el de obtención de la frita, del que hablaremos por separado, ya que se obtiene en plantas de fabricación de las mismas, y la preparación del esmalte propiamente dicho, que es la molturación de la frita junto a algunos aditivos de carácter fundamentalmente arcilloso (y algunos óxidos en proporciones importantes, como el de titanio y cinc).

En primer lugar hay que especificar que no es una de las partes que estudie Mallol et al en su libro, y que por tanto, sólo tenemos los datos que aporta Blasco en 1992. La etapa de **molienda** está calculada para “**arcilla procesada**”, por lo que los cálculos se refieren a una Tm. de minerales de

arcilla que son utilizados. Únicamente tenemos datos para el polvo en suspensión, pero aparentemente es suficiente con el mismo en esta parte del proceso productivo, ya que no se produce ninguna reacción química.

Etapa del proceso	Factor de emisión para una Tm.
Molienda en húmedo	6.000 Nm ³ de caudal
Polvo en suspensión	12.500-17.500 gr./Tm.

La tabla anterior de Blasco ya ha sido modificada para que ofrezca los datos por tonelada, como se puede observar. Únicamente tratamos aquí de la molienda en vía húmeda ya que es el procedimiento más extendido en el proceso de atomización en estos momentos. No haremos mención a la molienda vía seca, porque además nos faltarían los porcentajes de uso de cada uno de los métodos para poder llegar a una ponderación razonable.

Proceso de atomización de las materias primas.

Concentración de las sustancias presentes: las sustancias que se han determinado han sido las siguientes: partículas en suspensión (PS), boro (B), cloro (Cl), plomo (Pb) óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) y oxígeno (O₂). **Todos los valores de las concentraciones con los que se ha elaborado esta tabla se han medido en atomizadores equipados con ciclones, realizándose las medidas después de los mismos.**

TABLA 4.1. Concentración de las sustancias.

Especie	Concentración	Especie	Concentración
PS (mg/Nm ³)	130-1500	NO _x (p.p.m)	3-15
B (mg/Nm ³)	<0,3	CO (p.p.m.)	1-15
Cl (mg/Nm ³)	1-5	CO ₂ (%)	1-4
Pb (mg/Nm ³)	<0,3		

(Mallol et al, 2001:69).

Hay que mencionar primeramente que en el anexo del libro de Mallol et al y también en el de Escribano (y en realidad en todos los libros de química), figura una fórmula para convertir los datos de partes por millón (p.p.m.) a mg/Nm³. Utilizando dicha fórmula hemos trasladado los datos anteriores del NO_x (teniendo en cuenta que en este caso se emiten de media un 90% de NO y un 10% de NO₂, pág. 52), CO y SO₂. La fórmula es: C(mg/Nm³)= C(p.p.m). *PM/22,4, siendo PM el peso molecular en gr/mol. Así, el PM del NO_x (con la distribución porcentual aludida) es de 31,7 gr/mol, el del CO es 28,1 y el de SO₂ es de 64,06 gr/mol. Un mol es el número de Avogadro de átomos o moléculas, que tendrán un peso atómico o molecular diferente cada uno.

Como nosotros tenemos que calcular el total de emisiones para una tonelada de materia prima (a la salida del atomizador con un 5,5% de agua en peso del total), tenemos que saber cuantos Nm³ se emiten por Kg. de “arcilla procesada”; acudiendo a la página 70 de la obra de Mallol et al, deducimos una media de 3.956,5 Nm³, lo que aplicado a la tabla anterior da los siguientes datos:

TABLA 4.1.B. Concentración de las sustancias para 1 Tm de pasta.

Especie	Concentración	Especie	Concentración
PS (gr/3956,5 Nm ³)	514-5.935	NO _x (gr/3956,5 Nm ³)	16,7-83,9
B (gr/3956,5 Nm ³)	<1,19	CO (gr/3956,5 Nm ³)	5-74,4
Cl (gr/3956,5 Nm ³)	4-19,8	CO ₂ (%)	1-4
Pb (gr/3956,5 Nm ³)	<1,19		

Téngase presente que en la tabla correspondiente de emisiones acumularemos el polvo en suspensión de esta tabla 4.1.B. junto al procedente de la molienda en húmedo que figura más arriba.

Consumo de agua en la fabricación de 1 Tm. de pasta.

Las necesidades de agua son variables en función de la masa de producto por unidad de superficie (Kg./m^2), contenido en sólidos de la materia atomizada, etc. No obstante pueden estimarse unos valores medios que tomando como base **un metro cuadrado de producto acabado** son:

a) Preparación de pastas:

-Vía seca

0,8-1,5 l/m^2

-Vía húmeda

8-14 l/m^2 (Media = 11 l/m^2).

(Blasco, 1992).

Es muy probable que la cantidad de agua haya podido variar, aunque por su bajo precio se mantengan consumos de la misma parecidos a los indicados según Blasco.

Podemos ya calcular que si un metro cuadrado de baldosa pesa 18 Kg. (una vez cocido) según apunta Mallol et al. despreciando el dato de preparación de pastas vía seca (por ser muy minoritario en la fabricación de baldosas):

A1) Preparación de pastas (vía húmeda):

910 Kg. de pasta cocida son $50,55 \text{ m}^2$ multiplicado por 11 l/m^2 nos da 533,83 litros, aunque como hemos dicho, los litros utilizados sean menores al cambiar la tecnología y los métodos de producción en 2001 respecto de 1992.

El consumo de energía (gas natural).

Aportamos ahora un tabla de consumo de Kcal/Kg (a través de la utilización del gas natural y que nos va a acompañar durante los cálculos de energía térmica que necesitan los diferentes procesos). Presentamos ahora la

etapa de atomización, aunque la tabla incluye además el secado y la cocción, datos éstos que se mostrarán en su apartado correspondiente.

TABLA 1.1. Distribución del consumo de energía térmica en el proceso de producción de baldosas cerámicas.

ETAPA	CONSUMO (Kcal./Kg.)*
Atomización	300-400

*(Los consumos se han calculado considerando el PCI (poder calorífico inferior) del combustible y la **masa de producto seco**).
(Mallol et al, 2001:6).

Siendo el poder calorífico inferior del gas natural de 9.317 Kcal/Kg., para 1000 Kg. de producto seco en la etapa de atomización (que entendemos referido a producto seco a la entrada, antes de añadir el agua) necesitaremos una media de 350 Kcal/Kg., es decir, 350.000 Kcal/Tm. aplicadas sobre producto seco. Esta cantidad, dividida por el poder calorífico inferior que viene medido por **Kcal/Nm³**, nos da como resultado **37,57 Nm³** de gas por tonelada.

Ahora ya podemos aportar la tabla de entradas y salidas del proceso de atomización:

TONELADA		
ATOMIZACIÓN		
ENTRADAS		
AGUA		556,05 LITROS
ARCILLA		1000 KILOGRAMOS
GAS NATURAL		37,57 Nm3
SALIDAS		
Tm ATOMIZADO		1000 KILOGRAMOS
EMISIONES AL AIRE		
		GRAMOS
PS (1)		18.224,55
BORO	B	1,19
COLORO	Cl	11,87
PLOMO	Pb	1,19
ÓXIDOS NITR.	NOx	42,81
MONOX. CARB	CO	39,68
DIÓXIDO CAR.	CO2(2,5%)Nm3	98,85
(1) Se acumula el procedente de la molienda.		

Hemos incluido en las partículas en suspensión las que se emiten en el proceso de molturación.

El boro y el plomo que figuran en la salida están justificados porque el agua utilizada en su preparación proviene fundamentalmente de las recogidas de agua de limpieza de la fase de esmaltación (lodos).

c) LAS FRITAS

En cuanto al proceso de obtención de fritas, citar que el proceso productivo en realidad es bastante simple –nosotros únicamente vamos a hacer referencia al llamado proceso continuo de producción, frente al discontinuo utilizado para producir pequeñas partidas de frita-, aunque no lo sea el control de las reacciones físico-químicas que en su seno se producen. Inicialmente se obtienen las materias primas en forma de minerales que aportarán los elementos o compuestos de interés y se adicionan aquellos óxidos y componentes que no procedan directamente de la Naturaleza, sino que previamente hayan sido procesados. Así creemos que ocurre con el óxido de titanio, cuyo porcentaje dentro de la frita es muy elevado, y el óxido de cinc, que Escribano cita como tal óxido cuando detalla las materias primas que aportan los componentes; lo mismo ocurre con el silicato de circonio. En cualquier caso, para una composición detallada de las fritas, es mejor acudir a la tabla que aportamos, donde se observa una composición porcentual general de la misma (aunque las hay de muchísimos tipos diferentes en cuanto a su composición); en ésta obtenida de Escribano, el 42% es sílice, el 19% compuestos aportadores de óxido de boro (es necesario resaltar la peligrosidad de este compuesto en la agricultura), un 18% es óxido de titanio y

el resto son otros componentes. A la frita también se le aportan en el proceso de fabricación del esmaltado gran cantidad de óxido de cinc y otros metales. Según Bou et al (2000), existen en las fritas y pigmentos materiales en disolución donde aparecen el cadmio, con propiedades cancerígenas probadas, el cobalto, y el níquel, también de probada toxicidad, el plomo, que como bien es sabido es un tóxico venenoso muy fácilmente asimilable por el cuerpo humano, y el nitrato de plomo. No vienen determinados estos últimos componentes en peso por Kg. de frita, pero su presencia, aunque sea en pequeñas cantidades, puede tener efectos acumulativos en determinadas circunstancias, según creemos. Estos metales pesados que hemos citado no aparecen en la composición de las fritas de nuestro inventario del ciclo de vida, ya que no tenemos la cantidad en que están presentes.

Bou et al. (2000) afirma, hablando de los elementos o compuestos en las fritas que:

También existen materiales en disolución : Al, Ba (BaCO_3), Ca (CaCO_3), **Cd, Co, Cr** ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), Cu, Fe, K (KCl), Mn, **Ni, Pb** (óxido de plomo (II) o nitrato de plomo ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$), Mg, Si, V, Zn, Na y Li (Li_2CO_3); pág 200). Fíjese el lector en la presencia de cadmio, cobalto, cromo, níquel y plomo, todos ellos peligrosos.

Así, se procede a una molturación en húmedo de los materiales anteriormente relacionados en la fábrica de fritas, hasta conseguir el grado de molienda adecuado. Conseguido el producto de la molienda, pasa al horno de fritado, donde a temperaturas que rondan los 1.500°C se funde, cayendo después a una balsa de agua fría que hace que cristalice la frita en pequeñas bolitas, que forman ya el producto que se servirá a las fábricas de baldosas (o en pequeñas escamas).

Del proceso de fabricación de fritas encontramos polvo en suspensión con la misma composición de las fritas, que si se recoge mediante aspiradores de algún tipo vuelve a formar parte de la frita. Las pérdidas en la manipulación de las fritas son mínimas debido a los llamados sistemas de aspiración neumática. Por su parte el agua necesaria para obtener una tonelada de frita es de un metro cúbico de media según Escribano (2001) (aunque quizá no esté pensando en “agua limpia”, sino recirculizada; de la lectura de los datos de Blasco (1992) parece deducirse la recirculación total de la misma); Escribano también constata la necesidad de purgas en el sistema dado que el agua se satura de los componentes de la frita que se pueden disolver en ella a medida que entran en contacto en la zona de enfriamiento.

Las discrepancias que existen entre los datos de Escribano y Mallol et al (2001) en las emisiones gaseosas del proceso de fritado, y que también se manifiestan en la pérdida de peso de la frita terminada respecto de la cantidad inicial de compuestos, Escribano mantiene que la misma llega a ser del 25% incluso, cuando Mallol et al. establece ese límite máximo en un 10%. Dada la disparidad de datos, y puesto que estamos refiriendo la totalidad de emisiones gaseosas de todas las partes del proceso productivo a las facilitadas por Mallol et al, seguiremos en la misma línea por un razonable sentido de homogeneidad de los datos, en nuestra opinión, tomándolos todos del mismo autor.

Hemos calculado las cantidades emitidas para 90 Kg. de producto terminado (es decir para 100 Kg. de producto que entra en el horno de fusión de fritas) en hornos sin ningún tipo de sistema de depuración. Afirma Mallol et

al. respecto de los gases de emisión que “Si se comparan los valores de concentración de las sustancias de la tabla 4.36 con la legislación española actualmente vigente, se observa que las sustancias a tratar en esta corriente son prácticamente en todos los casos las partículas en suspensión y sólo en algunos casos, además, los óxidos nitrosos”. **“Actualmente (2000) en España ya en algunos hornos de fritado (alrededor del 15%) se han instalado sistemas de reducción de la concentración de partículas en suspensión.”** Escribano repite esta afirmación pero elevando los hornos de fritado con sistemas de reducción al 25%. Según Eliseo Monfort (ITC), **estos datos están desfasados, y actualmente existe un grado de depuración del 90% (en 2005).**

Continúa afirmando el autor que “La depuración vía húmeda no se utiliza para la depuración de los gases de los hornos de fritado, siendo su empleo reservado para casos muy puntuales y específicos (por ejemplo, cuando existe flúor en los gases). En general, y teniendo en cuenta los comentarios anteriores, para este foco emisor está más extendido el empleo de los sistemas vía seca. (Mallol et al, 2001:144-146).” Los dos sistemas de depuración vía seca que se consideran adecuados para la depuración de los gases procedentes de los hornos de fritado son los precipitadores electrostáticos y los filtros de mangas.

A la hora de cuantificar las inversiones necesarias para este proceso, hay que distinguir si se usa aire u oxígeno como comburente. Para el primer caso, los filtros de mangas cuestan, como inversión inicial, 23 millones de pesetas, siendo la de los precipitadores electrostáticos la misma. Sin embargo,

la cuestión es distinta cuando se utiliza oxígeno, ya que las cantidades entonces son de 8,5 y 18,5 millones respectivamente. En cuanto a los gastos anuales de mantenimiento y amortizaciones del equipo, el filtro de mangas es más caro que el precipitador cuando se usa aire, pero cuestan lo mismo si se utiliza oxígeno. Termina diciendo Mallol et al (2001:177) que “Por lo tanto, en el ejemplo analizado y desde el punto de vista económico, las opciones más rentables resultan ser el empleo de precipitadores electrostáticos si se utiliza aire como comburente y el de filtros de mangas si se emplea oxígeno. Para comparar entre sí ambas opciones, se puede utilizar el criterio del plazo de recuperación. Si se utiliza este criterio resulta que la diferencia de inversión que supone el empleo de precipitadores electrostáticos, es rápidamente compensada (período inferior a un año), por el menor coste que supone utilizar aire como comburente.”

Mallol et al. afirma (2001:176), por consiguiente que es preferible para este ejemplo, los precipitadores electrostáticos, utilizando aire como comburente. Por ello, e incrementando los precios en un 50%, obtenemos una inversión inicial de **34,5 millones de pesetas.**

“En la región italiana de Emilia Romagna, donde se concentra la mayor parte de la producción de baldosas cerámicas en Italia, los sistemas más utilizados para la depuración de las emisiones gaseosas de los hornos de fritas, son filtros de mangas empleando aire como comburente. La mayoría de estas instalaciones fue instalada durante la década de los 80; por lo tanto, aunque es importante utilizar la experiencia acumulada durante estos años en Italia, en este momento deben tenerse en cuenta las distintas alternativas que

han surgido en los últimos años, y adaptarlas a cada caso concreto. (Mallol et al, 2001:174-177).”

Este momento puede ser adecuado para introducirnos en los aspectos medioambientales de la fusión de fritas. Primeramente encontramos la posible toxicidad aguda que pueden causar los componentes de la frita a las personas que entran en contacto con ellas.²³

Para especificar los componentes tan diversos de la composición de las fritas, hemos acudido a los porcentajes que señala Escribano et al. y que figura más abajo. Tenemos noticia de fritas con componentes más variados, pero no

²³Nos basamos para redactar este apartado en Escribano íntegramente, págs.69 y ss. Lo hacemos como nota al pie, dada la dificultad de comprensión que representa para los que no somos técnicos especializados en la materia. Puede resultar interesante su lectura, aunque también puede prescindirse de la misma sin pérdida de continuidad.

“La toxicidad aguda describe todos los efectos tóxicos generales que se producen en hombres y animales a corto plazo, exceptuando los efectos sobre la reproducción, genotóxicos, carcinógenos o locales. Por tanto, la toxicidad general (toxicidad aguda) puede incluir efectos no específicos, como disminuciones del peso corporal, toxicidad específica en determinados órganos, neurotoxicidad e inmunotoxicidad.”

“La medida de toxicidad aguda viene dada por el valor de la DL₅₀. La DL₅₀ es la cantidad de una sustancia (que suele expresarse, en caso de administración oral, en mg. de sustancia por Kg. de peso corporal del animal objeto de ensayo) que provoca, después de una única aplicación (por vía oral o cutánea), la muerte al 50% de los individuos de un grupo de animales sometidos al ensayo (casi siempre ratas).”

“Los estudios realizados demuestran que las fritas suelen presentar niveles bajos de toxicidad aguda. Incluso en fritas con un alto contenido en plomo, cadmio o bario se hallaron valores de DL₅₀ mayores N (dice literalmente mayores en el original) de 2.000 mg/Kg. La toxicidad aguda por inhalación en fritas con alto contenido en plomo también es baja. Los valores típicos de CL₅₀ (en ratas) son mayores de 5 mg/L/4 h. De todas formas, sería necesario profundizar en los estudios para relacionar la solubilidad de las fritas con la toxicidad.”

En cuanto a la toxicidad crónica Escribano se expresa en los siguientes términos:

“Los estudios sobre toxicidad subcrónica implican la administración repetida de la sustancia a ensayar durante un período de 28 días. El período total del estudio subcrónico abarca 90 días.”

“Algunas fritas contienen plomo en forma soluble y biodisponible. El plomo podría acumularse en los organismos por ingestión. Entre las consecuencias derivadas de la ingestión de una gran cantidad de plomo se encuentra la inactivación de los enzimas y disfunciones en la síntesis de hemoglobina.”

“La ingestión prolongada de cadmio soluble puede originar efectos tóxicos crónicos por acumulación, especialmente en los riñones. La ingestión prolongada de antimonio y selenio solubles también origina efectos tóxicos crónicos por acumulación. El antimonio se acumula especialmente en el hígado y el selenio en los riñones. En Alemania se permiten los siguientes niveles de tolerancia biológica (BAT) máximos en el lugar de trabajo: 15 µg Cd/L en la orina y 1,5 µg Cd/100 mL en la sangre. Por su parte, la Directiva UE 605/82/CEE especifica las concentraciones máximas de plomo:

-en el lugar de trabajo: 0,15 mg/m³.

-niveles de plomo en la sangre: 70 µg/10 mL.

-valores de ácido delta-amino-levulínico en la orina: 20 mg/g de creatinina.”

La unidad citada de “µg” representa la millonésima parte del gramo.

tenemos los porcentajes en que entran los mismos; es el caso de Bou et al., donde se especifican los diferentes componentes sin más precisión.

Vamos a ofrecer composición de Escribano et al., pero vamos también a transcribir las composiciones de Bou et al. (2000).

COMPOSICION DE LAS FRITAS

OXIDOS	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	LiO ₂	P.P.C.	% Total
SILICE MEDIA	80,73	5,58	0,06	0,50	0,11	0,18	2,23	0,01		0,89	90,28
FELDESPATO	3,58	0,76	0,01	0,06	0,03	0,30	0,12	0,01	0,02	0,09	4,95
CAOLIN ESMALTE	2,42	1,83	0,04	0,00	0,01	0,01	0,05	0,00		0,61	4,98

SUBTOTAL	36,42	3,43	0,04	0,23	0,07	0,20	1,01	0,01	0,01	0,66	42,09
-----------------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------

Rendimiento de fusión respecto de las materias primas introducidas del 75-80%; dependiendo de cada formulación la mayoría de esta pérdida está constituida por las emisiones de CO₂ durante la fusión.

El consumo de agua estimado es de 0,5-1,5 m³/tonelada de fritas. (Escribano et al:42).

En la tabla anterior, hemos elaborado el 42% en peso de arcillas que entran en la composición de la fritas para que presenten un alto grado de sílice. El resto de elementos y compuestos son los que cita Escribano y que figuran en la siguiente tabla 2.1.

TABLA 2.1. Principales materias primas utilizadas en la producción de fritas.

Tipo de fritas	Materias primas	% Aproximado de carga
Fritas de esmaltes	Bórax	19,1
	Cuarzo	42
	Nitrato de sodio	7,8
	Fluorsilicato de sodio	1,2
	Fluorsilicato de potasio	7,8
	Fosfato de sodio	3,2
	Óxido de titanio	18,9
	TOTAL	100%

Fuente: (Escribano et al, 2001).

La siguiente tabla aporta aquellas materias primas de las cuales se obtienen los elementos o compuestos químicos que se introducen en el horno de fusión de fritas.

TABLA 3.1. Componentes de las FRITAS que aportan las materias primas.

<u>Componentes de las fritas</u>	<u>Materias Primas</u>
Sílice SiO ₂	Arena de Sílice; Cuarzo; Feldespatos; Caolín; Silicatos
Alúmina Al ₂ O ₃	Feldespatos; Caolín
Boro B ₂ O ₃	Boratos (sódicos, cálcicos); Ácido Bórico
Plomo	Minio (Pb ₃ O ₄)
Alcalinos (Li, Na, K)	Carbonatos alcalinos; Nitratos alcalinos; Feldespatos.
Opacificante	Silicato de Circonio (ZrSiO ₄ conocido como Circón)
Aporte de cinc	Óxido de Cinc (ZnO)
Otros	Flúor; Fósforo; Colorantes.

Fuente: (Escribano et al, 2001:111).

Aportamos ahora los datos de Bou et al. (2000) para aquellos que deseen observar componentes de la frita que no figuran en los datos de Escribano.

Materias primas más habituales en la fabricación de fritas.

- Ácido Bórico
- Bórax
- Hidroboracita
- Colemanita (es un borato natural)
- Ulexita (es un borato natural)
- Alúmina (Al₂O₃)
- Caolín
- Cuarzo(SiO₂)
- Feldespato potásico
- Feldespato sódico
- Carbonato de litio (Li₂CO₃) (feldespato de salamanca)
- Carbonato de potasio (feldespato de salamanca)
- Carbonato de sodio (feldespato de salamanca)
- Carbonato de calcio (CaCO₃) (carbonato para baldosas)
- Dolomita (MgCa(CO₃)₂) (tipo de carbonato en las arcillas)
- Wollastonita (CaSiO₃)
- Carbonato de bario ((BaCO₃) (comercial)
- Litargirio (óxido de Pb, comercial, rojo)

Nitrato de potasio
 Nitrato de sodio
 Minio (Pb3O4)
 Óxido de cinc (ZnO) (Bou et al, 2000:65).
 Oxido de titanio (TiO2)
 Silicato de circonio (ZrSiO4).

La tabla que ofrecemos ahora es indicativa del consumo de energía térmica en **la etapa de fusión de fritas.**

TABLA 1.2. Consumo de energía térmica en la etapa de fusión de fritas.

TIPO DE COMBURENTE	CONSUMO (Kcal./Kg.)*
Aire	2000-2500 (Media = 2.250)
Oxígeno	1300-1800 (Media = 1.550)

*(Los consumos se han calculado considerando el PCI del combustible y la masa de producto seco). (Mallol et al, 2001:8).

Aquí tenemos que ponderar para asumir que se trabaja normalmente con un 15% de oxígeno como comburente ($2250 \cdot 0,85 + 1550 \cdot 0,15$). Obtenemos entonces que son necesarias 2.145 Kcal/Kg. de producto seco; para obtener 90 Kg. de producto a la salida (que eran 100 a la entrada) hará falta 193.050 Kcal/90 Kg., es decir, **20,72 Nm³** de gas (teniendo en cuenta el dato de Mallol et al de que la fusión tiene una pérdida del 10%, siendo ésta de CO₂ y el poder calorífico inferior del gas natural de 9.317 Kcal/Kg.). En realidad, Mallol et. al afirma que se suele trabajar en las fábricas de fritas con algo menos del 9% de oxígeno mezclado con aire como comburente, pero esto altera la cifra de consumo de Nm³, en sólo un 2%. Continuaremos con la cifra de 20,72 Nm³.

Emisiones gaseosas del proceso de fusión de fritas.

Comenta Blasco (1992) los siguientes extremos de carácter técnico:

“En este foco emisor, en donde el caudal de los gases puede variar mucho de unos hornos a otros en función del comburente empleado, los

valores de concentración de las sustancias no son suficientes para caracterizar la emisión. En estos casos es necesario expresarla como:

Factor de emisión (mg de sustancia contaminante/h).

Emisión específica (mg de sustancia contaminante/Kg. de frita producida).

Concentración referida a un volumen de gases en unas condiciones dadas. Usualmente estas condiciones son las de gases secos, condiciones normales de presión y temperatura (1 atm. y 0° C), y un porcentaje en oxígeno dado, que permite comparar los valores de la concentración independientemente del grado de dilución utilizado en cada instalación.

Esta última forma de expresar la concentración es la que se emplea en este apartado, utilizándose un porcentaje de oxígeno de referencia del 15%. Se ha elegido este porcentaje de oxígeno porque, aunque la legislación española no establece un valor, la mayor parte de las instalaciones presenta valores entorno a esta cifra.”

“Los valores reflejados en la tabla se han medido en HORNOS QUE NO DISPONEN DE SISTEMAS DE DEPURACIÓN. En los hornos en los que se han obtenido estos valores el comburente empleado era aire o aire enriquecido con oxígeno.”

Debe tenerse en cuenta que las salidas de gases que se muestran a continuación no son las procedentes de los datos de Escribano, sino las que aporta Mallol et al.

TABLA 4.36. Concentración de las especies medidas (15% de oxígeno en humos).

<u>Especie</u>	<u>Intervalo de variación</u>	<u>Especie</u>	<u>Int.Variac</u>
PS (mg/Nm ³)	130-3000	CO ₂ (%)	1-10
F (mg/Nm ³)	<5	CO (p.p.m.)	10-400
B (mg/Nm ³)	1-25		
Cl (mg/Nm ³)	1-50		
NO _x (p.p.m)	50-1000.		

(Mallol et al,2001:138).

Si nos atenemos a lo dicho por Mallol et al. que especifica que la mayor parte de los hornos de fusión de fritas operan con un 15% de oxígeno, dando ponderaciones a los caudales, tenemos $(6000 \cdot 0,85 + 1750 \cdot 0,15) / 5 = 1.073 \text{ Nm}^3$ cada 100 Kg. de frita (Mallol et al, 2001:144). Utilizando este caudal que está referido a producto terminado, obtenemos los datos para **90 Kg. (teniendo una pérdida del 10% por calcinación):**

TABLA 4.36.B. Concentración de las especies medidas (15% de oxígeno en humos). Especie

	<u>Intervalo de variación</u>
PS (g/1073 Nm ³)	139,5-3219
F (g/1073 Nm ³)	<5,37
B (g/1073 Nm ³)	1,08-26,9
Cl (g/1073 Nm ³)	1,08-53,6
NO _x (g/1073 Nm ³)	76-1518,5
CO ₂ (%)	1-10
CO (g/1073 Nm ³)	13,5-538,4

También tenemos los datos aportados para esta fase por Escribano, que da los siguientes valores:

TABLA 2.3. Niveles de emisión de hornos de fusión.

<u>SUSTANCIA</u>	<u>CONCENTRACIÓN</u> (mg/Nm ³)	<u>EMISIÓN DE MASA</u> (Kg./Tm fundida)
Partículas	5-850	0,1-9,0
Óxidos de nitrógeno (como NO ₂)	290-2.000	0,4-16
Óxidos de azufre (como SO ₂)	<50-4.000	0,4-32
Cloro (HCl)	0,1-20	<0,01-0,16
B	1,25	<0,01-0,18
Flúor	0,1-100	<0,01-0,8
Metales	<1-25	<0,01-0,2.

Nota: **Datos considerando un caudal de 5.000 Nm³/h y una producción de 15 Tm/día.** Los valores reflejados en la tabla son de hornos que no disponen de sistemas de depuración y empleando como comburente aire o aire enriquecido con oxígeno.

Como podemos observar, la discordancia de resultados es notoria entre los calculados por nosotros a partir de Mallol et al y los que ofrece Escribano, pero los datos que aporta cada autor en las mismas unidades de

medida (mg/Nm³) también lo son. Por tanto no ha de extrañarnos que el resultado de emisiones por Tm de frita fundida también sea diferente. En la tabla 2.3 de Escribano aparece el óxido de azufre porque se supone que los hornos de fritas utilizan fuel-oil como combustible.

Aportamos ahora la tabla que recoge los datos que se han ido indicando (para una tonelada de atomizado listo para su monococción):

2001 ENTRADAS FRITAS		
COMPONENTES FRITAS	KGRS.	100
AGUA	LITROS	100
GAS NATURAL	Nm3	20,72
2001 SALIDAS		
FRITAS	KGRS.	90
PS	GRAMOS	1.679,25
F		5,37
B		13,95
Cl		27,36
NOx		797,08
CO		274,96
CO2 (%)		59,02
AGUA RESIDUAL		??? (1)
(1) Agua procedente de la purga del sistema de enfriamiento.		

2001 ENTRADAS FRITAS		
COMPONENTES FRITAS	KGRS.	35,39
AGUA	LITROS	35,39
GAS NATURAL	Nm3	6,60
2001 SALIDAS		
FRITAS	KILOGRAMO	31,85
PS	GRAMOS	594,28
F		1,90
B		4,94
Cl		9,68
NOx		282,09
CO		97,31
CO2 (%) Nm3		20,89
AGUA RESIDUAL		??? (1)
(1) Agua procedente de la purga del sistema de enfriamiento.		

EN EL AÑO 2001 NO EXISTIAN HORNOS DE FUSIÓN DE FRITAS EN NUESTRO PAÍS CON MEDIDAS CORRECTORAS DE EMISIONES GASEOSAS INSTALADAS, TAL COMO AFIRMA MALLOL ET AL, 2001. La primera tabla es la que corresponde a 100 Kg. y la segunda para la cantidad que ha de utilizarse para la producción de 910 Kg. de baldosa terminada, es decir, una tonelada de atomizado a la entrada de la fábrica de baldosas.

(Esta afirmación respecto de 2001 fue negada por E. Monfort en la lectura de la tesis)

d) LOS ESMALTES.

El proceso a llevar a cabo para la obtención del esmalte es el molturar en húmedo la frita que se ha adquirido de las fábricas especializadas en su obtención, junto a una mezcla de arcillas, que no difieren en su composición de otras utilizadas habitualmente en la producción de artículos de cerámica, pero en unas proporciones adecuadas para que el proceso finalice con éxito, comercialmente hablando; se añade para la obtención de frita caolín lavado, cuarzo (que se presenta en forma de arcillas con altos contenidos en sílice), y determinados carbonatos que pueden aportar arcillas feldespáticas (que por otra parte, también forman parte de la arcilla que forma la pasta roja de la base de la baldosa, tal como se detalla en la composición de las pastas rojas que hemos confeccionado), además de otros productos como óxido de titanio, óxido de cinc y silicato de circonio, entre otros. Los esmaltes sin embargo tienen como base óxidos de silicio y de boro principalmente, lo que es una fuente de contaminación de las aguas del lavado del proceso de esmaltado, dada la alta solubilidad que presenta el boro, debiendo advertir de su peligrosidad. Pero las principales fuentes de productos dañinos para la salud

del hombre o la Naturaleza, aparte del boro, son los componentes de la frita y de los pigmentos (colores) y su forma de obtención.

En referencia al proceso de obtención de fritas y al de pigmentos, ambos, como ya hemos advertido son los verdaderamente conflictivos en la industria de baldosas cerámicas. Y en realidad, su peligrosidad y toxicidad no aparece en el momento de su fabricación, ya que se realiza de forma tal que las pérdidas del sistema (salidas al medio ambiente) son muy escasas en el caso de los restos sólidos, o controlables mediante los sistemas de depuración de los que hablaremos (**AUNQUE EN ESTE MOMENTO NO EXISTAN HORNOS DE FUSIÓN DE FRITAS EN NUESTRO PAÍS CON MEDIDAS CORRECTORAS DE EMISIONES GASEOSAS INSTALADAS, TAL COMO AFIRMA MALLOL ET AL, 2001**), cuya instalación, naturalmente, es posible, además de muy deseable, porque las emisiones gaseosas de los hornos de fusión de fritas están compuestas principalmente por elementos volátiles de granulometría fina de los componentes que en ese momento se están fritando (fundiendo). La peligrosidad de las fritas y pigmentos viene como consecuencia de las operaciones de lavado de las zonas de esmaltado y decoración de las baldosas que se realiza antes del proceso de cocción en las fábricas de baldosas. En el caso de la obtención de la frita también son peligrosas las salidas de agua de enfriamiento de la frita, saturada por muchos compuestos tóxicos, y en el caso del obligatorio lavado de los pigmentos al finalizar su preparación. Esto es así, porque con el agua del lavado se arrastran y se diluyen en ella todos los componentes de la frita y los pigmentos que se han utilizado para esmaltar y decorar una determinada partida de baldosas. Cada

vez que se cambia (en la fábrica de baldosas) los colores aplicados, o lo exige el proceso, es necesario realizar una limpieza de las instalaciones. Este agua normalmente pasa a una fase de sedimentación física y homogeneización, y también y con posterioridad, a otra fase de condensación-solidificación de fangos que contienen las aguas residuales, de naturaleza química ésta última. Por ello, además de estudiar los procesos de obtención de fritas y de pigmentos y sus componentes, hablaremos con detalle de los balances hídricos de las empresas de baldosas, porque de ellos depende que el proceso en su conjunto (obtención de fritas y pigmentos+ fabricación de baldosas) sea respetuoso con el medio ambiente.

Además de las sustancias ya nombradas en cuanto a la constitución de los esmaltes, es necesario añadir que se utilizan para la deposición del esmalte sobre la pieza determinados productos químicos industriales de naturaleza orgánica, cuya denominación queda reflejada en estos apuntes, así como la cantidad de miligramos emitidos por tonelada de pasta, y que varía entre los 1092 de tiofeno (un compuesto sulfuroso) hasta los 82 miligramos de acetato de etilo, aunque las emisiones de estos productos sean en su mayor parte CO₂.

Asimismo, para una tonelada de pasta, se emiten en esta parte del proceso de fabricación (proceso de esmaltado en la fábrica de baldosas) entre 2,25-3,5 Kg. de polvo en suspensión. En cuanto al consumo de agua, hemos calculado, a partir de los datos de Blasco, una cantidad de 26,71 litros/900 Kg.,

aunque estas cantidades de agua es posible que no haya variado mucho debido al escaso precio del agua.²⁴

Tenemos que añadir que también Escribano afirma que en las composiciones para monoporosa, la parte fritada llega a un 90% (pero para el pavimento y revestimiento resulta $90\%+50\% = 70\%$ de parte fritada como media) y se utilizan temperaturas entre los 1.080°C y los 1.120°C ., con lo que resultaría que prácticamente todo el esmalte tiene por definición una composición casi idéntica a la frita que se aplica en el proceso (recordemos que “monoporosa” es un término para aludir al proceso de fabricación de baldosas para revestimiento mediante monococción, lo que implicaría que nos estamos refiriendo al 42,5% de la producción de baldosas de la industria cerámica de Castellón).

Por su parte, Bou et al (2000), aporta una tabla de componentes de los esmaltes, cuyos ingredientes se hallan todos ya en la frita previamente elaborada, lo que quiere decir (tanto en este caso como en el de los datos de Escribano), que son añadidos ahora a la frita (como es el caso de la adición de caolín de forma específica para llegar a las proporciones adecuadas); pero no cambia en sí la composición del esmalte respecto de la frita previa cualitativamente (aunque sí cuantitativamente).²⁵

²⁴ Escribano resalta que los esmaltes son vidriados que están constituidos por una estructura vítrea, elementos modificadores de la red del vidrio, y elementos estabilizadores de la red. Entre los primeros se constata la existencia de vidrios de SiO_2 , B_2O_3 ó P_2O_5 . Salvo éste último óxido, los demás ya forman parte de la frita en proporciones muy elevadas. Además, el óxido de silicio lo aportará además el caolín, que como hemos visto forma el compuesto añadido a la frita de carácter mayoritario para formar el esmalte o engobe, siendo éste último un esmalte con proporciones de frita menores, pero con la misma composición cualitativa.

En cuanto a los modificadores de red (Li, Na, K, Ca, Ba, Mg, Pb, Sr o Zn), se hallan también tanto en la frita como en la composición del caolín. Asimismo, el principal estabilizador de red es Al_2O_3 , también presente en el caolín y en los feldspatos de las fritas.

²⁵ Dice textualmente el propio Bou: “Para la producción de baldosas para revestimiento, el esmalte está compuesto por una o varias fritas cerámicas (materia prima mayoritaria), caolín y una serie de aditivos de naturaleza orgánica o inorgánica que se emplean como ligantes (habitualmente carboximetilcelulosas sódicas, MCM, con impurezas de cloruro sódico) y como desfloculantes (normalmente fosfatos sódicos, como el tripolifosfato sódico)”.

En cualquier caso, la conclusión es clara: en cuanto a términos medioambientales se refiere, los componentes de la frita y del esmalte son los mismos, sólo que cuando la frita se mezcla con caolín, el cinc y otras sustancias que deben aparecer en mayores proporciones en el esmalte que en la frita, no cambia la peligrosidad de las emisiones gaseosas, líquidas o sólidas, sobre todo cuando las mediciones de las que disponemos son del tipo “final del tubo”, cuando el esmalte ya ha sido aplicado y cocido (en las fábricas de baldosas). Cosa distinta son las emisiones de los procesos de producción de fritas, pero estas emisiones están “separadas” de las anteriores, ya que se fabrican en otras plantas, y la composición aproximada de las fritas que hemos calculado nos puede servir de referencia para la elaboración del inventario del ciclo de vida.

A continuación reproducimos aquí una tabla representativa de la relación “parte fritada-temperatura de cocción”.

<u>TABLA 1.1. Relación entre la parte fritada de un esmalte y la temperatura de cocción.</u>	
Temperatura (° C)	Parte Fritada (%)
900	50-90
1050	40-60
1120	20-40
1200	0-30 (Escribano, 2001:30). ²⁶

²⁶ Constitución de los esmaltes. (Escribano et al, 2001:111).

Los esmaltes, por su naturaleza, están formados por las siguientes partes: una estructura vítrea, elementos modificadores de la red del vidrio y elementos estabilizadores de la red.

La estructura vítrea está formada por unidades estructurales que no se repiten a distancias regulares (óxidos de la forma RO₂, RO₃, R₂O₅, confirmándose la existencia de vidrios de SiO₂, B₂O₃ o P₂O₅).

A los elementos modificadores se les llama también fundentes y los más frecuentes son el Li, Na, K, Ca, Ba, Mg, Pb, Sr o Zn.

Los elementos estabilizadores de red forman parte de ésta por sustitución y la estabilizan evitando su desvitrificación, ya que el vidrio tiene una estructura amorfa, es decir, una estructura con ordenación al azar de retículos cristalinos primarios, o celdas unidad. Esta estructura corresponde a un estado energético superior al de la estructura cristalina siendo, por lo tanto, inestable y presentando una tendencia natural a desvitrificar (pasar de una estructura amorfa a una cristalina). El principal estabilizador de la red vítrea es el Al₂O₃.

La composición de los esmaltes que se aplican sobre las baldosas cerámicas, y que dan lugar tras la cocción a los denominados vidriados cerámicos, depende del tipo de producto que se desea obtener.

Para la producción de baldosas de pavimento, el esmalte está compuesto por una o varias fritas cerámicas y diferentes materias primas de naturaleza cristalina (cuarzo, nefelina, alúmina, carbonato cálcico, óxido de cinc, silicato de circonio, caolín, etc.) y, al igual que en la producción de piezas de revestimiento, diferentes aditivos (llamados ligantes y desfloculantes).

En ambos productos, previamente al esmaltado se realiza la aplicación del engobe, el cual posee unas características intermedias entre las correspondientes al soporte cerámico y el esmalte. Dicho engobe suele considerarse como un tipo particular de esmalte, ya que contiene prácticamente las mismas materias primas que los esmaltes empleados en la fabricación de pavimento (frita, cuarzo, nefelina, silicato de circonio, materiales arcillosos, etc.) y se preparan y aplican también de la misma forma.

Materias primas cristalinas habituales en la fabricación de engobes y esmaltes.

Alúmina	Feldespato sódico
Arcillosas/Caolín	Nefelina
Carbonato de Bario	Óxido de cinc
Carbonato de Calcio	Óxido de titanio
Cuarzo	Silicato de circonio
Dolomita	Wollastonita
Feldespato potásico	

(Bou et al, 2000:76).

(En opinión de Escribano, faltan los pigmentos en esta lista).

e) LOS PIGMENTOS

Puede darse que una fábrica de fritas produzca a su vez los pigmentos, ya que puede que tengan que colorear los esmaltes simultáneamente en ocasiones. Sin embargo, vamos a tratar los pigmentos como un apartado separado de la fabricación de fritas, ya que su importancia radica en el grado de toxicidad que se puede observar en ellos, siendo al mismo tiempo pequeña la cantidad (en peso) que representa como componente del esmalte. También hay que señalar que no aparecen como una entrada del proceso separada de las demás (atomización, fritas y fábrica de baldosas).

Comienza diciendo Monrós que un pigmento cerámico es una sustancia inorgánica que, mezclada en proporciones entre el 1-5% en peso con matrices vítreas o de pasta porcelánica, genera la coloración uniforme de las mismas. Por tanto, ya tenemos una primera aproximación cuantitativa del peso que respecto de los esmaltes tienen los pigmentos.

Pero el problema principal de los pigmentos no es su cantidad, sino su composición, que junto a la de las fritas es la más contaminante de todo el proceso productivo de las baldosas.

En un esquema como el nuestro, en el que se pretende reflejar la práctica totalidad de un proceso productivo, tenemos que introducir todos los compuestos de los pigmentos y colorantes, pero esto es una tarea incómoda (por no decir inútil), ya que lo importante no es la consideración cuantitativa de los elementos que forman esos pigmentos (de los cuales hay cerca de 100 quizás) sino la cualitativa, estimando la capacidad de producir daño a las personas o a la Naturaleza (es decir, hay pigmentos dañinos y otros que no lo son).

De esta forma, si pretendemos que sólo un 3% de media del peso del esmalte contenga aproximadamente 100 componentes, obtenemos un peso para cada uno del 0,03% del esmalte aplicado. Podemos decir que la bibliografía afirma que hay una masa por unidad de producto entre 17 y 22 Kg./m², y una relación de 0,9-1 Kg. de esmalte seco aplicado por metro cuadrado. Lo que da una media de 19,5 Kg./m² y 0,95 Kg./m² de esmalte, es decir, 0,049 Kg. esmalte/Kg. de producto (0,95/19,5), o bien 1,33 Kg. de pigmento por 910 Kg. de producto o cada 46,66 m² de producto (0,049*910*0,03=1,33). Es decir, que el azulejo necesario para cubrir una pared de 2,5 metros de alta por 18,6 metros a la redonda necesita de media 1,33 Kg. de pigmentos.

Citando directamente a Monrós et al. (2003:146):

“Una clasificación muy útil para las sustancias químicas utilizadas como pigmentos cerámicos fue la desarrollada a requerimiento de la ley americana Toxic Substances Act 94-469 propuesta por Estados Unidos en

1977, y que incluye todas las sustancias químicas que se emplean en el país, sean o no tóxicas. (Monrós et al, 2003:20 y 146).”

“Como resultado del estudio aparecen catorce familias estructurales: I. Baddeleyita (1 pigmento cerámico), II. Borato (1), III. Corindón-Hematita (4), IV. Granate (1), V. Olivino (2), VI. Periclasa (1). VII Tenacita-Willemita (1), VIII. Fosfato (2), IX. Priderita (1), X. Pirocloro (1), XI. Rutilo-Casiterita (11), XII. Esfena (1), XIII. Espinela (19), y XIV. Circón (3).”

“Un total de 47 sustancias químicas fueron listadas en la clasificación realizada por la DCMA, en la cual no aparecen los pigmentos rojos más importantes: el inestable púrpura de Cassius, descubierto por Johan Rudolph Glauber en 1659, y el sulfoseleniuro de cadmio fechado en 1909 y clasificado como sustancia peligrosa por la presencia de cadmio en su composición.”

“La coloración roja en los pigmentos cerámicos ha sido durante muchos siglos el hilo conductor en la investigación de los pigmentos cerámicos. La investigación de nuevas estructuras huésped como pigmentantes también ha recibido especial atención, pero normalmente, buscando tonalidades rojas.” (Monrós et al, 2003:146).

Una vez transcrito lo anterior, tenemos que plantear el siguiente esquema de trabajo: primero vamos a transcribir un párrafo largo de Monrós en nota al pie, para desde la opinión autorizada de los propios técnicos cerámicos, conocer aquellos componentes de reconocida peligrosidad. Después pasaremos a detectar en el listado de las 47 sustancias químicas de la DCMA (que figura completo tanto en la obra de Monrós como en la de Escribano), aquellos compuestos que contengan los elementos peligrosos.

Hay que añadir que en realidad estas 47 sustancias se multiplican con los llamados “modificadores de red” que son algo así como sustituciones dentro del retículo del pigmento de determinados elementos químicos por otros distintos de los originales, para conseguir cambios (de coloración o de comportamiento ante las variaciones de calor que sufren los materiales en los hornos). De esta forma, un compuesto de los 47 iniciales que lista la DCMA que no tiene ningún elemento peligroso, si puede llegar a serlo si se agregan determinados modificadores de red catalogados como tales. También disponemos del listado completo de modificadores de red gracias a la obra de Escribano.

Además de todo esto, tener muy en cuenta que dentro de los 47 compuestos de DCMA no se contempla el color rojo, que como ya hemos podido leer en Monrós líneas arriba, se presenta como el caballo de batalla dentro de la historia de obtención de pigmentos (de los cuales sólo aparece uno nuevo cada 20 años, más o menos) dada la dificultad de su obtención y la toxicidad de sus componentes²⁷.

²⁷ Estos párrafos que siguen, tienen un nivel técnico muy elevado. Por ello hemos decidido expresarlo en forma de nota, por si el lector no especializado, desea pasar por alto estos comentarios de Monrós, continuando la lectura, sin pérdida de continuidad, un poco más adelante. Hemos decidido transcribirlos, dado que tienen un valor importante por sí mismos, o por si el lector desea ahondar en sus razonamientos.

“Adaptación de los pigmentos clásicos cerámicos a los nuevos vidriados o matrices de porcelánico y que cumplan las regulaciones medioambientales y laborales.” (Monrós: 165 y ss.).

“Como ya se ha indicado reiteradamente, el color rojo en cerámica es el más insatisfactorio de cuantos podamos considerar no sólo por razones de síntesis sino también por razones de toxicidad. Para ciertas aplicaciones puede ser utilizado el sulfoseleniuro de cadmio, que produce coloraciones naranjas y rojas muy puras. El pigmento de sulfoseleniuro de cadmio data de 1909 y se considera una sustancia peligrosa debido a la presencia de cadmio, a pesar de demostrarse la no biodisponibilidad del Cd^{2+} en las disoluciones sólidas $Cd(S_xSe_{1-x})$, y a pesar de encapsular dicha disolución sólida en cristales de circón, que ejercen un efecto protector sobre el ataque del vidriado. En 1992, el ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienist), limitó la presencia en atmósferas de trabajo del Cd^{2+} integrado en algunas partículas sólidas, a 10 mg/Nm^3 en el caso de las partículas con un tamaño inferior a $100 \mu\text{m}$, y a sólo 2 mg/Nm^3 para las partículas cuyo tamaño se encontrase en el intervalo respiratorio (inferiores a $10 \mu\text{m}$). El cadmio es una sustancia reconocida como carcinogénica probado en animales y posiblemente en humanos (nivel A2 según la clasificación de sustancias carcinogénicas según la ACGIH). Un problema adicional de este tipo de pigmentos es la necesidad de diseñar un vidriado especialmente para él: un vidrio borosilicato con baja adición de alcalinos y conteniendo un cierto porcentaje no muy alto de óxido de cadmio que retarde el ataque del vidriado sobre el pigmento.”

Existen tres principales elementos tóxicos y/o peligrosos para la salud de hombres y animales: los iones de cadmio, níquel y cobalto. También cita el autor los iones de hierro, cromo y manganeso, pero con un nivel de peligrosidad mucho menor. También puede observarse en el texto transcrito (en la nota), que los intentos por reducir estos iones peligrosos son de éxito bastante limitado y parcial. Nosotros en el recuento que realizamos a

“El mejor sustituto del sulfoseleniuro de cadmio como pigmento cerámico es el rosa coral (pink coral), del cual pueden mejorarse sus propiedades pigmentantes mediante el empleo de los sistemas mineralizadores adecuados y el empleo de nuevas rutas de síntesis para mejorar la resistencia a la fractura, claridad y brillo. Bajo estas condiciones, el rosa coral desarrolla buenas coloraciones rojas cuando se esmalta sobre un vidriado de monoporosa al 3% considerándose un buen pigmento comercial.”

“Los pigmentos negros comerciales son fabricados habitualmente con Ni^{2+} (junto con Co^{2+} , Fe^{3+} , Cr^{3+} y Mn^{2+}), y los clásicos colores azules contienen el ión Co^{2+} . El ión Ni^{2+} se encuentra muy limitado en las atmósferas de trabajo por el ACGIH, debido a que está reconocido como un agente químico carcinógeno en humanos (nivel A1) y muestra efectos bioacumulativos (TWA-TLV= 0,2 mg/Nm³ si el tamaño de las partículas se encuentra en el intervalo respirable). El efecto carcinógeno del Co^{2+} se limita a animales, pero no afecta a humanos (nivel A3) no obstante, se considera como una sustancia tóxica (TWA-TLV= 0,02 mg/Nm³) en contenido total en partículas. Los iones Fe^{3+} , Cr^{3+} y Mn^{2+} muestran niveles de peligrosidad inferior ya que no se han detectado efectos carcinógenos y su TWA-TLV es de 1, y sólo para las sales solubles es de 0,5 y 0,2 mg/Nm³ del contenido total de partículas C. Así pues, con el fin de preservar la salud laboral de los operarios como el medioambiente es interesante minimizar el contenido de los iones Ni^{2+} y Co^{2+} en los pigmentos cerámicos.”(Monrós:166).

También afirma el autor que (Monrós: 166):

“En el caso de los pigmentos azul de cobalto, el ión Co^{2+} puede sustituirse por el ión Zn^{2+} cambiando la estructura olivino Co_2SiO_4 por willemita $(Co_xZn_{2-x})SiO_4$; si $x < 0,9$ predomina la estructura willemita; en el intervalo de composiciones $0,9 < x < 0,5$ coexisten las estructuras olivino y willemita y cuando $x > 1,5$ predomina la estructura olivino. La estructura willemita minimiza el contenido del ión Co^{2+} en el pigmento y mejora la tonalidad azul del color.”

Es decir, se puede sustituir cinc por cobalto, hasta alcanzar niveles de cobalto bastante más bajos de lo habitual. Aparentemente es un éxito, pero no anula de la composición el cobalto.

Continúa el autor (página 167):

“De igual modo, para los pigmentos cerámicos negros comerciales, los cuales se basan en espinelas de ferritas $NiFe_2O_4$ y $CoFe_2O_4$ dopadas con los iones cromo y/o manganeso, se pueden sustituir parcialmente los iones Ni^{2+} y Co^{2+} por Mg, y Zn, así como Al por Cr, obteniendo los siguientes resultados:

a) minimización de un 30% en peso de Ni^{2+} en la espinela $Fe(NiFe)O_4$ que ha sido sustituido por Mg o Zn. Sin embargo, es necesario introducir 1 mol de cromo en la composición con el fin de alcanzar colores negros similares a los pigmentos comerciales.

b) es posible también minimizar un 50% en peso del ión Co^{2+} en la estructura $Fe(CoFe)O_4$ sustituyéndolo por Mg, y en este caso la cantidad necesaria del ión Cr^{3+} es sólo de un 0,06 molar para la composición $(Mg_{0,5}Fe_{0,5})(Al_{0,2}Co_{0,5}Fe_{1,24}Cr_{0,06})O_4$ desarrollando una coloración negra muy similar al pigmento negro comercial.

c) mediante el empleo de técnicas sol-gel a partir de alcóxidos $Al(OCH_2CH_3)_3$, $Mg(OCH_2CH_3)_2$ y acetatos de Co^{2+} , Fe^{2+} , y Cr^{3+} a 800° C (para la síntesis cerámica es necesario alcanzar 1.200° C/3 horas) se observa por DRX la fase espinela como fase cristalina única en las composiciones $(Co_{0,5}Mg_{0,5})(Fe_{1,74}Cr_{0,06}Al_{0,2})O_4$ generando un buen color negro sobre un vidriado de monoporosa.”

continuación de los compuestos de la DCMA junto con los modificadores de red de cada uno de ellos no tenemos en cuenta para denominar potencialmente peligroso a un compuesto más que cuando contiene a alguno de los tres siguientes: cadmio, níquel y cobalto (si incluimos los iones de hierro, cromo y manganeso, los compuestos potencialmente peligrosos que contabilizamos a continuación se incrementarían notablemente).

GRUPOS DE LA DCMA	COMPUESTOS <u>POTENCILAMENTE PELIGROSOS</u>
I. BADELEYITA	0
II. BORATO	0
III. CORINDÓN-HEMATITA	1
IV. GRANATE	1
V. OLIVINO	2
VI. PERICLASA	1
VII. FENACITA	1
VIII. FOSFATO	2
IX. PRIDERITA	1
X. PIROCLORO	1
XI. RUTILO-CASITERITA	7
XII. ESFENA	0
XIII. ESPINELA	15
XIV. CIRCÓN	0
Total	32

Como recuento previo hemos encontrado 32 de 47 compuestos con niveles de potencial peligrosidad altos. Para ser correctos habrá que decir que los modificadores de red pueden ser varios (de dos o tres a seis quizá por cada compuesto). Hemos encontrado que 9 compuestos de los 32 críticos lo eran sólo por los agentes modificadores, que sólo los contendrán en algunas ocasiones. Sin embargo, la llamada LISTA NEGRA de compuestos (que forma parte de la legislación), cita literalmente al “cadmio y sus compuestos” como elementos a eliminar de los procesos productivos, denominación ésta que

incluye todas las posibles combinaciones químicas del cadmio, y no sólo su catión **Cd²⁺**.

Téngase presente además que falta por reconocer los compuestos de color rojo, cuya complejidad y grado de toxicidad es muy alto; tal cual ocurre con el sulfoseleniuro de cadmio que apareció en 1911. Fijémonos a este respecto en la afirmación de Monrós, para relacionarla con el **principio de precaución** que rige en todas las actuaciones ecológicas:

“La variedad cromática de la disolución CdS_xSe_{1-x} produjo un auge inusitado en la producción y consumo de este pigmento tanto en el ámbito del papel, granzas coloreadas de polímeros termoplásticos y, en menor medida, en la industria cerámica, con la consiguiente dispersión en el medio ambiente del Cd (II) que es carcinógeno probado en humanos.” (Monrós:147). El Cd(II) es el catión **Cd²⁺** formando parte de un compuesto iónico.

Esa variedad cromática de la que habla no es ni más ni menos que el citado sulfoseleniuro de cadmio, aunque a partir de los años 80 su “encapsulación” ha tenido éxito (en cuanto a su peligrosidad), salvo en la utilización de los precursores.

Algo pueden variar el tono de nuestras palabras la siguiente afirmación de Escribano, porque la familia de colorantes que cita como más habitual no contiene ni puede contener como modificadores de red ninguno de los tres elementos químicos de peligro (ni tampoco los iones de hierro, cromo o manganeso):

“El azul turquesa de vanadio (código 14-42-2) puede tener como cationes modificadores de la red los haluros alcalinos y alcalinotérreos.

El amarillo de preaseodimio (código (14-43-4), el cual también puede incluir en su fórmula los modificadores haluros alcalinos y/o alcalinotérreos.

Estos dos últimos, junto con el rosa o pink-coral de hierro (código 14-44-5), es la familia de colorantes de mayor aplicación cerámica en la actualidad debido a su gran estabilidad así como la posibilidad de mezclarlos entre ellos. (Escribano et al, 2001:220).”

Continuamos nuestra andadura por los pigmentos citando ahora a Escribano, que respecto de las coloraciones rojas dice:

“Se puede afirmar que, excluidos el arsénico, el antimonio, el azufre y los metales pesados debido a su fuerte impacto medioambiental, los centros de color rojo más comunes en la naturaleza, que también pueden ser usados en compuestos sintéticos, son los del cromo(III), seguidos por los del manganeso(II) y el hierro(III). También hay algunos minerales poco comunes, que son coloreados en rojo debido al cerio (IV) que contienen.

En la práctica, la mayor importancia como cromóforo para pigmentos cerámicos de varias tonalidades (la roja entre ellas) tienen el Cr(III).” Pero hemos visto que Monrós calificaba el Cr(III) como peligroso, y ella misma, junto con otros técnicos, han estudiado la forma de disminuir la cantidad de este elemento en los pigmentos. El estudio de Muñoz et al, 2003, afirma que el Cromo (VI) puede llegar a producir cáncer, entre otras enfermedades.

Continúa Escribano después dando otras alternativas para la obtención de colores rojos mediante investigaciones recientes y citando diversas estructuras que pueden convertirse en pigmentos de uso cotidiano y que no contienen los citados elementos peligrosos. Esperamos que su uso generalizado se ponga en práctica lo antes posible.

Asimismo, Monrós cita hasta cinco estructuras que dan el rojo y que también se están desarrollando, aunque creemos que solamente a nivel de laboratorio de momento.

También hay que citar que la decoración de las baldosas mediante operaciones de serigrafía están dejando paso a nuevas técnicas como la llamada decoración Inkjet o el huecograbado, que utiliza métodos muy novedosos que están relacionados con las investigaciones llevadas a cabo por las tecnologías informáticas de impresoras en papel, pero aplicadas sobre las superficies esmaltadas de las baldosas en este caso. En un pequeño listado que aporta Monrós de colores utilizados por esta tecnología, de un total de nueve composiciones de colores, dos de ellas contienen cobalto.

Por otra parte, en cuanto al inventario que estamos intentando confeccionar, lógicamente no vamos a exponer una lista de 100 componentes en el lugar de entradas al proceso de fabricación de baldosas con pesos relativos muy pequeños y desconocidos.

En nuestro inventario colocaremos la palabra PIGMENTO, y el peso total de los mismos que entran en el proceso productivo para 910 Kg. de producto.

La introducción en la tabla del inventario del ciclo de vida de los pigmentos puede realizarse dando una ponderación similar a todos los tipos que se han estado utilizando tradicionalmente en la industria de baldosas cerámicas, ya que a la larga y dado que existen casi 300 UAE local (I.V.E.) en el sector, se utilizarán todos los colores. Pero muy probablemente haya algunos que se utilizan más que otros, aunque la información respecto de cuales son dichos pigmentos no la tenemos.

Hay que añadir que la última fase de la producción de pigmentos consiste en el lavado del producto, con lo que el agua utilizada para ello diluye las sales solubles hasta su eliminación (sales mineralizadoras y fases residuales). Lo que no sabemos es como se recicla este agua.

f) LA FÁBRICA DE BALDOSAS.

En cuanto al horno de cocción de las baldosas esmaltadas hablaremos exclusivamente del proceso de monococción (horno monoestrato de rodillos), dado que desde la aparición del gas natural ha sido el método predominante sin ningún tipo de duda en las fábricas de Castellón, debido a los pocos problemas que presenta el gas natural como combustible y su bajo coste, y a la elevada velocidad de cocción de las piezas crudas que entran en el proceso, que multiplica con mucho los rendimientos de los métodos que se estaban

utilizando anteriormente, como el de bicocción, que consistía en una primera cocción de la base arcillosa que conforma la pieza y luego una segunda con características caloríficas y tiempos distintos para la cocción del esmalte. Este último método todavía se utiliza en determinadas fábricas de cerámica porque sus características así lo aconsejan para determinados productos, pero de muy escasa entidad en cuanto a la cuantía elaborada.

Respecto de las emisiones gaseosas, tenemos que especificar que no son sus cuantías, sino sus características medioambientales lo importante, y hablar de los métodos de depuración posibles y de su coste, tanto económico, como en lo tocante a los residuos tóxicos y/o peligrosos que puedan producir.

En cuanto a dichas emisiones, **prácticamente las sustancias presentes en la chimenea de humos y su concentración son las mismas tanto si se cuecen soportes de pavimento como de revestimiento.** Ya hemos indicado que el nivel de emisiones de los distintos gases viene especificado en el inventario del ciclo de vida, pero respecto de ellos, afirma Mallol et al que: “Comparando los valores de concentración de las sustancias de la tabla 4.22 con los requisitos medioambientales CET, se observa que las sustancias a depurar en esta corriente son el flúor (F, con un intervalo de variación en mg/Nm^3 entre 10 y 50) y las partículas en suspensión (PS mg/Nm^3 entre 5 y 50). **“La concentración de estas sustancias en los focos emisores son las reflejadas en la tabla 4.22 ya que actualmente (2000), no existe en el sector cerámico español ninguna instalación de depuración funcionando de forma continua en los hornos de baldosas.”** La tabla a la

que alude es la que presenta las emisiones para este foco, el horno de cocción, y de la que nosotros hemos partido para realizar los cálculos del inventario.

Aunque no existan en este momento ninguna instalación de depuración funcionando de forma continua en los hornos de baldosas, lo que si se afirma es que tanto las partículas en suspensión como el flúor, según los límites de la CET, son sustancias a eliminar, y por ello sería deseable la existencia de determinados procedimientos de depuración. Los sistemas de depuración de gases siempre se dividen en vía seca y **vía húmeda**. Hablando de los **segundos**, Mallol et al los **descarta como deseables**, ya que los productos que se obtienen de la depuración están catalogados como tóxicos y peligrosos, con el consiguiente coste económico y medioambiental que supone la inertización o deposición en depósito controlado. El autor apunta asimismo a lo deseable que sería que el producto de estas depuraciones pudiera ser reintroducido en el propio proceso productivo, ya que si se realiza en la fase de atomización, al instalarse en la arcilla que luego será cocida, los elementos o compuestos tóxicos serán “encapsulados” –y no se tome el término en su estricto sentido químico-físico-, y retenidos por el sistema arcilloso cocido, quedando de esta forma tan íntimamente ligado con los componentes de la arcilla, que ya no se produce su disolución por ácidos o lixiviación a lo largo del tiempo, por lo que puede entonces catalogarse como residuo inerte a todos los efectos prácticos. Justamente éste es el proceso en el que se basa la reintroducción de aguas residuales y fangos procedentes del lavado de las instalaciones de esmaltado al que luego haremos referencia.

Siguiendo con las emisiones gaseosas tratadas **vía seca**, afirma Mallol et al que “los reactivos habitualmente utilizados para la captación del flúor son el bicarbonato sódico (NaHCO_3) y el hidróxido cálcico (Ca(OH)_2), formándose fluoruros de sodio y calcio respectivamente.” Continúa diciendo Mallol et al que “El límite de emisión de HF en las recomendaciones CET es de 10 mg/Nm^3 ; no obstante éste límite se reduce en las legislaciones de varios países a 5 mg./Nm^3 . Por esta razón el criterio de diseño que se utilizará en este apartado con carácter general es el límite más restrictivo (5 mg/Nm^3).” Esta distinción es importante porque todos los datos que vienen a continuación se refieren a ese límite, deseable de por sí, y afecta además a las cantidades económicas que hay que invertir en los sistemas de depuración para que alcancen a depurar esos grados de emisión. Mallol et al se decide por intervenir en el proceso con bicarbonato sódico, ya que además de existir posibilidad teórica para su reintroducción en el sistema productivo e inertizarlo de esta forma, “para realizar el aprovechamiento energético de los humos depurados procedentes de los hornos hacia el secadero, se deben eliminar los compuestos ácidos presentes en los mismos, lo cual es viable utilizando bicarbonato como reactivo, puesto que los gases tratados con bicarbonato están exentos de flúor, cloro y azufre. En caso contrario, la presencia de estos compuestos en los gases que se introducen en el secadero puede dar lugar a problemas de corrosiones, sales solubles, etc.”

En cuanto a los sistemas de depuración **vía húmeda**, éstos “ponen en contacto la corriente gaseosa de la chimenea de aspiración del horno, cuyos

contaminantes se pretenden depurar, con agua o con una solución acuosa de un reactivo. Con estos sistemas se pretende reducir principalmente la concentración de las partículas en suspensión y de flúor, aunque también se retienen en mayor o menor medida los gases solubles en agua (Cl, SO₂, etc.).” Pero MalloI et al afirma respecto a estos sistemas de depuración vía húmeda que “en la actualidad es poco aconsejable el empleo de la vía húmeda como sistema de depuración para este tipo de emisiones gaseosas. Este hecho se debe a que, para emplear la vía húmeda, es necesario enfriar los gases hasta temperaturas próximas a los 100° C y, en estas condiciones, es muy probable la aparición de condensaciones ácidas que pueden provocar la corrosión de la instalación de depuración.

Además la vía húmeda presenta el inconveniente adicional de generar como producto de la depuración unos lodos cuya gestión es más complicada, en aquellas plantas que no disponen de atomizador, que el material generado por la depuración vía seca.” Por este motivo, el autor descarta esta vía húmeda y sólo aporta datos económicos respecto de la depuración vía seca, que son los que se comentan a continuación.

Esta **depuración vía seca** tiene unos presupuestos técnicos que son los siguientes:

El caudal de gases es de 10.000 Nm³/hora (un horno).

El ritmo de trabajo del horno es de 330 días/año durante 24/h día (7920 h/año).

Todos los gases del horno pueden ser aprovechados en los secaderos.

El ritmo productivo de los secaderos es de 330 días/año durante 16 h/día (5.280 h/año).

Si se utilizan filtros de mangas y se aprovechan los gases en los secaderos, éstos se introducen a los mismos a 160° C. Si se emplean precipitadores electrostáticos a 200° C.

En ambos casos el residuo obtenido de la depuración debe ser tratado.

Es necesario contar con los precios de la energía eléctrica, térmica, reactivo y mangas.

En cuanto a estos sistemas de depuración, como se ve, se presentan dos alternativas: los filtros de mangas y los precipitadores electrostáticos. La inversión necesaria para los filtros de mangas es de **8,5 millones (que incrementado en un 50%, se obtiene 12,75 millones)** de pesetas, frente a 15 para los precipitadores electrostáticos. En este caso los datos no aparecen por tamaño de planta, sino como sistema capaz de depurar un caudal de 10.000 (Nm³ /h), pero esta cantidad es justamente la que expulsa un horno pequeño (de media). En cuanto a los **costes de la operación anualmente** para cada uno de los sistemas citados, y tomando un valor medio de distancia de los hornos de secado, es decir, con aprovechamiento de los gases emitidos por el

horno, las cifras son 1,25 millones para los filtros de mangas y 1,25 también para los precipitadores electrostáticos.

Para terminar este apartado transcribimos algo que nos parece de interés: “En la región italiana de Emilia Romagna, donde se concentra la mayor parte de la producción de baldosas cerámicas de Italia, la mayoría de los sistemas de depuración empleados en la depuración de las emisiones gaseosas de los hornos monoestrato son filtros de mangas y el reactivo empleado es hidróxido cálcico”; es decir, el sistema más barato junto al reactivo más tóxico.

“Para cumplir con las recomendaciones CET los dos sistemas de depuración vía seca son suficientes, siendo la inversión necesaria mayor para el caso del precipitador electrostático. Desde el punto de vista de los costes globales es necesario estudiar en cada caso concreto para poder decidir entre uno u otro sistema. Resaltar que, para los ejemplos propuestos, los costes globales calculados son muy parecidos para ambos sistemas. (Mallol et al, 2001:133-136).” Creemos nosotros que para hacer esta última afirmación (que los costes globales son muy parecidos para ambos sistemas), se está pensando también en el coste del agente neutralizador de los tóxicos a elegir con cada sistema (bicarbonato sódico o hidróxido cálcico consumido).

Por su parte, en la tabla 1.1 también aparecen las etapas de **secado y cocción**. Dada la falta de datos que tenemos para poder separar ambos procesos, que se dan consecutivamente en una misma planta de fabricación

de baldosas, vamos a tratarlas como una sola unidad, por lo que vamos a sumar y obtener medias. Así, los intervalos sumados se sitúan entre 680-1050 Kcal/Kg., lo que da una media de 865 Kcal/Kg. Este proceso consume 787.150 Kcal/910 Kg. de producto seco, lo que son **84,48 Nm³** de gas/910 Kg.

TABLA 1.1. Distribución del consumo de energía térmica en el proceso de producción de baldosas cerámicas.

ETAPA	CONSUMO (Kcal/Kg.)*
Secado	80-200
Cocción	600-850

*(Los consumos se han calculado considerando el PCI del combustible y la **masa de producto seco**). (Mallol et al, 2001:6).

Como se sabe, los gases calientes procedentes de la combustión del gas natural son aprovechados en instalaciones de cogeneración para producir energía eléctrica que a su vez se reintroduce en el sistema para hacer desaparecer en su totalidad el consumo de electricidad de la red general. En estos momentos, las instalaciones de cogeneración están instaladas en muchas fábricas de baldosas, pero hay multitud de ellas en que esto no es así. Es decir, como conjunto, la industria cerámica de Castellón es autosuficiente en estos momentos en cuanto a electricidad se refiere, pero de forma puntual en cada empresa la situación es muy variable. En los años anteriores, se exportaba incluso energía eléctrica a la red, pero en estos momentos esa cantidad ha disminuido hasta hacerse casi nula, aunque manteniendo, eso sí, la autosuficiencia a nivel global. El ahorro de energía primaria que se obtiene mediante el sistema de cogeneración es del orden del 10% durante el año 1997 equivalente a 180.000 teps, con una reducción en las emisiones de CO₂ en aproximadamente un 20% con respecto a las se hubiesen producido de no emplearlas.

Finalizado el proceso de cocción de la pieza, sólo queda la selección por calidades obtenidas en el proceso, su empaquetamiento y posterior envío a los puntos de destino, que son innumerables, dada que la capacidad exportadora del sector es importantísima, como se sabe.

En cuanto a la deposición de materiales en el suelo, la problemática es sencilla, aunque como veremos en su momento, alarmante (por la cantidad de residuos tóxicos –lodos y fangos- depositados de forma incontrolada en la provincia de Castellón, hasta la década de los noventa). En realidad, al suelo directamente no va ningún material de los procesos de producción de baldosas ni de fritas o pigmentos; lo que cae al mismo son los componentes gaseosos que no se interceptan mediante medidas de depuración las que al cabo del tiempo, si están en fase sólida –o pesan más que el aire- se posan. Así, las aguas de lluvia trasladarán estos posos de materiales a través de la tierra hasta las capas freáticas que tienen su origen en las zonas más altas y al mismo tiempo más húmedas de la provincia de Castellón y que llegan hasta la zona llana del litoral, donde la producción de naranja está completamente extendida. Hasta aquí, la situación quizá no pudiese tacharse de alarmante, salvo que Enrique y Monfort, en su artículo (1996:24), afirman que en **1995** existían **300.000 toneladas de fangos depositados de manera descontrolada** en la provincia de Castellón. La contaminación de los suelos surge así como un problema añadido que prácticamente no debería existir. Estos mismos autores, en la página 21 de su artículo exponen datos sobre niveles de toxicidad para las plantas de la concentración del boro en las aguas

de riego y sus consecuencias indeseables. También cabe mencionar que la composición de las fritas y pigmentos cerámicos está sobrecargada de metales pesados, que disueltos o arrastrados por el agua podrían llegar a las cadenas tróficas de los alimentos.

Cuando revisamos la bibliografía conocida sobre el tema y de la que estamos obteniendo la información principal (es decir, Mallol et al, 2001 y Blasco, 1992) podemos observar que Mallol et al no trata las emisiones gaseosas de todo el proceso productivo, sino que pasa por alto **el proceso de obtención del esmalte a partir de las fritas (porque puede realizarse en las mismas fábricas de fritas), y el propio proceso de esmaltado** que se realiza en las fábricas de baldosas. Es por ello que debemos acudir a los datos que nos proporciona Blasco (1992), y que transcribimos a continuación, con 5 Nm³ de caudal por Kg. (ésta cifra es muy probable que no haya cambiado mucho):

<u>Etapa de proceso</u>	<u>Factor de emisión (Tm de pasta)</u>
Esmaltado y preparación de esmaltes	Q= 5000 Nm ³ de aire /Tm. P _v = 2250-3500 gr/Tm. (Media = 2.875 gr/Tm)

donde ya hemos convertido la tabla para nuestra tonelada de pasta a la entrada del proceso de esmaltado. Como se puede observar, sólo tenemos datos para el polvo en suspensión (P_v). El resto de factores debe quedar indeterminado.

Tenemos que referirnos ahora al proceso de **secado de baldosas después del prensado**, ya que aunque no precisa ningún de tipo de correctivo

por ser sus emisiones muy reducidas y nada peligrosas, contribuyen a la cantidad total de partículas en suspensión.

Mallol et al aporta los siguientes datos, para el **subproceso del secado**, que tiene un caudal de 1.186 Nm³/Tm.²⁸ (Mallol et al, 2001: 99 y 135), que se obtiene dividiendo la producción de 2001 entre 5.280 horas/año de funcionamiento de los secaderos y operando, con 4.500 Nm³/hora de expulsión media del proceso de secado:

TABLA 4.20. Concentración de las sustancias (1 Tm pasta).

Especie	Intervalo de Variación
PS(gr/1.186 Nm ³)	5,9-29,66 (media = 17,8 gr./Tm.)
CO ₂ (%)	1-3
O ₂ (%)	16-20

(Mallol et al, 2001:98).

Comparando los valores de concentración de las sustancias de la tabla 4.20 con los límites de concentración que establece la legislación y las recomendaciones CET para dichas sustancias, se concluye que para esta corriente no es necesario emplear ningún sistema de depuración.

²⁸ Atendiendo a la página 135 de Mallol et al, hacemos las siguientes operaciones. La producción de 2001 fue de 9.114.551.990 Kg. y dividiendo esta cantidad por 5.280 horas de funcionamiento anual de los hornos de secado obtenemos la cantidad de 1.726.241 Kg/hora; y multiplicando la cantidad de hornos calculada por nosotros de 455 hornos (más adelante se expondrá las razones que indican dicha cantidad, véase capítulo 9º) por 4.500 Nm³/hora (media, Mallol et al:99) resulta la siguiente regla de tres:

1.726.241 Kg/h es a 2.047.500 Nm³/hora (=455*4500Nm³/hora)
 1000 Kg. es a X; X= (1000 Kg * 2.047.500 Nm³/h)/(1.726.241 Kg/hora) =**1.186 Nm³**, lo que justifica el dato.

Etapa de cocción de baldosas en horno monococción.

Las principales sustancias presentes en la chimenea de aspiración de humos son: partículas (PS), flúor (F), boro (B), cloro (Cl), plomo (Pb), óxidos de nitrógeno (NO_x), dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), oxígeno (O₂) y compuestos orgánicos. En la tabla 4.22 se muestran los intervalos de variación de la concentración de las sustancias medidas.

TABLA 4.22. Concentración de las sustancias en la chimenea de aspiración de humos

<u>Especie</u>	<u>Intervalo de variación</u>
PS (mg/Nm ³)	5-50
F (mg/Nm ³)	10-50
B (mg/Nm ³)	< 0,5
Cl (mg/Nm ³)	20-150
Pb (mg/Nm ³)	< 0,15
NO _x (ppm)	15-60
SO ₂ (ppm)	<10 (20-200)
CO (ppm)	20-100
CO ₂ (%)	1-4
O ₂ (%)	15-18

Entre paréntesis concentración encontrada para baldosas de pasta blanca.
(Mallol et al, 2001:122).

La tabla anterior queda transformada para una tonelada de arcilla de la siguiente manera (teniendo en cuenta una pérdida por calcinación en arcillas de pasta roja del 9%), con 3.954 Nm³ de factor²⁹:

²⁹ Un horno expulsa la media de 10.000 Nm³/hora. Y 7920 horas es el funcionamiento anual de los hornos monoestrato. Luego:
1 hora es a 10.000 Nm³
como 7920 es a X; $X = 79.200.000 \text{ Nm}^3$ (expulsión de un horno al año).

Multiplicando por 455 hornos son $3,6036 \cdot 10^{10}$. Ahora tomamos la producción anual de 2001 que era de 9.114.551.991 Kg. y realizamos la regla de tres siguiente:
como $\frac{9.114.551.991}{1000 \text{ Kg.}}$ es a $3,6036 \cdot 10^{10} \text{ Nm}^3$
como $\frac{9.114.551.991}{1000 \text{ Kg.}}$ es a $X \text{ Nm}^3$ por tanto $X = 3.954 \text{ Nm}^3/\text{tonelada pasta fresca. (debe decir seca)}$

TABLA 4.B.22. Concentración de las sustancias en la chimenea de aspiración de humos para **910 Kgs. de producto**:

<u>Especie</u>	<u>Intervalo de variación</u>
PS (g/3954 Nm ³)	19,8-197,7 (Media = 108,75)
F (g/3954 Nm ³)	39,5-197,7
B (g/3954 Nm ³)	< 2
Cl (g/3954 Nm ³)	79-593,1
Pb (g/3954 Nm ³)	< 0,59
NO _x (g/3954 Nm ³)	83,93 – 335,3
SO ₂ (g/3954 Nm ³)	< 113,08
CO (g/3954 Nm ³)	99,02 -496
CO ₂ (%)	1,0-4,0
O ₂ (%)	15-18

Por su parte, en la tabla 1.1 (Mallol et al, 2001:6) también aparecen **las etapas de secado y cocción**. Dada la falta de datos que tenemos para poder separar ambos procesos (en cuanto al consumo de gas), que se dan consecutivamente en una misma planta de fabricación de baldosas, vamos a tratarlas como una sola unidad, por lo que hemos sumado y obtenido medias, unas páginas atrás en este epígrafe, y obtenido **84,48 Nm³** de gas/910 Kg. Este dato lo situaremos como entrada de gas junto a las demás cifras de productos de entrada en la tabla del proceso de cocción y fabricación de baldosas.

Tenemos ahora que aportar los datos procedentes del artículo de Busani y Enrique, respecto de las materias primas orgánicas que se encuentran a la salida de los hornos de cocción de baldosas y que se producen como combustión de las materias orgánicas naturales presentes en las arcillas, como en aquellos productos de carácter orgánico de preparación industrial y que acompañan la deposición del esmalte sobre el soporte y que se

añade para mejorar las características del producto terminado o para evitar problemas en la cocción de las piezas.

TABLA 1.11 Cocción. Concentración de sustancias orgánicas en las emisiones gaseosas/910 Kgs.

Tipo	Compuesto	Concentración
Alcoholes	Alcohol alílico	1092 mg/910 Kg.
	2 Butanol	4368
	Bunanol	5460
Cetonas	Metilvinilcetona	163,8
Esteres	Butilformiato	218,4
	Etilformiato	1092
	Acetato de vinilo	546
	Acetato de etilo	81,9
	Sulfuro de carbono	109,2
Compuestos sulfurosos	Tiofeno	1092 mg/910 Kg.

Obsérvese que esta vez la unidad son los **miligramos**. Los datos proceden de Italia y no son estadísticamente significativos.

La tabla completa para el proceso de cocción de 910 Kg. se expondrá en el siguiente capítulo (“El agua en el proceso productivo”, 6^o), después de realizar cálculos respecto del agua utilizada (ya que es necesario calcular las salidas acuosas –fangos-, y su composición química, que aporta Blasco (1992)).

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA SOBRE LA INDUSTRIA CERÁMICA Y TEMAS AFINES.

ATKINS, P.W.; JONES, L. Química. Moléculas, materia, cambio. 3ª edición, 1998. Ed. Omega, Barcelona.

BLASCO,A.; ESCARDINO, A.; BUSANI, G.; MONFORT, E y otros (1992): Tratamiento de Emisiones Gaseosas, Efluentes Líquidos y Residuos Sólidos de la Industria Cerámica. Instituto de Tecnología Cerámica (ITC), AICE. Universitat Jaime I, Castelló.

BUSANI, G.; ENRIQUE, J.E. Contaminación atmosférica e hidrica. Cerámica Información nº 225, Noviembre 1996.

ESCRIBANO LÓPEZ, P.; CARDA CASTELLÓ, J.B.:CORDONCILLO , E. Esmaltes y pigmentos cerámicos. Faenza Editrice Iberica, 2001, Castellón.

GENERALITAT VALENCIANA. Consellería de infraestructuras y transportes. Datos energéticos de la Comunidad Valenciana. Varios años.

GIMENO, E; CELADES LOPEZ, I; MALLOL, GASCH, G. Cuestiones sobre medio ambiente para un técnico del sector cerámico. 1999, Instituto de Tecnología Cerámica, ITC, Castellón.

KPMG, ASESORÍA. Estudio sobre el sector del azulejo (2001-1997). Cuadernos de consulta. Economía. Suplemento del nº 130/ abril de 2003.

MEMBRADO I TENA. La Indústria Ceràmica de la Plana de Castelló. (Estudi Geografic). (1998). TESIS DOCTORAL (2 volúmenes). Facultad de Geografía e Historia. Universidad de Valencia.

MONFORT, E; CELADES, I; MALLOL, G. (1999): Cuestiones sobre el Medio Ambiente para un técnico del Sector Cerámico. Instituto de Tecnología Cerámica (ITC), AICE. Castellón.

MALLOL, A.; GONZALEZ, M.; ENRIQUE, J.E. (Coord.) (2001): Depuración de los gases de combustión en la Industria Cerámica. Instituto de Tecnología Cerámica (ITC). Castellón.

SANZ SALLA, CONSUELO O. (2000). La Gestión de los Residuos en la Industria Cerámica. Ed. Tirant lo Blanch.

CAPÍTULO 6º. EL AGUA EN EL PROCESO PRODUCTIVO.

En este capítulo ofrecemos una exposición de la problemática que encierra las emisiones al agua de los distintos procesos productivos de la fabricación de las baldosas. Pero lo primero que hay que advertir es que dado que se ha llegado a la situación de poder reciclar las aguas residuales con su introducción en el proceso de atomizado, sólo tiene sentido, puesto que no hay cifras actualizadas del agua utilizada, y de los fangos que se crean, conseguir un acercamiento a este tema por otros motivos: primero, porque nos puede dar una aproximación de lo que era el consumo de agua y la producción de fangos con anterioridad a su reintroducción en el atomizado, y segundo, se ensayará en el capítulo 7º una comparación entre las salidas del sistema de cocción y de fritas entre el año 1992 (con la producción de 2001) y en el 2001, para comprobar los cambios medioambientales que se han conseguido con el cambio tecnológico medido por la menor cantidad de emisiones.

También tenemos que advertir al lector, que en este capítulo figuran los datos de entrada de agua tomados de Blasco (1992) y se han introducido en la tabla de entrada-salida del año 2001, sin hacer los ajustes pertinentes respecto de la cantidad en peso de cada m^2 , respetando la mayor (que son 18 Kg. en 2001, pero 19,5 Kg. en 1992). Las diferencias aparecidas son bastante pequeñas (quizá menores de un 5%) en el agua consumida para todos los menesteres de la fábrica de cocción, por ello, hemos preferido dejar el peso de 19,5 Kg./ m^2 , que es la

cifra de Blasco (1992), para poder tener una “fotografía” respecto del problema de los fangos en este año, porque todavía no se reciclaba el total de ellos, y además por la razón de que en 2001 no existía ya dicho problema, y no tiene demasiado sentido hacer cálculos para una situación superada.

Las aguas residuales del proceso de producción de baldosas provienen de la línea de esmaltado de las fábricas de las mismas, aunque algo similar ocurre con el agua de enfriamiento de las fritas cuando se obtienen en las plantas dedicadas a ello. Estas aguas recogen los desechos de limpieza de la parte de esmaltado al cambiar los colores que se aplican en cada partida, y en las fábricas de fritas se convierten en saturaciones de todo tipo de elementos, entre los que cabe destacar los metales pesados, con alta peligrosidad potencial, pero pequeña cantidad en peso, que no podemos cuantificar. En cada partida de fritas que se fabrica aparecen distintos tipos de estos metales pesados, que tienen, como decimos, un escaso peso. Pero no por ello pierden su peligrosidad que además se amplifica al poder cambiar su número de electrones, es decir, pasar a formar elementos distintos de forma muy sencilla.

Llegados a este punto, tomamos datos que debe advertirse que no son estadísticamente significativos por la escasez de muestras, pero que informan de una posible cuantificación global.

Afirma Blasco (1992, pág. 83) que “En cualquier caso, las aguas residuales suelen presentar turbidez y color debido a las finísimas

partículas de esmalte y mineral arcilloso en suspensión. Desde el punto de vista químico se caracterizan por la presencia de:

-Sólidos en suspensión

-Aniones en solución: sulfatos, cloruros, fluoruros...

-**Metales pesados** en solución y/o suspensión, principalmente Pb y Zn.

-**Boro** en cantidades más o menos variables.

-Trazas de materia orgánica: vehículos serigráficos y colas utilizados en las operaciones de esmaltado.”

El **boro**, compuesto altamente soluble en agua, va a parar, cuando no se recoge de manera adecuada, a la red de las aguas naturales, es decir, ríos, acuíferos, etc. y es un compuesto que si sobrepasa determinados límites perjudica de forma importantísima a las plantas (plantaciones de naranjos en la zona costera de Castellón). La orografía de la provincia de Castellón, tiene, además, una especial forma (altura elevada en las poblaciones productoras de baldosas y fritas, y llanos cuando baja la pendiente hacia la costa), que la hace ser cauce natural para la expansión de aguas contaminadas por boro.

Por otro lado, los residuos del boro se pueden recoger adecuadamente, pero dada su toxicidad y peligro deben almacenarse o inertizarse, depositándolos en vertederos adecuados.

Hay cálculos (Enrique y Monfort, 1996:23) que indican “la cantidad de 123 Kg. de residuos procedentes de la depuración de los fangos para una producción de 1.000 m². Hay que tener en cuenta que una sola planta puede producir del orden de 6.000 m² diarios, lo que puede llevar a producir entre 540-900 Kg. de fangos secos al día una sola planta”.

Debemos advertir que realizando operaciones con estos datos inmediatamente arriba de este párrafo, (123 Kg. cada 1.000 m²), hemos calculado que se crearon 62.115 Tm de fangos en el año 2.000. La empresa de recogida de fangos para su inertización o depósito, Secolen, absorbe 17.000 Tm. de fangos al año. La diferencia es enorme y da pie para invitarnos a comprobar estas cifras. ¿Donde se deposita la diferencia: mediante la reintroducción de los fangos en el atomizado? ¿Se trasladan a otras provincias?

Probablemente en el mayor de los casos así es, es decir, se transportan los fangos a las fábricas de atomizado y se reintroducen en la pasta de las baldosas, quedando de esta forma “enlazadas” con el resto de la pasta roja tierna que vuelve hacia los hornos. Las fábricas de atomizado reintroducen su propia producción de aguas residuales en su propio proceso, ya que las arcillas procesadas no sufren ninguna reacción química de mención. Únicamente realizan la labor de conseguir una determinada volumetría para mezclarla con agua (en líneas generales).

Sin embargo, realizamos los cálculos precisos para que se puedan cuantificar las emisiones al agua de forma que se pueda conocer la peligrosidad de los vertidos descontrolados, así como la acumulación de fangos, que hubo hasta mediados de la década de los noventa, y que se puede calificar de desastrosa para el entorno natural de la provincia de Castellón (Sanz Salla, 2000, págs. 323 y ss.).

Otro elemento a tomar en cuenta son los deshechos de **flúor**, que “por **cada 1.000 m² de producción de baldosas**, la bibliografía cita una **cantidad de unos 16 Kg. de producto**, cuando se requiere depurar el flúor utilizando filtros de mangas revestidos de cal. Esto supondría, para el sector cerámico español, con los niveles actuales de producción y suponiendo un grado de adecuación a la legislación muy elevado, una generación de **4.000 toneladas de este tipo de residuos**” (Enrique y Monfort, 1996:24).

Por otro lado, cabe citar también la inertización de los fangos: existe en la Comunidad Valenciana un gestor autorizado para su tratamiento, como ya se ha dicho, **Secolen, S.A., empresa privada** del grupo Sita, ubicada en Villarreal, **con capacidad para inertizar aproximadamente 17.000 toneladas de fangos al año, que después son trasladados al vertedero que hay en Alcora o su depósito en otros vertederos controlados.** También hay que advertir que las plantas de atomizado capaces de reintroducir sus aguas en el proceso, no necesitan depurar los residuos del boro. El transporte desde las fábricas

de baldosas hasta las de atomizado se convierte en procedimiento de inexcusable cumplimiento para todos los productores de baldosas.

No obstante, según Sanz Salla (2000, págs. 151 y ss.):

“En la provincia de Castellón se pueden producir entre 63.000 y 104.000 Tm/año de fangos húmedos, mientras que si nos referimos a fangos secos esta cantidad oscila entre 31.500 y 52.000 Tm/año (la cantidad media de agua que hay en los fangos es del 50%). Además, mientras que las fábricas de azulejos de “ciclo completo” reintroducen todas las aguas del proceso productivo en la preparación de la pasta, sin necesidad de depurarlas previamente, las fábricas de “ciclo incompleto” sí que deben proceder a la depuración de las aguas. De ahí que la cantidad de fangos que se pueden producir varía en función de la cantidad de aguas residuales actualmente depuradas y en función de que los fangos resultantes se encuentren en estado húmedo o seco. Por ello, el Plan Integral de Residuos de la Comunidad Valenciana refleja la dificultad existente en cuantificar exactamente la cantidad de residuos que se producen en relación con los fangos de la industria cerámica. Según los datos facilitados por el mismo, mientras que en 1993 se declararon 297.000 toneladas de lodos de la industria cerámica, en 1994 se declararon 967.000 toneladas. La cifra bajó espectacularmente en 1995, año en el que sólo se declararon 110.000 toneladas. El Plan atribuye esta disparidad de cifras a una cierta confusión, ya que algunos años se declaran residuos que se reincorporan al propio proceso productivo y, al ser residuos líquidos, la cantidad de agua desvirtúa los valores (Plan Integral de Residuos de la Comunidad Valenciana, Documento de

Síntesis, Capítulo II, pág. 30). Además, estas cifras se basan en las declaraciones realizadas por 70 de las **177 fábricas (?)** que aproximadamente hay en la provincia de Castellón.”

Continúa diciendo Sanz Salla que “En un intento de acercarse a la realidad, **el Plan** ha realizado un inventario en base a las respuestas de un cuestionario que se ha enviado a una amplia muestra de empresas de la Comunidad Valenciana. **Según este inventario se producen anualmente 58.969 Tm/año de lodos en la industria cerámica, de las cuales 33.281 toneladas son suspensiones acuosas y 24.398 toneladas son fangos.** No resulta claro si estas cifras incluyen las aguas residuales recicladas directamente en el proceso productivo. No obstante, llama la atención el hecho de que las estimaciones de fangos y suspensiones acuosas que sirven como punto de partida en la fijación de objetivos del Plan no alcancen el 50% de los lodos declarados en el año 1995 y que, ni siquiera, alcancen el 6% de los lodos declarados en al año 1994.”

En la Comunidad Valenciana existe un programa para la gestión de espacios contaminados, incluido como parte integrante del Plan de Residuos, pero se encuentra todavía en fase preliminar. La metodología propuesta en el Plan se inspira claramente en la experiencia vasca. Afirma Sanz Salla a este respecto que:

“El Plan Integral de Residuos prevé el establecimiento de criterios de evaluación de riesgos y el de valores y estándares para determinar el peligro real que supone un suelo contaminado. En el caso de que el resultado de la evaluación de riesgos sea bajo, se procederá a

registrar el suelo contaminado o aislarlo, elaborando un programa de vigilancia y control que evite cualquier riesgo de contaminación en un futuro.

En el caso de que sea necesario proceder a la limpieza de los suelos contaminados, el programa para la gestión de espacios contaminados no prevé la restauración absoluta de éstos, sino que su limpieza dependerá de la existencia de tecnologías disponibles y de las distintas alternativas de actuación, así como del coste económico de la misma. Las actuaciones de limpieza tendrán como objetivo “minimizar la contaminación y los riesgos ambientales desprendidos de ella mediante una reducción del volumen, la toxicidad y la movilidad de las sustancias contaminantes presentes en los suelos, hasta alcanzar un nivel tal que vendrá dado en función del grado de descontaminación que se desee conseguir, el cual dependerá a su vez del tipo de contaminantes existentes, mecanismos de dispersión, vulnerabilidad del entorno, tanto del medio físico, biótico como humano (afección de abastecimientos de agua, cosechas agrícolas, usos presentes y futuros del suelo, etc.)” (Sanz Salla, 2000, págs 327 y ss.).

Según el Plan, el análisis económico es en muchos casos decisivo, ya que puede variar el tipo de uso al que se destine finalmente un emplazamiento “por no ser abordable el coste que supondría un saneamiento hasta el nivel que precisa un uso más restrictivo, mientras que será viable realizar una actuación que permitiera un uso del suelo menos exigente”.

Con referencia a la situación de residuos tóxicos de fangos que históricamente ha acumulado la provincia de Castellón existen pocos datos, pero la situación puede ser parecida a la de Italia, donde el problema ha sido estudiado mas detenidamente. Así, Sanz Salla aporta datos sobre cantidades de tierra contaminada del orden de 500.000 toneladas, pero teniendo en cuenta que en dicha zona se originaron 160.000 toneladas de residuos de la depuración de gases y de las aguas procedentes de la limpieza de las aguas de lavado de las secciones de preparación y aplicación de esmalte, de las que aproximadamente el 50% se gestionaron de forma correcta, lo que supone que aproximadamente unas 80.000 toneladas de residuos tóxicos y peligrosos se vertieron de forma incontrolada. En los suelos en los que se han encontrado residuos tóxicos y peligrosos se han localizado concentraciones de plomo entre 5.000 y 10.000 mg/Kg., lo que significa que existe una gran concentración, ya que se ha establecido 5.000 mg/Kg. como valor límite del plomo en los suelos. Termina diciendo en este apartado la autora que **“aplicando esta proporción a la provincia de Castellón, de acuerdo con los datos estimados por el ITC, existirían hipotéticamente más de 2.000.000 de toneladas de materia contaminada en nuestra provincia.”**

El inventario realizado dentro del Plan Nacional para la Recuperación y Descontaminación de Espacios Contaminados (1995-2005) identifica en la Comunidad Valenciana 307 emplazamientos inicialmente contaminados por el tipo, concentración y potencia de

dispersión de los contaminantes contenidos en ellos, concentrándose el 81% del total en la provincia de Valencia y el 8% en la de Castellón (Sanz Salla).

Continuamos en el anexo ofreciendo un cálculo del agua necesaria para fabricar baldosas con una tonelada de atomizado (910 Kg. de materia seca, la baldosa terminada) según los datos de Blasco (1992), que como decíamos es la única fuente, aunque sean meras aproximaciones de la situación actual. Pasamos también, hecho esto, a cuantificar las emisiones al agua de contaminantes (en aguas residuales), para conocimiento de la persona que tenga interés en profundizar algo más en la tarea de reconocimiento de aquellos elementos o compuestos tóxicos y peligrosos que pueden presentar estas emisiones.

Para finalizar, ofrecemos las dos tablas (una de entradas y la otra de salidas) que conforman el inventario de materiales y energía que se consumen en el proceso productivo de la fabricación de baldosas para 910 Kg. de producto seco terminado para los años 1992 y 2001. Esta última tabla es la que se utilizará después para realizar los cálculos para todo el sector, tomando la producción total de baldosas para el año 2001 y dividiendo por este "pivote", de 910 Kg. la producción total facilitada por el Instituto Valenciano de Estadística.

A continuación se ofrecen los cuadros de entradas y salidas de materiales y residuos para producción de 910 Kg. de baldosas.

PAVIMENTOS Y REVEST. PASTA ROJA	
910 Kgs. DE PRODUCTO SECO (1)	
50,55 m²	ENTRADAS 2001
DESDE LA TECNOSFERA	
	Kgs.
FRITAS(2)	31,85
ATOMIZADO (3)	1.000,00
COMPONENTES ARCILLOSOS PARA EL ESMALTE(4)	45,20
COMPONENTES ORGÁNICOS PARA EL ESMALTE(5)	??
PIGMENTOS (6)	1,33
DESDE LA NATURALEZA	
AGUA(7) Litros	907,00
GAS NATURAL (8) Nm ³	84,48
ELECTRICIDAD (9)	0
(1) Teniendo en cuenta un 9% de pérdida de peso por calcinación, con un peso medio de 18 Kgs/m ² que son 50,55 m ² para 910 Kgs de producto.	
(2) Tomando el dato de Escribano de que la "monoporosa" tiene un 90% de frita en el esmalte, el gres un 50% (media=70%) y hay 0,9 Kgs. de esmalte por m ² , con un peso medio por m ² de 18 Kgs.	
(3) Arcillas preparadas para su prensado con un 5-6% de humedad y con la composición que de detalla en los apuntes del inventario del ciclo de vida para este tipo de baldosa.	
(4) Se trata de principalmente de caolín y sílice -y quizá feldespatos- para preparar el esmalte. La composición se detalla en los apuntes del inventario.	
(5) Son los compuestos orgánicos de origen industrial que se aplican con el esmalte para mejorar la calidad del producto o su mejor aplicación. La composición de los gases emitidos por estas sustancias están recogidas en los apuntes del inventario.	
(6) Los componentes de los pigmentos son muy variados y se analiza su composición en el anexo correspondiente (DCMA). Nosotros calculamos un 3% de media (intervalo 1-5%) en peso, respecto del peso del esmalte aplicado.	
(7) Téngase en cuenta que estamos presuponiendo que no se implantan tratamientos químicos para depuración de gases ni de aguas residuales, de ahí que no se puedan reciclar 14,5 m ³ de agua que podría ser reciclada al sistema y reducir de forma importante el consumo.	
(8) Para ver la procedencia de este dato consultese los apuntes del inventario.	
(9) Dado que existe cogeneración para el conjunto de la industria globalmente, asumimos que no existe consumo, aunque este dato cambiará para distintas plantas.	

REVESTIMIENTO PASTA ROJA
SALIDAS 2001- 910 KGRS

A LA TECNOSFERA

AZULEJO ESMALTADO (50,55 m²)

910 Kgs.

A LA NATURALEZA

EMISIONES AL AIRE	GRAMOS
PARTICULAS EN SUSPENSIÓN (PS)	701,74
FLUOR (FI)	118,62
BORO (B)	1,98
COLORO (CI)	336,09
PLOMO (Pb)	0,59
OXIDOS NITROSOS (NO _x)	209,80
DIOXIDO DE AZUFRE (SO ₂)	113,08
MONOXIDO DE CARBONO (CO)	296,55
DIOXIDO DE CARBONO (CO ₂) Nm ³	98,85
OXIGENO (O ₂) Nm ³	652,41
SUSTANCIAS ORGÁNICAS (1)	GRAMOS
ALCOHOLES	10,90
CETONAS	0,16
ESTERES	1,94
COMPUESTOS SULFUROSOS	1,20
EMISIONES AL AGUA (2)	GRAMOS
Ph	8
MATERIALES EN SUSPENSION	7.644,00
MATERIAL SEDIMENTABLE	12,74
CLORUROS	291,20
SULFATOS	400,40
FLUORUROS	1,46
CALCIO	200,20
MAGNESIO	40,04
SODIO	200,20
POTASIO	20,00
ALUMINIO	1,45
SILICIO	12,70
HIERRO	0,36
CINC	1,46
PLOMO	3,64
BORO	21,80
D.Q.O	182,00
D.B.O. ₅	72,80
METALES (3)	?
(1) Una composición más detallada de los compuestos orgánicos se encuentra en las	
(2) Valores de Blasco, 1992, página 83, (728 L/910Kgs) véase la tabla 3.1 en las	
(3) Son suministrados por empresas auxiliares y en ellas hay procesos de lavado en la	
(4) Incluye 7.150 gramos del prensado de las piezas de 1992.No hay datos hoy día, con 2495 Nm ³ .	

PAVIMENTOS Y REVEST. PASTA ROJA

1992 910 Kgs. DE PRODUCTO SECO (1)

ENTRADAS

DESDE LA TECNOSFERA		Kgs.
FRITAS(2)		29,39
BARBOTINA (3)		1000
COMPONENTES ARCILLOSOS PARA EL ESMALTE(4)		47
COMPONENTES ORGÁNICOS PARA EL ESMALTE(5)		??
PIGMENTOS (6)		1,25
DESDE LA NATURALEZA		
AGUA(7)	litros	907
GAS NATURAL (8)	Nm3	84,48
ELECTRICIDAD (9)		0

(1) Teniendo en cuenta un 9% de pérdida de peso por calcinación, con un peso medio de 19,5 Kgs/m² que son 46,66 m² para 910 Kgs de

(2) Tomando el dato de Escribano de que la "monoporosa" tiene un 90% de frita en el esmalte y hay 0,9 Kgs. de esmalte por m², con un peso medio por m² de 19,5 Kgs. El gres tiene un 50% de frita (m=70%

(3) Arcillas preparadas para su prensado con un 5-6% de humedad y con la composición que de detalla en los apuntes del inventario del ciclo de vida para este tipo de baldosa.

(4) Se trata de principalmente de caolín y sílice -y quizá feldespatos- para preparar el esmalte. La composición se detalla en los apuntes del inventario.

(5) Son los compuestos orgánicos de origen industrial que se aplican con el esmalte para mejorar la calidad del producto o su mejor aplicación. La composición de los gases emitidos por estas sustancias están recogidas en los apuntes del inventario

(6) Los componentes de los pigmentos se detallan en los apuntes de este inventario. Nosotros calculamos un 3% de media (intervalo 1-5%) en peso, respecto del peso del esmalte aplicado.

(7) Téngase en cuenta que estamos presuponiendo que no se implantan tratamientos químicos para depuración ni de gases ni de aguas residuales, de ahí que no se puedan reciclar 14,5 m³ de agua que podría ser reciclada al sistema y reducir de forma important

(8) Para ver la procedencia de este dato consultese los apuntes del inventario.

(9) Dado que existe cogeneración para el conjunto de la industria globalmente, asumimos que no existe consumo, aunque este dato cambiará para distintas plantas.

REVESTIMIENTO PASTA ROJA
SALIDAS 1992- 910 KGRS.

A LA TECNOSFERA

AZULEJO ESMALTADO (46,66 m²)

910 Kgs.

A LA NATURALEZA

EMISIONES AL AIRE	GRAMOS
PARTICULAS EN SUSPENSIÓN (PS) (4)	7.644,00
FLUOR (F)	152,00
BORO (B)	18,00
COLORO (Cl)	306,00
PLOMO (Pb)	56,00
OXIDOS NITROSOS (NO _x)	306,00
DIOXIDO DE AZUFRE (SO ₂)	426,00
AMONIACO (NH ₃)	4,00
MONOXIDO Y DIOXIDO DE CARBONO (CO ₂) Nm ³	sin datos
OXIGENO (O ₂) Nm ³ sin datos	sin datos
SUSTANCIAS ORGÁNICAS (1) SIN DATOS	GRAMOS
ALCOHOLES	sin datos
CETONAS	sin datos
ESTERES	sin datos
COMPUESTOS SULFUROSOS	sin datos
EMISIONES AL AGUA (2)	GRAMOS
Ph	8
MATERIALES EN SUSPENSIÓN	4.586,40
MATERIAL SEDIMENTABLE	7,64
CLORUROS	174,72
SULFATOS	240,24
FLUORUROS	0,88
CALCIO	120,12
MAGNESIO	24,02
SODIO	120,12
POTASIO	12,00
ALUMINIO	0,87
SILICIO	7,62
HIERRO	0,22
CINC	0,88
PLOMO	2,18
BORO	13,08
D.Q.O	109,20
D.B.O ₅	43,68
METALES (3)	?
(1) Una composición más detallada de los compuestos orgánicos se encuentra en las págs. del inventario. Se forman durante la aplicación, se forma CO ₂ .	
(2) Valores de Blasco, 1992, página 83, (728 L/910Kgs) véase la tabla 3.1(inventario). Son valores medios.	
(3) Son suministrados por empresas auxiliares y en ellas hay procesos de lavado en la que se segregan este tipo de sustancias, por ej. Cr(VI), Cr(V), Co, Ni.....	
(4) Incluye 7.150 gramos del prensado de las piezas	

ANEXO AL CAPÍTULO SEXTO.

EL AGUA EN EL PROCESO FINAL

El residuo principal que tiene que ver con el agua (los fangos), que debe ser caracterizado siempre como tóxico y peligroso (véase Sanz Salla, 2000) proviene de la limpieza de las líneas de esmaltado, donde han quedado depositados todos los elementos que hemos detallado más arriba, en especial los componentes de la frita (especialmente el boro) y respecto de los pigmentos, el cadmio, el níquel y el cobalto. Además de esta situación de partida de estas aguas, debe decirse que contienen tales grados de elementos de las arcillas, que aunque en sí mismos y por separado no sean tóxicos, si se vierten de forma descontrolada, pueden causar daños importantes a los sistemas ecológicos donde se depositen, dado que modifican propiedades como el pH o la composición de las tierras y de los circuitos hídricos naturales.

Afirma Blasco que:

“En cualquier caso, las aguas residuales suelen presentar turbidez y color debido a las finísimas partículas de esmalte y mineral arcilloso en suspensión.

Desde el punto de vista químico se caracterizan por la presencia de:

-Sólidos en suspensión

-Aniones en solución: sulfatos, cloruros, fluoruros...

-Metales pesados en solución y/o suspensión, principalmente Pb y Zn.

-Boro en cantidades más o menos variables.

-Trazas de materia orgánica: vehículos serigráficos y colas utilizados en las operaciones de esmaltado.”

La cuantificación de la cantidad de agua residual que se produce por cada 1.000 m² es de 14 m³, o 728 litros tóxicos para 910 Kg. También vienen reflejadas en el trabajo de Blasco, varias tablas con la composición media tanto de las aguas residuales antes de la separación de los fangos, que son los componentes sólidos en suspensión (y que contienen casi todos los productos tóxicos, excepto buena parte del boro, que queda disuelto en el agua), como de los mismos en fase casi sólida (poca humedad relativa en peso) una vez eliminada el agua.

La composición química de estos fangos refleja la casi totalidad de los componentes de las fritas y esmaltes, como hemos ya dicho, pero es necesario dejar constancia de que en el apartado “Otros”, con niveles porcentuales muy bajos, se esconden los **metales pesados**, que no vienen recogidos en las tablas correspondientes. Aunque los niveles de estos elementos sean muy bajos en las aguas residuales y en los fangos, también son muy pocas cantidades de los mismos las necesarias para alterar la salud de personas, animales y sistemas ecológicos en general de forma grave. Al mismo tiempo, los fangos que se originan en la producción de baldosas son de tal magnitud que concentraciones muy

pequeñas de metales pesados se pueden convertir en un verdadero problema medioambiental al operar con cantidades ingentes. Por ejemplo, **Enrique y Monfort**, en su artículo cita “la cantidad de 123 Kg. de residuos procedentes de la depuración de los fangos para una producción de 1.000 m². Hay que tener en cuenta que una sola planta puede producir del orden de 6.000 m² diarios, lo que puede llevar a producir entre 540-900 Kg. de fangos secos al día una sola planta”.

Debemos advertir que realizando operaciones con los datos inmediatamente arriba de este párrafo, (123 Kg. cada 1.000 m²), nosotros hemos calculado que se crearon 62.115 Tm de fangos en el año 2000 (con una producción casi igual a la de 2001).

Que nosotros sepamos, el primer estudio riguroso respecto a la reintroducción de fangos y aguas residuales en el proceso de atomización procede de Blasco, 1992, aunque hay una Tesis Doctoral que trata sobre el tema en la Universitat Jaume I de Castellón, de Eliseo Monfort (ITC), del año 1995.

En el estudio de Blasco se detalla que adiciones del orden del 1% de aguas residuales sin depurar de fangos, que sólo han sido objeto de un proceso físico de sedimentación, no producen efectos apreciables en el producto final. “La adición de los fangos procedentes de la depuración de aguas sobre las materias primas del soporte es del orden de 0,4-0,9% en base seca, es decir, en general, si en un atomizador se

introduce en la composición de la pasta un 1% de fangos, puede absorber la totalidad de los residuos generados en la depuración de las aguas residuales obtenidas en la fabricación del producto esmaltado correspondiente a dicha pasta.” (pág. 148). También se pueden reciclar las aguas residuales en los procesos de fabricación de fritas y esmaltes, pero con resultados menos claros, pues con ello hay que comercializar materiales con un valor estético inferior.

Es claro que una fábrica de atomizado puede reciclar totalmente sus aguas residuales porque no contienen elementos extraños a la propia arcilla que entra en el proceso.

Sin embargo, el camino por el que se ha desarrollado el proceso productivo de baldosas en Castellón ha sido la separación del proceso de atomización de la fabricación de baldosas, quedando éstas últimas sin poder reciclar sus aguas. De esta forma, el balance hídrico, que además de exponer Blasco, hemos reproducido aquí, presenta un vertido del 15 al 25% de las aguas consumidas (que son alrededor del 20-35% del total necesario para que la planta funcione). Estas aguas ahora tienen que ser transportadas desde las fábricas de baldosas a las de atomización, además de ser necesario como mínimo un proceso de sedimentación previo y de homogenización que mantenga las propiedades de las aguas residuales dentro de un promedio conocido y controlable técnicamente. En otras ocasiones es necesario otro proceso posterior sobre los fangos de carácter químico, aunque para que la reutilización de las aguas y

fangos en el atomizador sea técnicamente no problemático, conviene evitar esta segunda fase de carácter químico.

Respecto de las aguas residuales de la fabricación de **fritas**, afirma Blasco que “la cantidad de residuos de materias primas generados habitualmente durante el proceso de fabricación es muy baja, dado que prácticamente en todas las plantas el transporte de sólidos se realiza mediante transporte neumático para la mayor parte de las materias primas, y además no existe el problema de trabajar con piezas conformadas.”

“En estas condiciones, la recuperación de los restos de materias primas en las plantas de fabricación de fritas no debe plantear problemas, pues dados los pequeños porcentajes de éstos con respecto al alimento total introducido en el horno, se pueden adicionar perfectamente junto a la fórmula de carga, excepto en aquellos casos en que se fabriquen fritas con composiciones críticas muy ajustadas.”

En este contexto de aguas residuales se puede hablar también de las concentraciones de **boro** que se encuentran en las mismas. Respecto de ellas, Blasco dice (después de descartar las plantas de tratamiento químico-físico para la depuración del boro como única fase, a la que posteriormente hay que añadir otra fase en las llamadas plantas de intercambio iónico), que:

“En el caso de los vertidos generados en un proceso de fabricación de pavimentos y revestimientos cerámicos por monococción o bicocción, la

concentración de boro puede llegar a estar comprendida entre 30 y 60 mg/l.”

“En la planta de intercambio iónico se trata el agua procedente de un proceso físico-químico para reducir la concentración de boro hasta los límites especificados por la legislación correspondiente. En los ensayos realizados en las plantas industriales se aprecia un rendimiento, en términos de depuración de boro, del 94%, para concentraciones de boro en el agua de entrada de 13,5 mg/l. y un rendimiento del 99,2%, para concentraciones de boro en el agua de entrada de 96 mg/l. Estos resultados permiten tener una concentración residual de boro siempre inferior a 2 mg/l.”(Blasco, 1992:131).

“Se debe tener en cuenta que, **tanto con el intercambio iónico como con la llamada ósmosis inversa, el problema no acaba después del tratamiento,** puesto que se obtienen dos disoluciones: una de ellas no contiene boro prácticamente, pero la otra disolución presenta concentraciones elevadas de este elemento y si no es viable su recuperación se deberá tratar como **residuo tóxico y peligroso.** (Blasco ,1992:132)”

No conocemos estudios más recientes salvo el que se cita líneas abajo de Enrique, Monfort, Busani y Mallol en su artículo del año 2000, de la problemática de las aguas residuales en la fabricación de atomizado (haciendo la salvedad de la Tesis Doctoral de Monfort, 1995), pero Blasco advierte en su estudio de 1992 que “siempre será conveniente la ejecución de un estudio concreto para cada caso en

particular, debido a que pueden surgir problemas importantes en el comportamiento reológico de los atomizados, principalmente para altos contenidos en fangos de las formulaciones (3%).” Por las opiniones de los citados en primer lugar parece que estas reticencias iniciales han sido superadas, según estos estudios del año 2000.

La situación del tratamiento de los fangos mediante inertización reintroduciéndolos en el agua con la arcilla en el momento del atomizado, además de estarse convirtiendo en la principal solución para las aguas residuales y los fangos, está mejorando de forma muy notable, pero en todo caso reciente. Así, Enrique y Monfort proponen una tabla donde se observa que el reciclado de las aguas residuales era nulo en 1988. Pasa al 5% de los fangos producidos por el sector al año siguiente, y mediante un ascenso continuado representa en 1992 el 40% de la producción de fangos, y finalmente el 65% del total de los producidos, los tratados adecuadamente en el año 1994. De seguir ese crecimiento, es posible que el problema de los fangos estuviera solucionado en 2001. Al citar a Sanz Salla (2000), ya hemos hecho referencia al dato de 300.000 toneladas de fangos secos vertidos de forma descontrolada que los autores proponen como cifra para el año 1995. Se debe suponer que esta cantidad se debe haber estabilizado, ya que es una magnitud acumulativa del total de vertidos incontrolados realizados históricamente; si en estos momentos los fangos se inertizan, el problema queda resuelto en cuanto a los vertidos que ahora ya no se están produciendo.

También afirman los autores que por **cada 1.000 m² de producción de baldosas, la bibliografía cita una cantidad de unos 16 Kg. de flúor**, cuando se requiere depurar el mismo utilizando filtros de mangas revestidos de cal. Esto supondría, para el sector cerámico español, continúan diciendo, con los niveles actuales de producción y suponiendo un grado de adecuación a la legislación muy elevado, una generación de **4.000 toneladas de este tipo de residuos** (Enrique y Monfort, 1996).

Además, en el mismo artículo, realizan un **análisis químico** de los **fangos**, que en líneas generales no se separa de forma importante de los datos aportados por Blasco (1992) (datos de análisis químico de aguas residuales y fangos) y que nosotros aportamos (los de éste último autor), y realizan un estudio para evaluar la toxicidad de cuatro muestras recogidas. De acuerdo con este estudio, las cuatro muestras resultan todas residuos tóxicos y peligrosos según la legislación norteamericana por su concentración tanto de plomo como de cadmio. Según la legislación italiana, vuelve a ocurrir lo mismo debido a la concentración de plomo, y por el contrario, sólo dos de ellas resultan tóxicas y peligrosas según la legislación española por contener plomo y cadmio en cantidades excesivas (Enrique y Monfort, 1996).

Después detallan el desarrollo de un estudio realizado en el Instituto de Tecnología Cerámica de Castellón, mediante el que se consigue inertizar los fangos secos mediante la adición de un 22,5% de

cemento Portland y agua, para luego ser depositados ya como residuos inertes.

Por su parte, Enrique, Monfort, Busani y Mallol en su artículo del año 2000, realizan un ensayo para detectar compuestos de plomo y boro en los gases emitidos por el proceso de atomización después de haber sido introducidas las aguas residuales (con fangos incluidos) para comprobar si el método de inertización mediante la reintroducción en esta fase del proceso tenía consecuencias medioambientales, dando resultado negativo además en el proceso de cocción de baldosas en el horno monoestrato de rodillos. Por otro lado, también estudiaron la presencia de boro en las aguas residuales de un proceso de producción de baldosas, después de haber sido dichas aguas introducidas en la materia prima, de forma que se comprobó que éstas no tenían boro suplementario, sino que todo el que se había reintroducido había quedado “retenido” e inertizado en el producto cocido, no presentado boro suplementario los diversos puntos de control.

Funciones que desempeña el agua. Esta sección está totalmente basada en los datos aportados por **Blasco (1992)**.

El agua utilizada se puede clasificar en tres grandes grupos en base a la función que desarrolla en el proceso, que a su vez determina el destino final de la misma. Los usos principales del agua son:

- 1) Como **materia prima** en la preparación de pastas para soportes cerámicos (molienda vía húmeda, humectación vía seca), preparación de esmaltes y humectación de piezas para la posterior aplicación de esmaltes. Este consumo de agua prácticamente **no comporta la generación de aguas residuales**, puesto que el **agua utilizada como materia prima** pasa en su práctica totalidad a la atmósfera por evaporación, en las distintas fases del proceso: atomización, secado, esmaltado y cocción.

Las **necesidades de agua** son variables en función de la masa de producto por unidad de superficie (Kg./m^2), contenido en sólidos de los atomizados, etc. No obstante pueden estimarse unos valores medios que tomando como base un metro cuadrado **de producto acabado** son:

Preparación de pastas:

-Vía Seca 08- 1,5 litros.

-Vía Húmeda 8-14 litros (media = 11 l/ m^2)

Preparación de esmaltes: 0,4-0,6 l/ m^2 (media= 0,5 l/ m^2)

Podemos ya calcular que si un metro cuadrado de baldosa pesa entre 18 Kgs. (una vez cocido) y 19,5 Kg según apuntan Mallol et al y Blasco, respectivamente, (teniendo en cuenta que cuando Blasco habla de m^2 , es de producto acabado), con una media de peso por metro cuadrado de 18,75, los datos quedan como sigue, despreciando el dato de preparación de pastas vía seca (por ser minoritario en la fabricación de baldosas):

A1) Preparación de pastas (vía húmeda).

910 Kg. de pasta cocida son $48,53 \text{ m}^2$ multiplicado por 11 l/m^2 nos da **533,83** litros (esta es la cantidad que figura en la tabla unitaria de entrada en el apartado de producción del atomizado).

A2) Preparación de esmaltes: $48,53 \text{ m}^2$ por $0,5 \text{ litros/m}^2$ son 24,26 litros.

2) Como vehículo de intercambio de calor en las operaciones de:

a) Fritado de vidriados cerámicos donde se enfría la masa fundida directamente sobre agua o bien por medio de rodillos metálicos refrigerados internamente con agua.

b) Conformación de piezas, cuando se utilizan prensas hidráulicas. Generalmente, el enfriamiento del aceite se realiza por medio de intercambiadores “multitubulares aceite-agua”.

c) Pulido y biselado en la fabricación de gres porcelánico, donde el agua se utiliza como refrigerante y como agente de arrastre de partículas. No es objeto de nuestro estudio.

El agua utilizada en estos procesos por el tipo de modificaciones que sufre puede ser reciclada en circuitos cerrados, tras operaciones simples de enfriamiento y/o depuración.

Las necesidades de agua son muy variables y dependen del tipo de instalación en particular; según datos de algunos fabricantes los consumos se establecen en:

-Prensas hidráulicas	20-100 l/m ² /prensa
-Pulido y biselado	750-2.000 l/m ²

En realidad el consumo de agua se limita a las pérdidas por evaporación y a las purgas del circuito que constituyen las únicas aguas residuales de estas operaciones, pues se intenta conseguir la recirculación total.

Podemos calcular el agua que entra en el circuito para las prensas hidráulicas (ya que en baldosas vidriadas, la producción de ellas pulidas es mínima), pero si se intenta conseguir la recirculación total, no tendremos en cuenta esta entrada al sistema.

Continúa diciendo Blasco que:

3) Como agente de lavado de las instalaciones:

- a) Sección de preparación de pastas.
- b) Sección de preparación de esmaltes.
- c) Línea de equipos de esmaltado.

Los consumos de agua de estas operaciones son extremadamente variables, dado que se realizan manualmente, y dependen además del tipo de producto fabricado, instalaciones, etc., y de los hábitos y modos de trabajar de cada empresa.

Los valores obtenidos en diversas plantas se sitúan en:

- Sección de preparación de pastas (vía húmeda) 1-2 l/m².
- Sección de preparación de esmaltes y líneas 10-20 l/m² (media = 15 l/m²).

El agua de lavado de la sección de preparación de pastas por vía húmeda es cuantitativamente poco importante, además se puede recircular fácilmente en el proceso de atomización, con un vertido nulo.

Sin embargo, el agua de lavado de las secciones de preparación y aplicación de esmaltes constituye LA PRINCIPAL FUENTE de generación de aguas residuales en la industria cerámica.

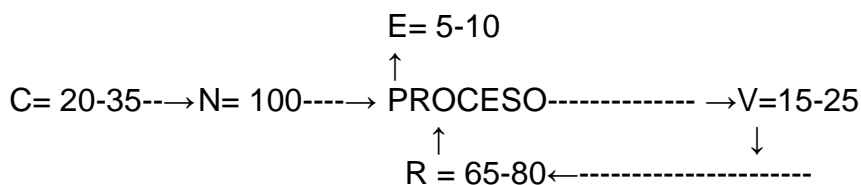
Podemos calcular el agua necesaria para el lavado, de la sección de preparación de esmaltes y líneas.

B1) Sección preparación esmaltes y líneas:

910 Kg. de pasta cocida son 48,533 m² (pesando un m² unos 18,75 Kg.), multiplicado por 15 l/m² son **728 litros**.

Tenemos que hacer ahora un alto en el camino y hablar de los **balances hídricos** que Blasco nos presenta de forma concienzuda en su libro. Esto es así debido a que tenemos que confirmar estos cálculos anteriores con los datos de los balances hídricos para una fábrica de baldosas sin atomizador, que es el caso más general en la fabricación de baldosas.

El balance hídrico para estos procesos, expresado en porcentajes, y tomando unos valores medios orientativos es:



Siendo C el consumo de agua en porcentaje, N la entrada total del sistema (que por definición es del 100%), E el porcentaje de evaporación, R el porcentaje de reciclado de agua y V el de vertido de aguas sin depurar. **Este proceso conlleva un reciclado parcial de aguas residuales.**

Posteriormente Blasco presenta un balance de flujos hídricos pormenorizado de una planta de nuestras características (que afirma son las mismas que para una planta de bicocción ciclo completo con molturación de pasta vía seca y reciclado total de aguas residuales) en el que se pueden leer los siguientes datos:

- a) Necesidad total de agua (N) = 15,97 m³.
- b) Consumo de agua (C) = **3,92 m³**
- c) Evaporación del sistema (E) = **0,63 m³**
- d) Aguas residuales sin tratar (V) = **14,15 m³**, que se desglosa en:
- e) Agua procedente del sedimentador físico = 1,16 m³, con 115,3 Kg. de sólido seco de fangos, a una concentración del 100 g/l.
- f) Agua procedente del tratamiento químico = 0,32 m³, con **19,32 Kg.** de **sólido seco de fangos**, a una concentración de 60 g/l.
- g) Agua tratada que se recicla al sistema = 12,05 m³ (76%) después de la evaporación correspondiente (total 12,68 m³).

Todo ello para **1.000 m² de baldosa producida**, con una adición de 0,9 Kg. de esmalte seco por m² (900 Kg. en total) y una **pérdida de esmalte del 15%**, es decir, 135 Kg. que inicialmente es la cantidad que se encuentra en las aguas residuales sin tratar (V) de caudal 14,15 m³ que se ha transcrito en el punto d).

Para calcular las **necesidades de agua** de una planta de fabricación de baldosas comenzamos sumando aquella que se pierde por

evaporación, que según la tabla de arriba son 0,63 m³, más 14,15 m³ de aguas residuales por tratar, y 3,92 m³ como entrada de agua al sistema (consumo de agua). Sumando estos tres componentes, tenemos una cantidad de agua de 18.070 litros por cada 1.000 m², que dividido por 48,53 m² (es decir, 910 Kg.), nos ofrece una cantidad de agua total de **907 litros**. Esta cantidad es la que figura como entrada en la tabla correspondiente en las cantidades de la fábrica de baldosas. Pero téngase en cuenta que sólo utilizamos la cantidad de **728** litros de agua de la fase de esmaltado para calcular los residuos no depurados a la salida de la tabla de dicha fábrica de baldosas, porque el agua tendrá diferentes finalidades, a parte de la obtención y limpieza de esmaltes.

En la tabla 3.1 se detalla a nivel orientativo la composición media de aguas residuales sin depurar recogidas en plantas de fabricación de pavimentos y revestimientos esmaltados, durante los tres últimos años (es decir, entre 1989 y 1992) según análisis realizados por la AICE. Los valores medios de esta tabla son los que utilizamos para construir la correspondiente a las salidas de residuos de la fábrica de baldosas, multiplicando por 728 litros procedentes del agua necesaria en la fase de preparación de esmaltado y líneas.

TABLA 3.1. Análisis químico de aguas residuales sin depurar de la fabricación de baldosas con pastas rojas.

<u>CARACTERÍSTICAS</u>	<u>INTERVALO DE VARIACIÓN</u>
pH	7-9
Mat. Suspensión (mg/l)	1-20 · 10 ³
Mat. Sedimentable (mg/l)	5-30
Cloruros (mg/l)	100-700
Sulfatos (mg/l)	100-1000
Fluoruros (mg/l)	<2
Calcio (mg/l)	50-500
Magnesio (mg/l)	10-100

Sodio (mg/l)	50-500
Potasio (mg/l)	1-50
Aluminio (mg/l)	<2
Silicio (mg/l)	5-30
Hierro (mg/l)	<0,5
Cinc (mg/l)	<2
Plomo (mg/l)	<5
Boro (mg/l)	1-60
D.Q.O. (mg/l)	100-400
D.B.O. ₅ (mg/l)	40-160 (Blasco et al, 1992:76-83).

En general, el campo de variación de la composición de los fangos es muy amplio. A continuación (tabla 4.4) se definen los intervalos habituales de variación de su composición (en porcentaje de óxido del elemento correspondiente) obtenidos a partir de análisis de fangos cerámicos procedentes de fábricas del sector, realizados por la AICE en los tres últimos años (es decir, entre 1989 y 1992).

TABLA 4.4. ANÁLISIS QUIMICO MEDIO DE FANGOS.

ELEMENTO	PORCENTAJE
SiO ₂	40 – 60%
Al ₂ O ₃	5 – 15%
Fe ₂ O ₃	0,1 – 5%
B ₂ O ₃	0 – 10%
CaO	5 – 15%
MgO	0,5 – 3%
Na ₂ O	0,5 – 3%
K ₂ O	0,5 – 3%
TiO ₂	0 – 7%
ZrO ₂	1 – 15%
PbO	0,1 – 15%
BaO	0,1 – 3%
ZnO	1 – 8%
p.p.c.	1 – 12%

(Blasco et al, 1992:146).

Dado que hay 135 Kg./1000 m² de fangos (de esmalte seco) como salida de nuestro esquema hídrico, con una media de peso de 18,75 Kg./m², hay 6,55 Kg. de esmalte seco por 910 Kg. de producto (0,135 es a 18,75 Kg. como X es a 910 Kg.).

Por su parte, en la tabla 1.1 (Mallol et al, 2001:6), relativa al **consumo de gas natural** también aparecen las etapas de **secado y cocción**. Dada la falta de datos que tenemos para poder separar ambos procesos, que se dan consecutivamente en una misma planta de fabricación de baldosas, vamos a tratarlas como una sola unidad, por lo que vamos a sumar y obtener medias. Así, los intervalos sumados se sitúan entre 680-1050 Kcal/Kg., lo que da una media de 865 Kcal/Kg. Así, este proceso consume 787.150 Kcal/910 Kg. de producto seco, lo que son **84,48 Nm³** de gas/910 Kg. Tomamos estos datos de Mallol et al (2001) porque Blasco no los aporta en su obra (seguramente con tecnología inferior técnicamente en 1992 serán superiores a los que calculamos a continuación).

TABLA 1.1. Distribución del consumo de energía térmica en el proceso de producción de baldosas cerámicas.

<u>ETAPA</u>	<u>CONSUMO (Kcal/Kg.)*</u>	<u>PORCENTAJE</u>
Secado	80-200	10%
Cocción	600-850	60%

*(Los consumos se han calculado considerando el PCI del combustible y la **masa de producto seco**). (Mallol et al, 2001:6).

Presentamos las dos tablas representativas de entrada-salida para el año 2001 (para la fábrica de baldosas), pero sólo para una tonelada fabricada (910 Kg. de producto seco). Debe observarse que si se habla de dicho año, no deben aparecer las salidas al agua, dado que actualmente se reciclan.

PAVIMENTOS Y REVEST. PASTA ROJA	
910 Kgs. DE PRODUCTO SECO (1)	
50,55 m²	ENTRADAS 2001
DESDE LA TECNOSFERA	
	Kgs.
FRITAS(2)	31,85
ATOMIZADO (3)	1.000,00
COMPONENTES ARCILLOSOS PARA EL ESMALTE(4)	45,20
COMPONENTES ORGÁNICOS PARA EL ESMALTE(5)	??
PIGMENTOS (6)	1,33
DESDE LA NATURALEZA	
AGUA(7) Litros	907,00
GAS NATURAL (8) Nm ³	84,48
ELECTRICIDAD (9)	0
(1) Teniendo en cuenta un 9% de pérdida de peso por calcinación, con un peso medio de 18 Kgs/m ² que son 50,55 m ² para 910 Kgs de producto.	
(2) Tomando el dato de Escribano de que la "monoporosa" tiene un 90% de frita en el esmalte, el gres un 50% (media=70%) y hay 0,9 Kgs. de esmalte por m ² , con un peso medio por m ² de 18 Kgs.	
(3) Arcillas preparadas para su prensado con un 5-6% de humedad y con la composición que de detalla en los apuntes del inventario del ciclo de vida para este tipo de baldosa.	
(4) Se trata de principalmente de caolín y sílice -y quizá feldspatos- para preparar el esmalte. La composición se detalla en los apuntes del inventario.	
(5) Son los compuestos orgánicos de origen industrial que se aplican con el esmalte para mejorar la calidad del producto o su mejor aplicación.	
(6) Los componentes de los pigmentos son muy variados y se analiza su composición en el anexo correspondiente (DCMA). Nosotros calculamos un 3% de media (intervalo 1-5%) en peso, respecto del peso del esmalte aplicado	
(7) Téngase en cuenta que estamos presuponiendo que no se implantan tratamientos químicos para depuración ni de gases ni de aguas residuales, de ahí que no se puedan reciclar 14,5 m ³ de agua que podría ser reciclada al sistema y reducir de forma importante el consumo.	
(8) Para ver la procedencia de este dato consultese los apuntes del inventario.	
(9) Dado que existe cogeneración para el conjunto de la industria globalmente, asumimos que no existe consumo, aunque este dato cambiará para distintas plantas.	

**REVESTIMIENTO PASTA ROJA
SALIDAS 2001- 910 KGRS**

A LA TECNOSFERA

AZULEJO ESMALTADO (50,55 m²)

910 Kgs.

A LA NATURALEZA

EMISIONES AL AIRE	GRAMOS
PARTICULAS EN SUSPENSIÓN (PS)	701,74
FLUOR (FI)	118,62
BORO (B)	1,98
COLORO (CI)	336,09
PLOMO (Pb)	0,59
OXIDOS NITROSOS (NO _x)	209,80
DIOXIDO DE AZUFRE (SO ₂)	113,08
MONOXIDO DE CARBONO (CO)	296,55
DIOXIDO DE CARBONO (CO ₂) Nm ³	98,85
OXIGENO (O ₂) Nm ³	652,41
SUSTANCIAS ORGÁNICAS (1)	GRAMOS
ALCOHOLES	10,90
CETONAS	0,16
ESTERES	1,94
COMPUESTOS SULFUROSOS	1,20
EMISIONES AL AGUA (2)	GRAMOS
Ph	8
MATERIALES EN SUSPENSION	7.644,00
MATERIAL SEDIMENTABLE	12,74
CLORUROS	291,20
SULFATOS	400,40
FLUORUROS	1,46
CALCIO	200,20
MAGNESIO	40,04
SODIO	200,20
POTASIO	20,00
ALUMINIO	1,45
SILICIO	12,70
HIERRO	0,36
CINC	1,46
PLOMO	3,64
BORO	21,80
D.Q.O	182,00
D.B.O. ₅	72,80
METALES (3)	?
<small>(1) Una composición más detallada de los compuestos orgánicos se encuentra en las</small>	
<small>(2) Valores de Blasco, 1992, página 83, (728 L/910Kgs) véase la tabla 3.1 en las</small>	
<small>(3) Son suministrados por empresas auxiliares y en ellas hay procesos de lavado en la</small>	
<small>(4) Incluye 7.150 gramos del prensado de las piezas de 1992.No hay datos hoy día, con 2495 Nm³.</small>	

PAVIMENTOS Y REVEST. PASTA ROJA

1992 910 Kgs. DE PRODUCTO SECO (1)

ENTRADAS

DESDE LA TECNOSFERA		Kgs.
FRITAS(2)		29,39
BARBOTINA (3)		1000
COMPONENTES ARCILLOSOS PARA EL ESMALTE(4)		47
COMPONENTES ORGÁNICOS PARA EL ESMALTE(5)		??
PIGMENTOS (6)		1,25
DESDE LA NATURALEZA		
AGUA(7)	litros	907
GAS NATURAL (8)	Nm3	84,48
ELECTRICIDAD (9)		0

(1) Teniendo en cuenta un 9% de pérdida de peso por calcinación, con un peso medio de 19,5 Kgs/m² que son 46,66 m² para 910 Kgs de

(2) Tomando el dato de Escribano de que la "monoporosa" tiene un 90% de frita en el esmalte y hay 0,9 Kgs. de esmalte por m², con un peso medio por m² de 19,5 Kgs.El gres tiene un 50% de frita (m=70%

(3) Arcillas preparadas para su prensado con un 5-6% de humedad y con la composición que de detalla en los apuntes del inventario del ciclo de vida para este tipo de baldosa.

(4) Se trata de principalmente de caolín y sílice -y quizá feldespatos- para preparar el esmalte. La composición se detalla en los apuntes del inventario.

(5) Son los compuestos orgánicos de origen industrial que se aplican con el esmalte para mejorar la calidad del producto o su mejor aplicación.La composición de los gases emitidos por estas sustancias están recogidas en los apuntes del inventario, pero su

(6) Los componentes de los pigmentos se detallan en los apuntes de este inventario. Nosotros calculamos un 3% de media (intervalo 1-5%) en peso, respecto del peso del esmalte aplicado

(7) Téngase en cuenta que estamos presuponiendo que no se implantan tratamientos químicos para depuración ni de gases ni de aguas residuales, de ahí que no se puedan reciclar 14,5 m³ de agua que podría ser reciclada al sistema y reducir de forma important

(8) Para ver la procedencia de este dato consultese los apuntes del inventario

(9) Dado que existe cogeneración para el conjunto de la industria globalmente, asumimos que no existe consumo, aunque este dato cambiará para distintas plantas.

SALIDAS 1992- 910 KGRS.

A LA TECNOSFERA

AZULEJO ESMALTADO (46,66 m²)

910 Kgs.

A LA NATURALEZA

EMISIONES AL AIRE	GRAMOS
PARTICULAS EN SUSPENSIÓN (PS) (4)	7.644,00
FLUOR (F)	152,00
BORO (B)	18,00
CLORO ⁻ (Cl ⁻)	306,00
PLOMO (Pb)	56,00
OXIDOS NITROSOS (NO _x)	306,00
DIOXIDO DE AZUFRE (SO ₂)	426,00
MONOXIDO Y DIÓXIDO DE CARBONO (CO ₂) Nm ³	sin datos
OXÍGENO (O ₂) Nm ³ sin datos	sin datos
SUSTANCIAS ORGÁNICAS (1) SIN DATOS	GRAMOS
ALCOHOLES	sin datos
CETONAS	sin datos
ESTERES	sin datos
COMPUESTOS SULFUROSOS	sin datos
EMISIONES AL AGUA (2)	GRAMOS
Ph	8
MATERIALES EN SUSPENSIÓN	4.586,40
MATERIAL SEDIMENTABLE	7,64
CLORUROS	174,72
SULFATOS	240,24
FLUORUROS	0,88
CALCIO	120,12
MAGNESIO	24,02
SODIO	120,12
POTASIO	12,00
ALUMINIO	0,87
SILICIO	7,62
HIERRO	0,22
CINC	0,88
PLOMO	2,18
BORO	13,08
D.Q.O	109,20
D.B.O. ₅	43,68
METALES (3)	?
(1) Una composición más detallada de los compuestos orgánicos se encuentra en las páginas del inventario. Se forman durante la aplicación, se queman a temperaturas más bajas que las que se usan en los procesos de fabricación, se forma CO ₂ .	
(2) Valores de Blasco, 1992, página 83, (728 L/910Kgs) véase la tabla 3.1 en las páginas del inventario. Son valores medios.	
(3) Son suministrados por empresas auxiliares y en ellas hay procesos de lavado en la que se segregan este tipo de sustancias, por ej. Cr(VI), Cr(V), Co, Ni.....	
(4) Incluye 7.150 gramos del prensado de las piezas	

Téngase en cuenta que en las salidas para 2001 no debe aparecer las emisiones al agua; están porque es la caracterización química completa de la fabricación de una tonelada. En su momento, cuando exponamos las emisiones del año 2001 para toda la producción anual sectorial, anularemos todas las emisiones al agua. Debe tenerse en cuenta que los datos de agua residual en 1992, se han reducido en un 40%, que es la parte que en dicho año se reciclaba (véase más arriba).

En el apartado "Materiales en suspensión" de la tabla de salida, con las cifras de 7.644 gramos al agua, se esconde gran cantidad de arcillas disueltas que engrosan la cifra pero que no se corresponde con los elementos o compuestos que figuran abajo en la misma tabla (información facilitada por Eliseo Monfort, del ITC).

BIBLIOGRAFÍA.

ATKINSON, G. (1996). Desarrollo sustentable: Teoría, medición y políticas. ICE, 751, pp. 15-26

BARBA, A.; BELTRÁN, V; FELIU, C. y otros (2002): Materias Primas para la fabricación de Soportes de Baldosas Cerámicas. Instituto de Tecnología Cerámica (ITC). Castellón.

BOU, E.; GAZULLA, M. F.; ORTS, M. F.; SANCHEZ, E.; SANZ, V.; VICIANO, F. Manual para el control de la calidad de materias primas empleadas en la preparación de los vidriados cerámicos. ITC, Instituto de Tecnología Cerámica, 2000, Castellón).

BUSANI, G.; ENRIQUE, J.E. Contaminación atmosférica e hídrica. Cerámica Información nº 225, Noviembre 1996.

ENRIQUE, J.E.; MONFORT, E. Situación actual y perspectivas de futuro de los residuos de la industria azulejera. Cerámica Información, nº 221, Agosto 1996).

ENRIQUE, J.E.; MONFORT, E.; BUSANI, G.; MALLOL, G. Reciclado de aguas residuales en la fabricación de baldosas cerámicas. Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, 39 [1] 149-154 (2000).

ESCRIBANO LÓPEZ, P.; CARDA CASTELLÓ, J.B.:CORDONCILLO , E. Esmaltes y pigmentos cerámicos. Faenza Editrice Iberica, 2001, Castellón.

GIMENO, E; CELADES LOPEZ, I; MALLOL GASCH, G. Cuestiones sobre medio ambiente para un técnico del sector cerámico. 1999, Instituto de Tecnología Cerámica, ITC, Castellón.

MEMBRADO I TENA. La Indústria Ceràmica de la Plana de Castelló. (Estudi Geografic). (1998). TESIS DOCTORAL (2 volúmenes). Facultad de Geografía e Historia. Universidad de Valencia.

MONFORT, E; CELADES, I; MALLOL, G. (1999): Cuestiones sobre el Medio Ambiente para un técnico del Sector Cerámico. Instituto de Tecnología Cerámica (ITC), AICE. Castellón.

MONRÓS, G.; BADENES, J. A.; GARCÍA, A.; TENA, M^a. A. (2003): El Color de la Cerámica: Nuevos mecanismos en pigmentos para los nuevos procesados de la Industria Cerámica. Publicacions de la Universitat Jaume I de Castelló.

CAPÍTULO 7º. EL INVENTARIO DEL CICLO DE VIDA PARA EL SECTOR.

Este capítulo está dedicado a exponer las tablas de entrada-salida del atomizado, fritas y cocción de baldosas, tanto con las medidas de reducción de contaminantes, como sin ellas, para poder comparar entre ambas situaciones, para el año 2001; así como los contaminantes habidos en el año 1992 con la producción del año 2001, con lo que, hallando las diferencias, aunque de forma intuitiva por falta de datos, se pueden comprobar las mejoras entre dichos años. Exponemos también, la problemática de algunas sustancias que no se eliminan del proceso productivo, bien sea por motivos económicos o por no ser demasiado perjudiciales, o bien poder reducirse las emisiones tóxicas y peligrosas manipulando las materias primas para que no aparezcan.

Entre estas sustancias encontramos en primer lugar los óxidos de nitrógeno (NO_x), que son los monóxidos o los dióxidos de nitrógeno. Sencillamente no se eliminan por ser excesivamente onerosos los métodos para ello, utilizando simplemente las manipulaciones a que nos referíamos en las materias primas, llamadas normalmente primarias o preventivas.

En cuanto al dióxido y trióxido de azufre (otra salida indeseable del sistema) (SO_x), se afirma que las emisiones son mínimas y por tanto poco perjudiciales para el medio ambiente.

Respecto a las sustancias orgánicas utilizadas, simplemente no existe en estos momentos (Mallol et al, 2001) ningún sistema de depuración instalado en las salidas de los procesos productivos.

Sin embargo, se da a conocer que en el proceso de atomización, además de los ciclones (un sistema de depuración) que están instalados en todos los **atomizadores**, en un **50%** del total hay otras medidas ya instaladas complementarias.

Presentamos, a partir de éste último dato, la tabla de la producción de atomizado para el año 2001, para respetar así el “punto de corte” que hemos establecido para poder realizar mediciones que se refieran al mismo momento por motivos metodológicos.

SECTORIAL		2001
ATOMIZACIÓN	LOTES	10.015.991,20
ENTRADAS		
AGUA	5.569.391,91	MILES DE LITROS
ARCILLA	10.015.991,20	TONELADAS
GAS NATURAL	376.300.789,30	Nm ³
SALIDAS		
Tm ATOMIZADO	10.015.991,20	TONELADAS
EMISIONES AL AIRE		
		TONELADAS
PS		91.268,45
BORO	B	11,89
COLORO	Cl	118,88
PLOMO	Pb	11,89
ÓXIDOS NITR.	NO _x	428,78
MONOX.CARB	CO	397,47
DÍOXIDO CAR.	CO ₂ (2,5%)Nm ³	990.080.729,90
CON REDUCC. DE LAS PS UN 50%		

Ahora mostramos las cifras para 100 Kg. de frita y después para la frita que entra en el sistema en el 2001, para el pivote de 910 Kgrs.:

2001 ENTRADAS FRITAS		
COMPONENTES FRITAS	KGRS.	100
AGUA	LITROS	100
GAS NATURAL	Nm3	20,72
2001 SALIDAS		
FRITAS	KGRS.	90
PS	GRAMOS	1.679,25
F		5,37
B		13,95
CI		27,36
NOx		797,08
CO		274,96
CO2 (%)		59,02
AGUA RESIDUAL		??? (1)
(1) Agua procedente de la purga del sistema de enfriamiento.		

CASTELLON		
2001 ENTRADAS FRITAS		
COMPONENTES FRITAS	KGRS.	35,39
AGUA	LITROS	35,39
GAS NATURAL	Nm3	6,60
2001 SALIDAS		
FRITAS	KILOGRAMO	31,85
PS	GRAMOS	594,28
F		1,90
B		4,94
CI		9,68
NOx		282,09
CO		97,31
CO2 (%) Nm3		20,89
AGUA RESIDUAL		??? (1)
(1) Agua procedente de la purga del sistema de enfriamiento.		

En cuanto a éstas fábricas de fritas, se reducen en un 20% las emisiones de partículas (que siempre están constituidas por los mismos elementos que se añaden al horno) y se muestra ahora, la tabla con dicha reducción, primeramente para la producción de fritas necesarias para poder producir el total de baldosas de la provincia de Castellón. Unas páginas más adelante, en esta introducción, expondremos la tabla con las exportaciones, que rondan el 58% de la producción (que no son tomadas en cuenta en esta primera tabla, pero que naturalmente influyen en la emisión de tóxicos):

FRITAS		2001	9114552990 KILOGRAMOS
		LOTES 910K	10.015.992,30
2001 ENTRADAS		FRITAS	
COMPONENTES FRITAS	TONELADAS	354.454,84	
AGUA	miles LITROS	354.454,84	
GAS NATURAL	Nm3	66.098.738,31	
PARA TODO EL SECTOR			
2001 SALIDAS			
FRITAS	TONELADAS	319.009,35	
PS		4.761,88	
F		19,02	
B		49,44	
Cl		96,99	
NO _x		2.825,37	
CO		974,63	
CO ₂ (%) Nm3		209.188.090,72	
AGUA RESIDUAL		??? (1)	
(1) Agua procedente de la purga del sistema de enfriamiento.			
CON REDUCCIÓN		DEL 20% PS	

No puede pasarse por alto el proceso de producción de pigmentos pues, desafortunadamente, no está nada claro cuál es el destino final de las aguas que se utilizan en las fábricas para el proceso denominado “de lavado final”; agua que contiene probablemente tantos productos de alta peligrosidad medioambiental y para los trabajadores como la propia

producción de fritas, sin hacer mención a las aguas residuales de la limpieza de las líneas de esmaltado en las fábricas de cocción.

Llega después el proceso de cocción de las baldosas, y de secado (anterior a la cocción), que utiliza el aire caliente sobrante de la cocción para establecer las condiciones de secado iniciales que afectan a las características del producto final. Mostramos en el anexo, la tabla de emisiones de salida del subproceso de secado.

Según los diversos autores de estos estudios, no hay instalado ningún sistema de depuración en estas fases del proceso productivo (cocción), siendo por tanto las emisiones las calculadas previamente por nosotros, sin rectificación alguna respecto de los gases, aunque sí se asume que podría estar solucionado el problema de los fangos, por lo que desaparecen de la tabla las emisiones al agua. En la tabla siguiente aparecen dichas emisiones al agua, si no hubiese tratamiento de fangos, pero eliminando en la 2ª columna de dicha tabla las mismas. Es decir, presentamos una tabla de dos columnas, una con protecciones medioambientales instaladas (es decir, sin fangos para el caso de las fábricas de baldosas, y con un 50% de reducción en el atomizado y un 20% en el caso de las partículas en suspensión de las salidas de las fábricas de atomizado y fritas), y otra columna sin ellas. También se exponen los datos relativos respecto de la cuantificación de fangos producidos en 2002 (la producción de 2002 fue casi idéntica a la del 2001, debido a la crisis del sector), como ejemplo, citando a la empresa Secolén, como encargada de la recogida y tratamiento de estos fangos (17.000 Tm. anuales), aunque su capacidad de neutralización en toneladas sea mucho menor que las aparecidas en las fábricas de cocción de baldosas y que ahora se reintroducen en los procesos de atomización.

Posteriormente, se habla del problema del caso del boro y se afirma que incluso de ser recogido a la salida, no deja de ser un producto tóxico y peligroso que es necesario manipular convenientemente.

Después se muestran las tablas de emisiones de las fábricas de fritas incluyendo la producción exportada a otros países para que el cuadro de emisiones quede completo. También **aportamos, en el anexo, una tabla con el total de entradas-salidas para todo el sector, y después dicha tabla revisada al alza un 16%**; en el anexo se justifica este aumento de las emisiones.

Mostramos ahora los diferentes resultados de las emisiones con, y sin tecnologías medioambientales aplicadas para el año de referencia 2001.

Por otra parte, aunque algo defectuosa por existir cambios en los parámetros de referencia (tecnología, medidas medioambientales, etc. o de otro tipo), exponemos, después de las tablas de 2001, las del año 1992, año de referencia para la publicación de Blasco, tanto las entradas como las salidas de dicho año, y también las diferencias en el proceso de fabricación de baldosas y de fritas para la producción de 2001, de forma que se pueda intuir (debido a la falta de datos respecto a 1992), cómo han mejorado las medidas medioambientales instaladas, midiendo la diferencia de los contaminantes expulsados con las dos tecnologías de los años aludidos (pero con una misma producción: la de 2001).

FABRICA DE PAVIMENTO Y REVESTIMIENTO		SIN MEDIDAS DE PROTECCIÓN	CON MEDIDAS DE PROTECCIÓN
		AÑO 2001	AÑO 2001
ENTRADAS	TONELADAS		
FRITAS		319.009,35	319.009,35
ATOMIZADO		10.015.992,30	10.015.992,30
COMPONENTES ARCILLOSOS ESMALTE		452.722,85	452.722,85
COMPONENTES ORGANICOS PARA EL ESMALTE		??	??
PIGMENTOS		13.321,27	13.321,27
AGUA	LITROS	9.084.505.013,11	9.084.505.013,11
GAS NATURAL	Nm3	846.151.029,23	846.151.029,23
ELECTRICIDAD		0	0

Fabrica de Pavimento y revestimiento

SALIDAS

EMISIONES AL AIRE	PRODUCCION	TONELADAS	
Partículas suspensión		7.028,57	7.028,57
Fluor		1.188,10	1.188,10
Boro		19,80	19,80
Cloro		3.366,27	3.366,27
Plomo		5,94	5,94
Oxidos nitrosos		2.101,35	2.101,35
Dióxidos de azufre		1.132,65	1.132,65
Monóxido de carbono CO		2.970,24	2.970,24
Dióxidos de carbono CO2 Nm3		990.080.838,53	990.080.838,53
Oxígeno Nm3		6.534.533.534,29	6.534.533.534,29
Alcoholes		109,17	109,17
Cetonas		1,64	1,64
Esteres		19,43	19,43
Compuestos Sulfurosos		12,02	12,02

EMISIONES AL AGUA	SALIDAS	TONELADAS	0
pH 8			
Materiales en suspensión		7.644,00	
Material sedimentable		12,74	
Cloruros		291,20	
Sulfatos		400,40	
Fluoruros		1,46	
Calcio		200,20	
Magnesio		40,04	
Sodio		200,20	
Potasio		20,00	
Aluminio		1,45	
Silicio		12,70	
Hierro		0,36	
Cinc		1,46	
Plomo		3,64	
Boro		21,80	
D.Q.O.		182,00	
D.B. O5		72,80	
METALES PESADOS		?	

	SIN MEDIDAS DE PROTECCIÓN	CON MEDIDAS DE PROTECCIÓN
	AÑO 2001	AÑO 2001
	TONELADAS	
ATOMIZACIÓN		
ENTRADAS		
AGUA (MILES DE LITROS)	5.569.391,91	5.569.391,91
MATERIAL ARCILLOSO TONELADAS	10.015.991,20	10.015.991,20
GAS NATURAL Nm3	376.300.789,30	376.300.789,30

	PRODUCCION	
	TONELADAS	
	ATOMIZACION	
SALIDAS (EMISIONES AL AIRE)		
PARTICULAS EN SUSPENSIÓN	182.536,91	91.268,45
BORO	11,89	11,89
CLORO	118,88	118,88
PLOMO	11,89	11,89
OXIDOS NITROSOS (Nox)	428,78	428,78
MONOXIDO DE CARBONO (CO)	397,47	397,47
DIÓXIDO DE CARBONO (CO2) Nm3	990.080.729,90	990.080.729,90

	TOTALES CON EXPORTACIONES 1,58%	AÑO 2001 SIN MEDIDAS DE PROTECCIÓN	AÑO 2001 CON MEDIDAS DE PROTECCIÓN
		TONELADAS	
		FRITAS	
ENTRADAS			
COMPONENTES DE LAS FRITAS (TONELADAS)		560.038,65	560.038,65
AGUA (MILES DE LITROS)		560.038,65	560.038,65
GAS NATURAL Nm3		104.436.006,52	104.436.006,52
SALIDAS			
FRITA		504.034,78	504.034,78
PS		9.404,72	7.523,77
FLUOR		30,05	30,05
BORO		78,12	78,12
CLORO		153,24	153,24
ÓXIDOS NITROSOS		4.464,09	4.464,09
MONOXIDO DE CARBONO		1.539,91	1.539,91
DIÓXIDO DE CARBONO (Nm3)		330.517.183,34	330.517.183,34
AGUAS RESIDUALES		???	???

PAVIMENTOS Y REVEST. PASTA ROJA		
4.127.750 TONELADAS		
ENTRADAS 1992		lotes
DESDE LA TECNOSFERA		4.535,99
		TONELADAS
FRITAS(2)		133.312,72
BARBOTINA (3)		4.535.989,01
COMPONENTES ARCILLOSOS PARA EL ESMALTE(4)		213.191,48
COMPONENTES ORGÁNICOS PARA EL ESMALTE(5)		??
PIGMENTOS (6)		5.670
DESDE LA NATURALEZA		
AGUA(7)	Litros	4.114.142.033
GAS NATURAL (8)	Nm3	383.200.352
ELECTRICIDAD (9)		0
(1) Teniendo en cuenta un 9% de pérdida de peso por calcinación, con un peso medio de 19,5 Kgs/m ² que son 46,66 m ² para 910 Kgs de producto.		
(2) Tomando el dato de Escribano de que la "monoporosa" tiene un 90% de frita en el esmalte y hay 0,9 Kgs. de esmalte por m ² , con un peso medio por m ² de 19,5 Kgs.El gres tiene un 50% de frita, con lo que la media para baldosas es del 70%.		
(3) Arcillas preparadas para su prensado con un 5-6% de humedad y con la composición que de detalla en los apuntes del inventario del ciclo de vida para este tipo de baldosa.		
(4) Se trata de principalmente de caolín y sílice -y quizá feldespatos- para preparar el esmalte. La composición se detalla en los apuntes del inventario.		
(5) Son los compuestos orgánicos de origen industrial que se aplican con el esmalte para mejorar la calidad del producto o su mejor aplicación.La composición de los gases emitidos por estas sustancias están recogidas en los apuntes del inventario, pero su		
(6) Los componentes de los pigmentos se detallan en los apuntes de aproximación medioambiental que acompaña este inventario. Nosotros calculamos un 3% de media (intervalo 1-5%) en peso respecto del peso del esmalte aplicado		
(7) Téngase en cuenta que estamos presuponiendo que no se implantan tratamientos químicos para depuración ni de gases ni de aguas residuales, de ahí que no se puedan reciclar 14,5 m ³ de agua que		
(8) Para ver la procedencia de este dato consultese los apuntes del inventario		
(9) Dado que existe cogeneración para el conjunto de la industria globalmente, asumimos que no existe consumo, aunque este dato cambiará para distintas plantas.		

PAVIMENTOS Y REVEST. PASTA ROJA		
9.114.552.990 TONELADAS		
ENTRADAS 1992		lotes
DESDE LA TECNOSFERA		10.015.992,30
		TONELADAS
FRITAS(2)		294.370,01
BARBOTINA (3)		10.015.992,30
COMPONENTES ARCILLOSOS PARA EL ESMALTE(4)		470.751,64
COMPONENTES ORGÁNICOS PARA EL ESMALTE(5)		?????
PIGMENTOS (6)		12.519,99
AGUA(7)	Litros Miles	9.084.505,02
GAS NATURAL (8)	Nm3	846.151.029,50

EXISTÍAN EN 1992 SALIDAS NO CONTROLADAS DE FANGOS EN UN 60% DE LOS PRODUCIDOS, QUEDANDO EL RESTO YA RECICLADOS (Enrique y Monfort, 1996).

REVESTIMIENTO PASTA ROJA
SALIDAS 1992- 4.027.725 Tm

A LA TECNOSFERA

AZULEJO ESMALTADO 206,55 Mm²;

LOTES

4426071,43

A LA NATURALEZA

EMISIONES AL AIRE **TONELADAS**

PARTICULAS EN SUSPENSIÓN (PS) (4)	33.832,89
FLUOR (F)	672,76
BORO (B)	79,67
CLORO ⁻ (Cl ⁻)	1.354,38
PLOMO (Pb)	247,86
OXIDOS NITROSOS (NO _x)	1.354,38
DIOXIDO DE AZUFRE (SO ₂)	1.885,51
AMONIACO (NH ₃)	17,70
MONOXIDO Y DIÓXIDO DE CARBONO (CO ₂) Nm ³	sin datos
OXÍGENO (O ₂) Nm ³ sin datos	sin datos

SUSTANCIAS ORGÁNICAS (1) SIN DATOS **GRAMOS**

ALCOHOLES	sin datos
CETONAS	sin datos
ESTERES	sin datos
COMPUESTOS SULFUROSOS	sin datos

EMISIONES AL AGUA (2) **TONELADAS**

Ph	8	
MATERIALES EN SUSPENSIÓN		20.299,73
MATERIAL SEDIMENTABLE		33,83
CLORUROS		773,32
SULFATOS		1.063,32
FLUORUROS		3,88
CALCIO		531,66
MAGNESIO		106,33
SODIO		531,66
POTASIO		53,11
ALUMINIO		3,85
SILICIO		33,73
HIERRO		0,96
CINC		3,88
PLOMO		9,67
BORO		57,89
D.Q.O		483,33
D.B.O ₅		193,33
METALES (3)		?

(1) Una composición más detallada de los compuestos orgánicos se encuentra en las páginas del inventario. Se forman durante la aplicación, se queman a temperaturas más bajas que las que se usan en los procesos de fabricación, se forma CO₂.

(2) Valores de Blasco, 1992, página 83, (728 L/910Kgs) véase la tabla 3.1 en las páginas del

(3) Son suministrados por empresas auxiliares y en ellas hay procesos de lavado en la que se segregan

(4) Incluye 7.150 gramos/910 kg. del prensado de las piezas (dato de 1992).

REVESTIMIENTO PASTA ROJA		
SALIDAS 1992- 9.114.552 Tm		
A LA TECNOSFERA		
AZULEJO ESMALTADO 506,364 Mm ² ;	LOTES =	10.015.992,30
A LA NATURALEZA		
EMISIONES AL AIRE		TONELADAS
PARTICULAS EN SUSPENSIÓN (PS) (4)		76.562,25
FLUOR (FI)		1.522,43
BORO (B)		180,29
CLORO (Cl)		3.064,89
PLOMO (Pb)		560,90
OXIDOS NITROSOS (NO _x)		3.064,89
DIOXIDO DE AZUFRE (SO ₂)		4.266,81
AMONIACO (NH ₃)		40,06
MONOXIDO Y DIOXIDO DE CARBONO (CO ₂) Nm ³		sin datos
OXIGENO (O ₂) Nm ³ sin datos		sin datos
SUSTANCIAS ORGÁNICAS (1)	SIN DATOS	TONELADAS
ALCOHOLES		sin datos
CETONAS		sin datos
ESTERES		sin datos
COMPUESTOS SULFUROSOS		sin datos
EMISIONES AL AGUA (2)		TONELADAS
Ph	8	
MATERIALES EN SUSPENSIÓN		45.937,35
MATERIAL SEDIMENTABLE		76,56
CLORUROS		1.749,99
SULFATOS		2.406,24
FLUORUROS		8,77
CALCIO		1.203,12
MAGNESIO		240,62
SODIO		1.203,12
POTASIO		120,19
ALUMINIO		8,71
SILICIO		76,32
HIERRO		2,16
CINC		8,77
PLOMO		21,87
BORO		131,01
D.Q.O		1.093,75
D.B.O ₅		437,50
METALES (3)		?
(1) Una composición más detallada de los compuestos orgánicos se encuentra en las páginas del inventario. Se forman durante la aplicación, se forma CO ₂ .		
(2) Valores de Blasco, 1992, página 83, (728 L/910Kgs) véase la tabla 3.1 en las páginas del inventario. Son valores medios.		
(3) Son suministrados por empresas auxiliares y en ellas hay procesos de lavado en la que se segregan este tipo de sustancias, por ej. Cr(VI), Cr(V), Co, Ni.....		
(4) Incluye 7.150 gramos/910 kg. del prensado de las piezas (dato de 1992).		

FRITAS.

FRITAS 2001 SALIDAS			DIFERENCIAS TONELADAS	
FRITAS	TONELADAS	504.034,78	AÑO 1992	
PS	7.523,77	55.823,69		48.299,92
F	30,05	483,05		453,00
B	78,12	227,85		149,73
Cl	153,24	446,59		293,35
NOx	4.464,09	7.309,49		2.845,40
CO	1.539,91	sin datos		
CO2 (%) Nm3	330.517.183,34	sin datos		
AGUA RESIDUAL	??? (1)	sin datos		
(1) Agua procedente de la purga del sistema de enfriamiento.				
CON REDUCCIÓN DEL 20% PS				
Desaparecidas en 2001 respecto del año 1992:				
9.114,07	PLOMO 1992.			
665,33	DIOXIDO AZUFRE			
0,91	AMONIACO			

	FABRICA DE BALDOSAS	COCCIÓN		
	9114552 Tm	1992	2001	DIF. TONELADAS
PARTICULAS EN SUSPENSIÓN (PS) (4)		76.562,25	7.028,57	69.533,67
FLUOR (F)		1.522,43	1.188,10	334,33
BORO (B)		180,29	19,80	160,49
CLORO ⁻ (Cl ⁻)		3.064,89	3.366,27	-301,38
PLOMO (Pb)		560,90	5,94	554,96
OXIDOS NITROSOS (NOx)		3.064,89	2.101,35	963,55
DIÓXIDO DE AZUFRE (SO ₂)		4.266,81	1.132,65	3.134,16
AMONIACO (NH ₃)		40,06	sin datos	
MONOXIDO(CO) Nm3		sin datos	2.970,24	
DIÓXIDO DE CARBONO (CO ₂) Nm3		sin datos	990.080.838,53	
OXÍGENO (O ₂) Nm3	sin datos	sin datos	6.534.533.534,29	

ANEXO AL CAPÍTULO 7º.

EL INVENTARIO REAL DEL CICLO DE VIDA PARA EL SECTOR. REDUCCIÓN DE EMISIONES DEBIDO A LAS MEDIDAS DE CONTROL ESTABLECIDAS EN EL PROCESO DE ATOMIZACIÓN, Y DE PRODUCCIÓN DE FRITAS; Y LA SITUACIÓN DE ALGUNOS COMPUESTOS PARA LOS QUE NO EXISTEN MEDIDAS CONVENIENTES DE CONTROL MEDIOAMBIENTAL.

Dado que hay que homogenizar los datos, es necesario que los métodos medioambientales que son aplicables en un año determinado, se comparen con las emisiones tanto teóricas como aproximadamente reales que se producen en ese momento del tiempo. Ahora presentamos lo que puede ser una aproximación a las emisiones que se produjeron en el año 2001, dado que la bibliografía ofrece todos los datos citados para este año.

Acudiendo a los datos ofrecidos por el Instituto Valenciano de Estadística, hemos podido obtener las toneladas que en diversos años se han producido en la provincia de Castellón. Presentamos a continuación los códigos que se han utilizado para construir los cuadros de producción de baldosas.

Código 26301073. **Pavimentos y revestimientos de gres** en piezas de superficie ≥ 90 cm², barnizadas y esmaltadas, 298.825.000 m², cifra que multiplicada por 18,75 Kg./m² ofrece 5.602.968.750 Kg.; esta cantidad dividida por 910 Kg. son **6.157.108,5 partidas producidas.**

Código 26301075. **Pavimentos y revestimientos de loza** (blanca y roja) en piezas de superficie ≥ 90 cm², barnizadas y esmaltadas. 206.126.000 m², que son 3.864.862.500 Kg., es decir, **4.247.101,6 partidas de baldosas fabricadas**, teniendo cada una un peso de 910 Kg.

Código 24302130. **Pigmentos, opacificantes y colores preparados** y preparaciones similares utilizados en cerámica, industria del vidrio, etc. **43.496 Tm.**

Código 24302150. **Composiciones vitrificables, engobes** y preparaciones similares utilizadas en cerámica, industria del vidrio, etc. **722.625 Tm.**

Los dos últimos códigos no son representativos de la industria de la baldosa, dado que incluye la industria del vidrio y otras, aunque luego hablaremos sobre la capacidad exportadora de éstas.

Todos los datos han sido tomados de la estadística de productos, sector 23. Azulejos, IVE.

Como puede observarse, los dos primeros códigos recogen los pavimentos y revestimientos de gres y la segunda los de loza (blanca y roja). Aunque la palabra loza tiene el significado de “barro fino, cocido y barnizado, de que están hechos los platos, tazas, etc.”, según el diccionario de la Real Academia de la Lengua (1992), opinamos que tanto como por la cantidad fabricada, como por la propia denominación de “Pavimentos y revestimientos”, éste epígrafe responde a la fabricación de éstos dos últimos.

Sumando las cantidades para ambos códigos, obtenemos **10.404.210,1** de partidas de 910 Kg. de peso cada una. Esta es la cantidad por la que hay que multiplicar tanto las entradas como las salidas de la tabla de fabricación de baldosas para 2001.

Sin embargo, para las fábricas de fritas, esmaltes y pigmentos tomaremos la cantidad que nos resulte de trasladar los datos de la fabricación de baldosas; es decir, obtendremos para cada partida de 910 Kg. la cantidad especificada en su tabla (31,85 Kg. de frita para esmaltar+45,20

Kg. de componentes arcillosos para el esmalte+1,33 Kg. de pigmentos), quedando por tanto $(10.404.210,1 \cdot 33,18 = 345.294.924,8$ Kg., siendo los 10 primeros millones citados el número de lotes de 910 Kg. que se fabrican en el 2001), es decir **345.295 Tm de fritas**, esmaltes y pigmentos, cuando los datos que ofrece el I.V.E. son $43.496 \text{ Tm} + 722.625 \text{ Tm} =$ **766.121 Tm.** para los dos códigos de fabricación. Esta diferencia puede explicarse mediante la observación de que las fábricas de fritas y pigmentos españolas están exportando gran parte de su producción. Pero es necesario tener en cuenta que estos códigos incluyen la industria del vidrio. La cifra de exportaciones de fritas de que tenemos noticia es del **58%** de la producción de la misma.

Partimos de la transformación de las tablas de fabricación de baldosas, para después “arrastrar” los datos hacia las tablas de fabricación de fritas y de atomizado.

Por otra parte, a partir de ahora exponemos comentarios sobre los contaminantes y sus soluciones, siguiendo el esquema que se ha trazado al comienzo de este capítulo 7º, así como las cuantías de reducción en las partículas en suspensión tanto en el proceso de atomizado como en el de fritas; también incluimos las emisiones del subproceso de secado, que no hemos tenido ocasión de tratar. Finalmente, exponemos las tablas para todos los procesos de fabricación de baldosas, y dos tablas que hacen referencia a los totales sectoriales (entradas y salidas conjuntas).

- 1) Mallol et al. afirma en su libro que: **“Dados lo costes de estos sistemas de reducción de la concentración de NO_x y las concentraciones de esta sustancia en los gases de combustión en la industria cerámica, en los**

casos en los que sea necesario el control del NO_x , se intentará aplicar únicamente las medidas primarias o preventivas adecuadas.”

2) En cuanto a **otros componentes**, como el dióxido y trióxido de azufre (SO_x), MalloI et al afirma que:”los niveles de emisión de azufre actuales en la industria azulejera en España son muy reducidos, precisamente por la adopción mayoritaria de estas medidas”, refiriéndose a aquellas que consisten en seleccionar las materias primas adecuadas para la cocción de la pasta.

3) Hay que añadir que las **sustancias orgánicas** presentes en las materias primas, producen emisiones no deseables cuando se cuece la pieza, y por ello es conveniente un nivel bajo de contenido de las mismas en las materias primas. Manipulando debidamente la composición de las pastas se consigue disminuir este tipo de emisiones; pero además, los costes de la depuración de estas sustancias es alto y su presencia baja, con lo que en estos momentos “**los sistemas de depuración para estas materias no se encuentran instalados actualmente en ninguna empresa del sector cerámico español**” (MalloI et al, 2001).

4) El **50% de las instalaciones de secado por atomización ubicadas en España han adoptado algún sistema de depuración además de los ciclones**. Este hecho supone que aproximadamente el 50% de las instalaciones presentan una concentración en **polvo** en sus emisiones inferior al margen mínimo del intervalo reflejado en la tabla 4.1, es decir, menores a 130 mg./Nm^3 . Si se toman como base las recomendaciones de la CET, el valor de la concentración de partículas a la salida que se ha de tener en cuenta para el diseño de las instalaciones de depuración es de 75 mg./Nm^3 . (MalloI et al, 2001:69-70).” Busani y Enrique (1996:38) afirman en

su artículo que los límites de las emisiones de las industrias de baldosas cerámicas y de fritas y esmaltes son 150 mg/Nm^3 de partículas sólidas (atención a este punto porque no habla de polvo en suspensión, sino de algo que parece genéricamente más amplio que puede contener elementos o compuestos diversos), mientras que en Italia en dicho año estaba en 30 mg/Nm^3 . Escribano, en el 2000, ofrece el mismo dato de emisión para España.

Hay que especificar que las cantidades que figuran son una parte de las que se producen en fábricas de atomizado dotadas de ciclones todas ellas, lo que ya implica determinado grado de depuración de las sustancias que se emiten.

Todos los valores de las concentraciones con los que se ha elaborado la tabla presentada como conjunto de emisiones de la fabricación de atomizado, se han medido en atomizadores equipados con ciclones, realizándose las medidas después de los mismos.

Un 50% de plantas de fabricación de atomizado tiene instaladas medidas adicionales a los ciclones; y suponiendo que esas medidas evitan la emisión de polvo, la cantidad del mismo medido después de los ciclones será el 50% de la cantidad total (de esas partículas en suspensión).

	SIN MEDIDAS DE PROTECCIÓN	CON MEDIDAS DE PROTECCIÓN
	AÑO 2001	AÑO 2001
ATOMIZACIÓN		
ENTRADAS		
AGUA (MILES DE LITROS)	5.569.391,91	5.569.391,91
MATERIAL ARCILLOSO TONELADAS	10.015.991,20	10.015.991,20
GAS NATURAL Nm3	376.300.789,30	376.300.789,30
ATOMIZACION		
PRODUCCION		
SALIDAS (EMISIONES AL AIRE)		
PARTICULAS EN SUSPENSION	182.536,91	91.268,45
BORO	11,89	11,89
CLORO	118,88	118,88
PLOMO	11,89	11,89
OXIDOS NITROSOS (Nox)	428,78	428,78
MONOXIDO DE CARBONO (CO)	397,47	397,47
DIÓXIDO DE CARBONO (CO2) Nm3	990.080.729,90	990.080.729,90

Téngase en cuenta que es muy probable que la utilización del “polvo en suspensión” y “partículas en suspensión” puede ser indistinta para nombrar la misma cosa, con alguna matización de carácter químico; hemos decidido eliminar el 50% de las partículas en suspensión únicamente. El resto de elementos o compuestos químicos queda como en la tabla de partida. Según conversación mantenida con Eloisa Cordoncillo Cordoncillo, doctora y profesora en el Departamento de Química Orgánica e Inorgánica del la Universitat Jaime I de Castellón, una referencia a la reducción de partículas en suspensión no implica en absoluto que el resto de elementos y compuestos químicos de la tabla hayan de ser reducidos en un 20%, sino sólo la línea que hace referencia a dicho polvo o partículas. Eliseo Monfort, Doctor que presta sus servicios en el Instituto de Tecnología Cerámica de Castellón, confirma esta opinión, aunque con alguna precavida matización que parece no afectar a la conclusión primera. Para la depuración de los gases emitidos y especialmente del **polvo en suspensión de las salidas de atomización**, para cumplir con los requerimientos legales, se pueden establecer los llamados sistemas de

depuración vía seca (con lo que sería necesario la instalación de ciclones más filtros de mangas si se desea reintroducir al sistema de obtención de atomizado el polvo en suspensión que sale con los gases) o vía húmeda (que deben ser utilizados en combinación con los ciclones siempre) y que pueden ser torres de pulverización o sistemas tipo Venturi (de alta o muy alta eficiencia). Aplicando estos métodos se consiguen **depuraciones desde el 90 al 95% de las emisiones gaseosas en esta parte del proceso. En general, con todos los sistemas de depuración adecuados se consiguen depuraciones de esta magnitud en muchas de las partes del proceso de producción de baldosas y fritas (Busani y Enrique:31; tablas 1.14 y 1.15).**

5) Fusión de fritas: hemos calculado las cantidades emitidas para 90 Kg. de producto terminado (es decir para 100 Kg. de producto que entra en **el horno de fusión de fritas**) en **hornos sin ningún tipo de sistema de depuración**. Se puede afirmar en todos los casos que el caudal de aire que sale de los hornos contiene un polvo en suspensión que está formado por los **mismos componentes que las materias primas** que se están fundiendo en ese momento. Además, afirma Mallol et al. respecto de los gases de emisión que “Si se comparan los valores de concentración de las sustancias de la tabla 4.36 con la legislación española actualmente vigente, se observa que las sustancias a tratar en esta corriente son prácticamente en todos los casos las partículas en suspensión y sólo en algunos casos, además, los óxidos de nitrógeno. **Actualmente en España ya en algunos hornos de fritado (alrededor del 15%) se han instalado sistemas de reducción de la concentración de partículas en suspensión.**” **Escribano repite esta afirmación pero elevando los hornos de fritado con sistemas de**

reducción al 25%. Tomaremos la cifra media del 20% como la cantidad de hornos con sistemas de depuración y reduciremos las partículas en suspensión por ello un 20%. D. Eliseo Monfort nos ha advertido que en el año 2005, la cifra de reducción es del 90%.

Reflejamos ahora la tabla de fabricación de fritas para toda la producción (incluidas las que contienen las exportaciones) y las que van a parar a las fábricas de cocción de Castellón.

FRITAS

2001	TOTAL CON EXPORTAC.	1,58
2001 ENTRADAS		
COMPONENTES FRITAS	TONELADAS	560.038,65
AGUA	miles LITROS	560.038,65
GAS NATURAL	Nm3	104.436.006,52
PARA TODO EL SECTOR		
2001 SALIDAS		
FRITAS	TONELADAS	504.034,78
PS		7.523,77
F		30,05
B		78,12
Cl		153,24
NOx		4.464,09
CO		1.539,91
CO2 (%) Nm3		330.517.183,34
AGUA RESIDUAL	???	(1)
(1) Agua procedente de la purga del sistema de enfriamiento.		
CON RED DEL 20% PS		

FRITAS

DESTINO CASTELLÓN LOTES 910K 10.015.992,30

2001 ENTRADAS FRITAS		
COMPONENTES FRITAS	TONELADAS	354.454,84
AGUA	miles LITROS	354.454,84
GAS NATURAL	Nm3	66.098.738,31
2001 SALIDAS		
FRITAS	TONELADAS	319.009,35
PS		4.761,88
F		19,02
B		49,44
Cl		96,99
NOx		2.825,37
CO		974,63
CO2 (%) Nm3		209.188.090,72
AGUA RESIDUAL		??? (1)
(1) Agua procedente de la purga del sistema de enfriamiento.		
CON REDUCCIÓN	DEL 20% PS	

FRITAS

SIN MEDIDAS DE PROTECCIÓN CON MEDIDAS DE PROTECCIÓN

AÑO 2001

AÑO 2001

TOTALES CON EXPORTACIONES

FRITAS

1,58%

ENTRADAS

COMPONENTES DE LAS FRITAS (TONELADAS)

AGUA (MILES DE LITROS)

GAS NATURAL Nm3

	AÑO 2001	AÑO 2001
COMPONENTES DE LAS FRITAS (TONELADAS)	560.038,65	560.038,65
AGUA (MILES DE LITROS)	560.038,65	560.038,65
GAS NATURAL Nm3	104.436.006,52	104.436.006,52

SALIDAS

FRITA

PS

FLUOR

BORO

COLORO

ÓXIDOS NITROSOS

MONOXIDO DE CARBONO

DIÓXIDO DE CARBONO (Nm3)

AGUAS RESIDUALES

	AÑO 2001	AÑO 2001
FRITA	504.034,78	504.034,78
PS	9.404,72	7.523,77
FLUOR	30,05	30,05
BORO	78,12	78,12
COLORO	153,24	153,24
ÓXIDOS NITROSOS	4.464,09	4.464,09
MONOXIDO DE CARBONO	1.539,91	1.539,91
DIÓXIDO DE CARBONO (Nm3)	330.517.183,34	330.517.183,34
AGUAS RESIDUALES	???	???

Los valores reflejados en la tabla de inicio se midieron en hornos que no disponen de sistemas de depuración. En los hornos en

los que se han obtenido estos valores el comburente empleado era aire o aire enriquecido con oxígeno. Como decíamos, hemos reducido el polvo en suspensión emitido en un 20% como cifra de compromiso.

Como hemos dicho más arriba, en las obras consultadas redactadas por los expertos del Instituto de Tecnología Cerámica (Mallol et al) existe cierta similitud al hablar tanto de “partículas en suspensión” como de “polvo en suspensión”. Ya hemos hecho referencia a este extremo, al tratar las emisiones de los atomizadores.

Las necesidades energéticas son importantes en esta fase de obtención de fritas. Nosotros hemos calculado **20,43 Nm³ de gas natural por cada 100 Kg. de producto sin fritar**, que una vez fundido pierde hasta un 10% de su peso por calcinación.

6) La última fase de la producción de pigmentos consiste en el lavado del producto, con lo que el agua utilizada para ello diluye las sales solubles hasta su eliminación (“sales mineralizadoras y fases residuales”). Lo que no sabemos es como se recicla este agua.

No tenemos ningún dato respecto de la depuración que puedan demandar las aguas de lavado de los pigmentos, por lo que no podemos aportar datos al respecto.

7) Posteriormente llega el proceso de secado de la base de las baldosas conformadas ya con la dimensión adecuada para ser aplicada sobre ellas la capa de esmalte (todavía sin aditivo alguno de materiales diferentes a los que formaron el atomizado en su momento). Los datos de emisiones de esta parte del proceso son fundamentalmente el polvo en suspensión, aunque esta parte no precisa de ningún tipo de tratamiento corrector, pues no emite

sustancias tóxicas o polvo en suspensión de forma apreciable. Aquí lo que interviene es una cantidad no despreciable de calor procedente del gas natural que proviene de la fase de cocción, dado que el proceso de secado se produce en hornos con dicha configuración, pero la toxicidad de la combustión del gas natural es reducida salvo en cuanto al CO₂ y los óxidos nítricos y nitrosos.

SECADO SALIDAS 2001- 9.114.552 Tm		
A LA TECNOSFERA		
AZULEJO ESMALTADO (506.364 Mm²)	LOTES 910K	10.015.992,30
A LA NATURALEZA		
EMISIONES AL AIRE		TONELADAS
PS	TONELADAS	178,18
CO2 (%)	Nm ³	237.579.337,28
O2 (%)	Nm ³	2.138.214.035,50

El consumo energético del proceso viene especificado en las tablas que se han elaborado en el inventario. **Hemos obtenido 89,35 Nm³ de gas para las secciones de secado y cocción de las baldosas conjuntamente.**

En cuanto al **proceso de cocción de las baldosas**, produce el grueso de emisiones, aunque no sean los más tóxicos de toda la cadena de producción.

En las fábricas de cocción de baldosas, **prácticamente las sustancias presentes en la chimenea de humos y su concentración son las mismas tanto si se cuecen soportes de pavimento como de revestimiento.**

Las sustancias a depurar en esta corriente son el **flúor** y las partículas en suspensión. **“La concentración de estas sustancias en los**

focos emisores son las reflejadas en la tabla 4.22 ya que actualmente no existe en el sector cerámico español ninguna instalación de depuración funcionando de forma continua en los hornos de baldosas.” La tabla a la que alude es la que presenta las emisiones para este foco, el horno de cocción, y de la que nosotros hemos partido para realizar los cálculos en el inventario (Mallol et al, 2001).

Por tanto, no se debe realizar ninguna rectificación en los datos aportados con anterioridad para esta parte del proceso en cuanto a las emisiones gaseosas.

8) Enrique y Monfort, en su artículo cita la cantidad de 123 Kg. de residuos procedentes de la depuración de los fangos para una producción de 1.000 m². Hay que tener en cuenta que una sola planta puede producir del orden de 6.000 m² diarios (dos hornos), lo que puede llevar a producir entre 540-900 Kg. de fangos secos al día una sola planta.

También afirman los autores que por cada **1.000 m² de producción de baldosas**, la bibliografía cita una cantidad de unos **16 Kg. de residuos de depuración del boro**, cuando se requiere depurar el flúor utilizando filtros de mangas revestidos de cal. Esto supondría **para el sector cerámico español**, continúan diciendo, con los niveles actuales de producción y suponiendo un grado de adecuación a la legislación muy elevado **una generación de 4.000 toneladas anuales de este tipo de residuos (Enrique y Monfort, 1996).**

Puesto que **1.000 m² de producto dan 123 Kg. procedentes de la depuración de fangos**, para una cantidad de **504.951.000 de m² (y**

una cantidad muy similar en el año 2001) que son los fabricados en el año 2002, tendremos 62.108.973 Kg. de fangos, que junto a la tabla 4.4. (Blasco et al, 1992:146) podría ofrecernos la composición porcentual de dicha sustancia (y en peso al multiplicar por la cantidad total de 62 millones de Kg). Sin embargo, dado que vamos a suponer que tanto las aguas residuales como los fangos son reintroducidos en el proceso de atomización en la misma planta de fabricación de baldosas, o en otras de atomizado, o recogidas y depositadas convenientemente por la empresa titular para realizar dicha tarea, Secolén, no tiene mayor interés para nosotros conocer esa composición en porcentaje y peso de los fangos en una primera aproximación. Cosa distinta es que para este trabajo de investigación el objetivo fuese mucho más amplio.

Además de esto, podemos acudir al balance hídrico que se mostró anteriormente para una fábrica de baldosas que desechaba más de 14 m³ como aguas residuales sin tratar, dado que partíamos del supuesto de no intervención medioambiental.

Por tanto, si el agua es reciclada mediante el conveniente tratamiento químico y los fangos controlados, debe desaparecer de la salida de material de la tabla que elaboramos en su momento para el año 2001.

Respecto de la inertización de los fangos, como se decía, existe en la Comunidad Valenciana un gestor autorizado para su tratamiento, **Secolen, S.A., empresa privada** del grupo Sita, ubicada en Villarreal, **con capacidad para inertizar aproximadamente 17.000 toneladas de fangos al año, que después son trasladados al vertedero que hay en Alcora o**

su depósito en vertederos controlados. También hay que advertir que las plantas capaces de reintroducir sus aguas en el proceso, no necesitan depurar los residuos del boro.

La planta de intercambio iónico se instala al final del proceso de cocción, para tratar las aguas residuales y los fangos.

9) “En la planta de intercambio iónico se trata el agua procedente de un proceso físico-químico para reducir **la concentración de boro** hasta los límites especificados por la legislación correspondiente. En los ensayos realizados en las plantas industriales se aprecia un rendimiento, en términos de depuración de boro, del 94%, para concentraciones de boro en el agua de entrada de 13,5 mg/l. y un rendimiento del 99,2%, para concentraciones de boro en el agua de entrada de 96 mg/l. Estos resultados permiten tener una concentración residual de boro siempre inferior a 2 mg/l.” (Blasco, 1992:131).

“Se debe tener en cuenta que, tanto con el intercambio iónico como con la ósmosis inversa, el problema no acaba después del tratamiento, puesto que se obtienen dos disoluciones: una de ellas no contiene boro prácticamente, pero la otra disolución presenta concentraciones elevadas de este elemento y si no es viable su recuperación se deberá tratar como **residuo tóxico y peligroso**. (Blasco et al, 1992:132)”.

En este caso, como en el de los fangos, los residuos de alta concentración de boro deberán tener su destino final controlado.

10) Otro elemento a tomar en cuenta son los desechos de **flúor**, que “por **cada 1.000 m² de producción de baldosas**, la bibliografía cita una cantidad de unos **16 Kg. de producto**, cuando se requiere depurar el flúor utilizando filtros de mangas revestidos de cal. Esto supondría, para el sector

cerámico español, con los niveles actuales de producción y suponiendo un grado de adecuación a la legislación muy elevado, una generación de **4.000 toneladas de este tipo de residuos**” (Enrique y Monfort, 1996:24).

APORTAMOS EN LAS DOS PÁGINAS SIGUIENTES, UNA COMPARACIÓN ENTRE LAS ENTRADAS-SALIDAS CON MEDIDAS DE CONTROL SIN INSTALAR Y CON ELLAS INSTALADAS, PARA NUESTRO AÑO DE REFERENCIA, 2001.

PRESENTAMOS, después de lo referenciado en el párrafo anterior, EL INVENTARIO DEL CICLO DE VIDA DE LAS BALDOSAS, PARA TODOS LOS PROCESOS, tanto en el supuesto de los parámetros con que se ha trabajado, como con el 16% de incremento necesario en el “factor”.

SIN MEDIDAS DE PROTECCIÓN

CON MEDIDAS DE PROTECCIÓN

FABRICA DE PAVIMENTO Y REVESTIMIENTO

AÑO 2001

AÑO 2001

ENTRADAS	TONELADAS		
FRITAS		319.009,35	319.009,35
ATOMIZADO		10.015.992,30	10.015.992,30
COMPONENTES ARCILLOSOS ESMALTE		452.722,85	452.722,85
COMPONENTES ORGANICOS PARA EL ESMALTE		??	??
PIGMENTOS		13.321,27	13.321,27
AGUA LITROS		9.084.505.013,11	9.084.505.013,11
GAS NATURAL Nm3		846.151.029,23	846.151.029,23
ELECTRICIDAD		0	0

Fabrica de Pavimento y revestimiento

SALIDAS

EMISIONES AL AIRE	PRODUCCION	TONELADAS	
Partículas suspensión		7.028,57	7.028,57
Fluor		1.188,10	1.188,10
Boro		19,80	19,80
Cloro		3.366,27	3.366,27
Plomo		5,94	5,94
Oxidos nitrosos		2.101,35	2.101,35
Dióxidos de azufre		1.132,65	1.132,65
Monóxido de carbono CO		2.970,24	2.970,24
Dióxidos de carbono CO2 Nm3		990.080.838,53	990.080.838,53
Oxígeno Nm3		6.534.533.534,29	6.534.533.534,29
Alcoholes		109,17	109,17
Cetonas		1,64	1,64
Esteres		19,43	19,43
Compuestos Sulfurosos		12,02	12,02

EMISIONES AL AGUA

SALIDAS

	TONELADAS	0
pH 8		
Materiales en suspensión	7.644,00	
Material sedimentable	12,74	
Cloruros	291,20	
Sulfatos	400,40	
Fluoruros	1,46	
Calcio	200,20	
Magnesio	40,04	
Sodio	200,20	
Potasio	20,00	
Aluminio	1,45	
Silicio	12,70	
Hierro	0,36	
Cinc	1,46	
Plomo	3,64	
Boro	21,80	
D.Q.O.	182,00	
D.B. O5	72,80	
METALES PESADOS	?	

	SIN MEDIDAS DE PROTECCIÓN	CON MEDIDAS DE PROTECCIÓN
	AÑO 2001	AÑO 2001
	TONELADAS	
ATOMIZACIÓN		
ENTRADAS		
AGUA (MILES DE LITROS)	5.569.391,91	5.569.391,91
MATERIAL ARCILLOSO TONELADAS	10.015.991,20	10.015.991,20
GAS NATURAL Nm3	376.300.789,30	376.300.789,30

	SIN MEDIDAS DE PROTECCIÓN	CON MEDIDAS DE PROTECCIÓN
	AÑO 2001	AÑO 2001
	TONELADAS	
ATOMIZACION		
SALIDAS (EMISIONES AL AIRE)		
PRODUCCION		
PARTICULAS EN SUSPENSIÓN	182.536,91	91.268,45
BORO	11,89	11,89
COLORO	118,88	118,88
PLOMO	11,89	11,89
OXIDOS NITROSOS (Nox)	428,78	428,78
MONOXIDO DE CARBONO (CO)	397,47	397,47
DIÓXIDO DE CARBONO (CO2) Nm3	990.080.729,90	990.080.729,90

	SIN MEDIDAS DE PROTECCIÓN	CON MEDIDAS DE PROTECCIÓN
	AÑO 2001	AÑO 2001
	TONELADAS	
TOTALES CON EXPORTACIONES		
FRITAS		
	158,00%	
ENTRADAS		
COMPONENTES DE LAS FRITAS (TONELADAS)	560.038,65	560.038,65
AGUA (MILES DE LITROS)	560.038,65	560.038,65
GAS NATURAL Nm3	104.436.006,52	104.436.006,52
SALIDAS		
FRITA	504.034,78	504.034,78
PS	9.404,72	7.523,77
FLUOR	30,05	30,05
BORO	78,12	78,12
COLORO	153,24	153,24
ÓXIDOS NITROSOS	4.464,09	4.464,09
MONOXIDO DE CARBONO	1.539,91	1.539,91
DIÓXIDO DE CARBONO (Nm3)	330.517.183,34	330.517.183,34
AGUAS RESIDUALES	???	???

ENTRADAS-SALIDAS PARA TODO EL INVENTARIO.

ENTRADAS TOTALES	2001	TONELADAS
COMPONENTES FRITAS		560.038,65
ARCILLA		10.015.992,30
COMPONENTES ARCILLOSOS PARA EL ESMALTE		452.722,85
COMPONENTES ORGÁNICOS PARA EL ESMALTE		??
PIGMENTOS		13.321,27
AGUA Miles Litros		15.213.935,56
GAS NATURAL Nm3		1.326.887.825,05
ELECTRICIDAD		0
SALIDAS TOTALES 2001		TONELADAS
BALDOSAS		9.114.552,00
FRITAS con EXPORTACION		185.025,43
Partículas suspensión		105.998,98
Fluor F		1.218,14
Boro B		109,81
Cloro Cl		3.638,40
Plomo Pb		17,83
Oxidos de nitrógeno Nox		6.994,21
Dióxido de azufre SO ₂		1.132,65
Monóxido de carbono CO		4.907,62
Dióxidos de carbono CO ₂ Nm3		2.548.258.089,04
Oxígeno Nm3		6.534.533.534,29
SUSTANCIAS ORGÁNICAS		
Alcoholes		109,17
Cetonas		1,64
Esteres		19,43
Compuestos Sulfurosos		12,02
EMISIONES AL AGUA		0

En todo caso, este cuadro comprensivo de todos los procesos de fabricación, donde figura la suma de las cantidades de emisiones para todos ellos, debe ser revisada al alza un 16%, dado que en el capítulo dedicado al número de hornos (9º), éstos ha sido objeto de una inexactitud procedente de considerar menos hornos al realizar cálculos, así como una disminución de los Nm³ expulsados, modificándose en consecuencia el “factor” para elevar las cantidades a nivel de “pivote”. Véase también el capítulo 10º. Exponemos ahora la tabla conjunta del inventario rectificada en dicho 16% al alza. No hemos creído oportuno realizar cambios para trabajar con mayor “afinamiento”

debido a la importante incertidumbre que se tiene respecto de los parámetros con que se trabaja.

ENTRADAS-SALIDAS PARA TODO EL INVENTARIO (+16%)

1,16

ENTRADAS TOTALES	2001	TONELADAS
COMPONENTES FRITAS		560.038,65
ARCILLA		10.015.992,30
COMPONENTES ARCILLOSOS PARA EL ESMALTE		452.722,85
COMPONENTES ORGÁNICOS PARA EL ESMALTE		??
PIGMENTOS		13.321,27
AGUA Miles Litros		15.213.935,56
GAS NATURAL Nm3		1.326.887.825,05
ELECTRICIDAD		0
SALIDAS TOTALES 2001		TONELADAS
BALDOSAS		9.114.552,00
FRITAS con EXPORTACION		185.025,43
Partículas suspensión		122.958,90
Fluor F		1.413,05
Boro B		127,40
Cloro Cl		4.220,50
Plomo Pb		20,70
Oxidos de nitrogeno Nox		8.113,30
Dióxido de azufre SO ₂		1.313,88
Monoxido de carbono CO		5.692,90
Dióxidos de carbono CO ₂ Nm3		3.428.936.084,28
Oxigeno Nm3		7.580.058.899,78
SUSTANCIAS ORGÁNICAS		
Alcoholes		126,64
Cetonas		1,91
Esteres		22,54
Compuestos Sulfurosos		13,94
EMISIONES AL AGUA		0

DE NUEVO LOS CÁLCULOS.

Vamos a especificar una nueva forma de calcular las emisiones sectoriales.

Se trata de llegar al mismo resultado, pero mediante una proporción en la que interviene el total de Nm³ que expulsan los 455 hornos supuestos páginas atrás.

1 hora es a 10.000 Nm^3

como 7.920 es a X.

Por tanto, $X = 79.200.000 \text{ Nm}^3$ para un horno. Como existen 462 hornos, el caudal a nivel sectorial es $C = 79.200.000 * 462 = 3,65904 * 10^{10} \text{ Nm}^3$.

Ahora elegimos un contaminante al azar, como por ejemplo el flúor, en el proceso de cocción de la baldosa, para un solo Nm^3 :

1 Nm^3 es a 30 mg

como $3,65904 * 10^{10} \text{ Nm}^3$ es a Y. Por tanto, $Y = 1,097712 * 10^{12} \text{ mg}$.

Pasando a toneladas: **$Y = 1.097,712 \text{ Tm. sectorial}$** .

De esta forma, hemos obtenido la cantidad sectorial; sin embargo, respecto de las cifras que exponemos en nuestro trabajo, existe una desviación de un 8% ($1.097,712 / 1.188,10 = 0,92$), que resulta bastante importante. Al trabajar con cifras muy elevadas, se obtienen, como es lógico, diferencias que provienen de los redondeos en los cálculos. Como se comprueba aquí, se trabaja con un grado de aleatoriedad muy grande, que proviene tanto de las cifras, como de las estimaciones realizadas.

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA SOBRE LA INDUSTRIA CERÁMICA

ATKINS, P.W.; JONES, L. Química. Moléculas, materia, cambio. 3ª edición, 1998. Ed. Omega, Barcelona.

BARBA, A.; BELTRÁN, V; FELIU, C. y otros (2002): Materias Primas para la fabricación de Soportes de Baldosas Cerámicas. Instituto de Tecnología Cerámica (ITC). Castellón.

BLASCO, A.; ESCARDINO, A.; BUSANI, G.; MONFORT, E y otros (1992): Tratamiento de Emisiones Gaseosas, Efluentes Líquidos y Residuos Sólidos de la Industria Cerámica. Instituto de Tecnología Cerámica (ITC), AICE. Universitat Jaime I, Castelló.

BOU, E.; GAZULLA, M. F.; ORTS, M. F.; SANCHEZ, E.; SANZ, V.; VICIANO, F. Manual para el control de la calidad de materias primas empleadas en la preparación de los vidriados cerámicos. ITC, Instituto de Tecnología Cerámica, 2000, Castellón).

BUSANI, G.; ENRIQUE, J.E. Contaminación atmosférica e hídrica. Cerámica Información nº 225, Noviembre 1996.

ENRIQUE, J.E.; MONFORT, E. Situación actual y perspectivas de futuro de los residuos de la industria azulejera. Cerámica Información, nº 221, Agosto 1996).

ENRIQUE, J.E.; MONFORT, E.; BUSANI, G.; MALLOL, G. Reciclado de aguas residuales en la fabricación de baldosas cerámicas. Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, 39 [1] 149-154 (2000).

ESCRIBANO LÓPEZ, P.; CARDA CASTELLÓ, J.B.:CORDONCILLO , E. Esmaltes y pigmentos cerámicos. Faenza Editrice Iberica, 2001, Castellón.

KPMG, ASESORÍA. Estudio sobre el sector del azulejo (2001-1997). Cuadernos de consulta. Economía. Suplemento del nº 130/ abril de 2003.

MONFORT, E; CELADES, I; MALLOL, G. (1999): Cuestiones sobre el Medio Ambiente para un técnico del Sector Cerámico. Instituto de Tecnología Cerámica (ITC), AICE. Castellón.

MALLOL, A.; GONZALEZ, M.; ENRIQUE, J.E. (Coord.) (2001): Depuración de los gases de combustión en la Industria Cerámica. Instituto de Tecnología Cerámica (ITC). Castellón.

CAPÍTULO 8º. LA ENERGÍA.

En este capítulo vamos a comentar el sistema energético, fundamentalmente por su aportación al sistema productivo al ser utilizado en forma de gas natural.

Posteriormente, mostraremos las emisiones de CO₂, calculadas por nosotros, junto con algunos datos adicionales.

Las emisiones atmosféricas y el crecimiento económico en España. La curva de Kuznes Ambiental y el Protocolo de Kyoto.³⁰

La hipótesis de Kuznets, no es en absoluto generalizable a la relación entre economía y medio ambiente. La degradación medioambiental no sólo se explica por los flujos emitidos actualmente, sino que depende de la presión que anteriormente se haya ejercido sobre determinados ecosistemas que pueden llegar a degradarse de forma irremediable. Es decir, no sólo es el flujo actual, sino la acumulación a través del tiempo lo importante.

Al mismo tiempo, hay que advertir que la mejora de un indicador medioambiental puede coexistir con el empeoramiento de otro. Por ejemplo,

30. Véase ECONOMÍA INDUSTRIAL, nº 351, EMISIONES ATMOSFÉRICAS Y CRECIMIENTO ECONÓMICO EN ESPAÑA. LA CURVA DE KUZNETS AMBIENTAL Y EL PROTOCOLO DE KYOTO, Jordi Roca Jusmet, Dep. de Teoría Económica de la Universidad de Barcelona y Emilio Padilla Rosa, del Dep. de Economía Aplicada de la Universidad Autónoma de Barcelona.

se puede utilizar menos energía fósil, pero más energía nuclear con el consiguiente problema que aparece con los residuos nucleares.

Implícitamente, la curva de Kuznets presupone un cambio endógeno, ligado al propio crecimiento de la renta per cápita. Se abre entonces tres posibilidades.

La primera es que la tecnología cambie con el tiempo hacia métodos más favorables hacia el respeto al medio ambiente. Generalizaciones tan amplias no son justificables. Al contrario, los países más avanzados son los que han introducido la energía nuclear.

Por otro lado, si se diese un uso más eficiente a un input determinado podría disminuir la demanda y por tanto su precio de mercado, volviendo entonces a utilizarse mayor cantidad que la de partida con un precio menos elevado, porque el proceso productivo tiende a bajar el precio del producto si los costes son menores. A este efecto se le ha llamado “efecto rebote” o “paradoja de Jevons” (1865).

Otra explicación potencial se centraría en la composición de la demanda de determinada economía, pensando que las más evolucionadas se centran en el sector servicios, pero simplemente hay que pensar en el turismo a larga distancia masificado, para que la explicación no pueda ser generalizable. Se podría explicar esta segunda cuestión pensando en que baje la presión ambiental por unidad de renta obtenida, pero la renta total

aumenta al mismo tiempo, por lo que en términos absolutos, la presión medioambiental puede incrementarse. Es decir, existiría “desvinculación relativa” pero no “absoluta”.

Por último, el tercer argumento son las preferencias de los individuos: cambian a determinados bienes y servicios medioambientalmente más acordes con el cuidado de la Naturaleza. Lo primero que esto significa es que existe un “individuo modelo”, representativo de la sociedad, cuya función de utilidad depende tanto del nivel del consumo como del nivel de contaminación, que maximiza su utilidad. Pero la realidad es que la calidad ambiental, y sobre todo los problemas globales medioambientales, son bienes públicos cuyo nivel de protección se aclara en la arena política, además de tener que considerar los diferentes niveles de desigualdad en la renta de los individuos y en la parte que les toca a la hora de soportar los costes medioambientales, que trae consigo disparidades en las preferencias de los mismos, añadiendo además el problema de la definición de los derechos (de propiedad, por ejemplo) sobre los bienes que causan efectos nocivos. Los problemas transfronterizos, como el calentamiento global, termina por invalidar esta tercera posible explicación, a los que hay que añadir el comercio mundial desigual de materias primas, donde los países ricos obtienen materias primas a precios inverosímiles e incompatibles con la protección medioambiental, además del problema intergeneracional que trae consigo las tasas de descuento positivas.

“Los principales gases de efecto invernadero (GEI) son el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄), los hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF₆).”³¹

LAS EMISIONES DE GASES DE INVERNADERO EN ESPAÑA (1990-2004)³²

El Protocolo de Kioto en España implica que el promedio de las emisiones de gases de invernadero en el periodo 2008-2012 no puede superar en más de un 15% las del año base 1990. Pero ya superan el 45%.

El consumo de energía primaria aumentó un 3,7%, y las emisiones de CO₂ por usos energéticos crecieron un 4,2% en 2004.

España es el país industrializado donde más han aumentado las emisiones. Con este escenario, incumpliría gravemente el Protocolo de Kioto, el principal acuerdo para proteger el medio ambiente y el clima. Según los escenarios contemplados en los diversos planes energéticos, elaborados en la anterior legislatura, para el periodo 2008-2012 las emisiones en España

³¹ Véase Observatorio de la Sostenibilidad en España. 2005. Informe de primavera.

³² LAS EMISIONES DE GASES DE INVERNADERO EN ESPAÑA (1990-2004)

José Santamarta y Joaquín Nieto.
Informe publicado en la revista World Watch
Madrid, 4 de mayo de 2005.

Véase, además, nota 2, Observatorio de la Sostenibilidad en España.

podrían ser superiores en un 58% a las del año base. Con el nivel alcanzado por las emisiones actuales, esta cifra podría superarse ampliamente.

El Plan Nacional de Asignación de emisiones de CO₂ derivado de la aplicación de la Directiva Europea de Comercio de Emisiones, elaborado por el gobierno socialista, contempla un escenario de crecimiento de las emisiones del 24% para ese mismo periodo, es decir muy por debajo de la tendencia señalada, lo que haría posible el cumplimiento del Protocolo acudiendo a los mecanismos de flexibilidad.

Si se cumplen estas previsiones del anterior Gobierno del PP, las emisiones de dióxido de carbono de origen energético aumentarán entre un 78% entre 1990 y 2012 (según se deduce del Plan citado), y un 58% en el escenario más favorable de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética aprobada en 2003, lo que haría difícil cumplir el Protocolo de Kioto, y obligaría a adquirir cerca de 100 millones de toneladas de CO₂ equivalente al año, unos 500 millones de toneladas durante el periodo 2008-2012.

El consumo de energía primaria, con la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética, pasará de 141,56 Mtep (Millones de toneladas equivalentes de petróleo) en el año 2004 a 165 Mtep en el año 2012, lo que supone un incremento del 16,6%. El consumo final pasará de 104,4 Mtep en el año 2004 a 126 Mtep en el año 2012, un aumento adicional del 20,7%. Entre 2000 y 2012 el consumo final en la industria crecerá un 35,4% (la industria consumirá 46,5 Mtep en 2012), el transporte un 48,8% (consumirá

48 Mtep en 2012) y los usos diversos un 33,2% (consumirán 31,5 Mtep en 2012).

En cuanto a los sumideros, con el Plan Forestal en el mejor de los casos se podrían ahorrar el 2,5% adicional de las emisiones actuales, y un 7,5% para el año 2030. De hecho, el Plan Nacional de Asignación prevé un 2%, cifra realista y alcanzable.

Emisiones de dióxido de carbono (CO₂)

Las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) en España aumentaron un 3,7% en 2004 respecto a 2003, y entre 1990 y 2004, sin incluir los sumideros, crecieron un 51,35%, pasando de 228,4 millones de toneladas en 1990 (año base) a 345,7 millones de toneladas en 2004 (ver Tabla 1). En 2004 representaron el 82,9% de las emisiones brutas de gases de invernadero en España, sin incluir los sumideros.

Emisiones de metano (CH₄)

En 1990, año base, se emitieron en España un total de 27.846.760 toneladas de metano en unidades de CO₂ equivalente, mientras que en 2004 se llegó a 37.243.679 toneladas en unidades de CO₂ equivalente, con un aumento del 33,75%. El metano representó en 2004 el 8,94% de las emisiones brutas de los seis gases de invernadero, en dióxido de carbono

equivalente sin incluir los sumideros. En 2004, la fermentación entérica ocasionó el 40,2%, la gestión del estiércol el 23,4%, los vertederos el 20%, la minería del carbón el 2,7%, el petróleo y el gas natural el 2,2%, y las aguas residuales el 5,5%. Los cultivos de arroz emitieron sólo el 0,8%.

Emisiones de óxido nitroso (N₂O)

Las emisiones de óxido nitroso (N₂O) en España en 1990, año base, ascendieron a 24.251.880 toneladas en unidades de CO₂ equivalente, y representaron el 6,7% de las emisiones de gases de invernadero en España en 2004, sin incluir los sumideros. En 2004 las mayores emisiones se debieron a los fertilizantes aplicados a los suelos agrícolas (66%). El sector energético emitió en 2004 el 14,4%, la industria química el 7%, la gestión del estiércol el 5,7% y las aguas residuales el 4%.

Emisiones de carburos hidrof fluorados (HFC)

En 2004 representaron el 1,2% de las emisiones totales brutas de gases de invernadero en España (sin incluir los sumideros).

Emisiones de hexafluoruro de azufre (SF₆).

En 2004 representaron el 0,07% de las emisiones totales brutas.

Emisiones totales en dióxido de carbono (CO₂) equivalente en España.

Emisiones totales en dióxido de carbono (CO₂) equivalente en España.
Índice respecto al año base.

Tabla 2

Año	Índice
Año base	100,00
1990	99,22
1991	101,41
1992	104,42
1993	100,36
1994	105,83
1995	109,99
1996	107,15
1997	114,49
1998	117,90
1999	127,65
2000	132,99
2001	132,59
2002	139,32
2003	140,62
2004	145,61

Fuente: Elaboración propia de los autores del artículo que se cita. El año base se compone de las emisiones de 1990 de CO₂, CH₄ y N₂O, y las emisiones de 1995 de los carburos perfluorados (PFC), carburos hidrofluorados (HFC) y hexafluoruro de azufre).

Evolución de las emisiones por sectores.

Por sectores, las emisiones totales en dióxido de carbono (CO₂) equivalente en España entre 1990 y 2004 han sido las siguientes:

Sector energético. Es el mayor responsable del conjunto de las emisiones, y el auténtico nudo gordiano, pues en 2004 representó el 77,9% del total, con un aumento del 51% respecto a 1990.

Los procesos industriales distintos a la combustión, como la producción de cemento, industria química y metalúrgica, representaron en 2004 el 8%, con un aumento del 18% respecto al año base de 1990, inferior a la media.

“El sector transporte han experimentado un aumento superior al 60%, y el de tratamiento de residuos un 65%.”³³

Los disolventes y otros productos sólo representan el 0,4% del total, y han aumentado en un 31% respecto al año base.

La agricultura y la ganadería representan el 11% del total de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) equivalente, con un aumento del 20% respecto al año base, muy inferior al de los otros sectores emisores.

Los residuos representan el 2,9% del total de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) equivalente, con un aumento del 65% respecto al año base. Las emisiones de metano son las más importantes.

El Protocolo de Kioto.

Tras la ratificación de Rusia, el Protocolo de Kioto entró en vigor el pasado 16 de febrero de 2005. En el año 2001 el presidente George W. Bush decidió no ratificar Kioto. Hay que tener en cuenta que EEUU, con el 4,7% de la población mundial, es responsable de cerca del 25% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

³³ Observatorio de la Sostenibilidad en España. Página 66.

El Protocolo de Kioto permite que los países industrializados puedan vender y comprar derechos de emisión, tomando como referencia el año base 1990. En 1990 aún existía la URSS, con unos consumos energéticos enormes, y unas emisiones igualmente elevadas. La implosión posterior cambió radicalmente la situación, y Rusia, Ucrania y el resto de los países de la antigua URSS, podrán vender “derechos de emisión” a otros países industrializados que superen los límites marcados por el Protocolo de Kioto. De hecho Rusia esperaba vender esos “derechos de emisión” (el llamado “aire caliente”) a Estados Unidos, pero la negativa de la Administración de Bush a ratificar el Protocolo de Kioto, por ahora, le ha dejado sin comprador, y el precio al que venderá su “aire caliente”, sin EE UU, será muy inferior, por la simple razón de que habrá menos demanda de toneladas de CO₂. También por esa misma razón el coste de cumplir Kioto será mucho menos grave de lo que se ha dicho por algunos sectores. El coste de la tonelada de CO₂ posiblemente no superará los 10 euros.

El Protocolo de Kioto de diciembre de 1997 concluyó con la adopción de un acuerdo de reducción de emisiones de gases de invernadero por los 38 países industrializados. El compromiso obliga a limitar las emisiones conjuntas de seis gases (CO₂, CH₄, N₂O, carburos perfluorados (PFC), carburos hidrofluorados (HFC) y hexafluoruro de azufre) respecto a las del año 1990 durante el periodo 2008-2012, en proporciones diferentes según el país: reducción de un 8% para el conjunto de la Unión Europea, un 7% para EE UU y un 6% para Japón. Ucrania, la Federación Rusa y Nueva Zelanda se comprometen a mantener sus emisiones de 1990. En conjunto la

reducción global acordada es de un 5,2% para el conjunto de países industrializados. El Protocolo no obliga en una primera fase a los países en desarrollo, dadas sus reducidas emisiones por habitante.

Las consecuencias del Cambio Climático.

La temperatura media anual ha subido una media de 1,5º C en el periodo 1970-2000 en España, según datos del Instituto Nacional de Meteorología, y se prevé un descenso medio de las precipitaciones del 10%, un aumento de la evapotranspiración, un descenso del 33% de la humedad del suelo y una subida del nivel del mar, lo que acarreará graves trastornos ecológicos, sanitarios, económicos y sociales. Un reciente estudio científico sobre las consecuencias del cambio climático en España ha sido presentado recientemente corroborando los efectos adversos de la alteración del clima.

“La herencia recibida.”³⁴

De 1996 a 2004 las emisiones aumentaron un 36%. Los gobiernos del PP dejaron una grave herencia que sin duda ha dificultado la elaboración del Plan Nacional de Asignación de Emisiones y dificultará el propio cumplimiento de las obligaciones españolas dentro de la Unión Europea.

34 LAS EMISIONES DE GASES DE INVERNADERO EN ESPAÑA (1990-2004)
José Santamarta y Joaquín Nieto.
Informe publicado en la revista World Watch. Madrid, 4 de mayo de 2005

Los gobiernos del PP no elaboraron ningún plan para cumplir los compromisos adquiridos con la firma del Protocolo de Kioto de 1997 y en el seno de la Unión Europea, compromisos que establecen un tope del 15% de aumento entre 1990 y el 2010. Tampoco elaboraron el Plan Nacional de Asignación, incumpliendo los plazos, y dado el aumento de las emisiones, han dejado un margen de actuación muy pequeño al nuevo gobierno, que deberá recuperar los ocho años perdidos, para poder cumplir los compromisos de España en el marco del Protocolo de Kioto y el reparto de la carga en el seno de la Unión Europea, que fue ratificado por unanimidad en el Congreso de los Diputados.”

“España, alejamiento de Kioto y evolución negativa de la eficiencia energética.”³⁴

Se afirma, no sin razón, que las emisiones por habitante en España en 2012 sin la aplicación del Protocolo de Kioto serán inferiores a la media de la Unión Europea de 15 países, pero hay que recordar que la media española es muy superior, más del doble, de la media mundial. El aumento en España es muy superior al del resto de los países europeos, y nuestro sistema energético es cada año menos eficiente, necesitando más energía, y emisiones de gases de invernadero, para producir la misma unidad de PIB. España es el país de la UE de los 15 que más se aleja de sus compromisos dentro del Protocolo

34 LAS EMISIONES DE GASES DE INVERNADERO EN ESPAÑA (1990-2004)

José Santamarta y Joaquín Nieto.
Informe publicado en la revista World Watch
Madrid, 4 de mayo de 2005.

de Kioto. España ya se acerca a la media de emisiones europea y si sigue la tendencia superará en pocos años la media de emisiones per cápita de la UE 15.

La economía española ha registrado los peores índices de intensidad energética y de emisiones de la Unión Europea, lo que perjudica nuestra competitividad y agrava el déficit exterior, a causa de la subida del precio del petróleo y del gas natural, importados en su práctica totalidad.

Si en 1996 España partía de una situación similar en cuanto a la intensidad primaria respecto a la UE (220 kilogramos equivalentes de petróleo por cada 1.000 euros de 1995 en España frente a 211 en la UE-15), en el año 2002 España había aumentado su intensidad energética hasta 229 kilogramos equivalentes de petróleo por cada 1.000 euros de 1995, mientras que la UE la había reducido a 191, datos que demuestran la pérdida de eficiencia energética en España respecto a la UE.”

El Plan Nacional de Asignación de Emisiones (PNA).

“España era el país de UE-15 que se encontraba en el año 2002 más lejos de lograr el cumplimiento del objetivo de reducción de emisiones fijado por Kyoto”.

Según los escenarios contemplados en los diversos planes energéticos, en el año 2012 las emisiones en España podrían ser superiores

en un 58% a las del año base. Con el nivel actual alcanzado por las emisiones de GEI, esta cifra podría superarse ampliamente.

El Plan Nacional de Asignación (PNA) de emisiones de CO₂ contempla un escenario de crecimiento de las emisiones del 24% para ese mismo período, muy por debajo de la tendencia señalada. Lo que haría posible el cumplimiento del Protocolo acudiendo a los mecanismos de flexibilidad y a la revisión de los planes energéticos y de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética.³⁵

El PNA apuesta por la eficiencia energética y las energías renovables, parte de la voluntad de cumplir el Protocolo de Kioto, afecta a todos los sectores emisores (incluidos los “difusos”, como transporte y usos residenciales), implica a todos los agentes sociales (Administraciones, empresas, sindicatos y ONG) y a las diversas administraciones (diversos Ministerios, Comunidades Autónomas y Municipios), y abre un proceso participativo.

Los mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kioto van a jugar un papel importante (el 7% de las emisiones del periodo 2008-2012), por la dificultad de conseguir las reducciones deseadas sin afectar al empleo y a la actividad económica. El PNA hace hincapié en el MDL (Mecanismo de Desarrollo Limpio), dada la presencia de empresas españolas en

³⁵ LAS EMISIONES DE GASES DE INVERNADERO EN ESPAÑA (1990-2004)

José Santamarta y Joaquín Nieto.

Informe publicado en la revista World Watch

Madrid, 4 de mayo de 2005.

Véase, además, nota 2, Observatorio de la Sostenibilidad en España

Latinoamérica. El periodo base para el PNA son las emisiones de los años 2000, 2001 y 2002, y afecta a unas 1.000 instalaciones.

Las emisiones tienen su origen tanto en las actividades industriales, como en los sectores difusos (agricultura, sector comercial y los consumos de energía de los ciudadanos). El Gobierno exigirá de las empresas industriales el esfuerzo correspondiente de limitación de sus emisiones, pero asume que no es la industria quien debe hacer frente al exceso de emisiones “difusas”. El esfuerzo de cumplimiento debe basarse en el principio de “quien contamina paga”, y el Gobierno debe poner los medios para que dicho principio se aplique de forma equitativa.

“Las emisiones, con el PNA, aumentarán un 24% en el periodo 2008-2012 respecto al año base 1990 (con la salvedad de los 3 gases industriales, que parten de 1995). Ello supone una reducción del 22% respecto a las emisiones de 2004 (46%) y del 30% respecto a las emisiones tendenciales según los planes dejados por el anterior gobierno del PP.”³⁶

La diferencia entre ese 24% y el 15% se cubre con sumideros (2%) y la adquisición de derechos en el exterior merced a los mecanismos de flexibilidad (7%, 20 Mt anuales). Los mecanismos citados son la Aplicación Conjunta (proyectos de reducción entre países industrializados), el

7 LAS EMISIONES DE GASES DE INVERNADERO EN ESPAÑA (1990-2004)

José Santamarta y Joaquín Nieto.

Informe publicado en la revista World Watch

Madrid, 4 de mayo de 2005.

Véase, además, nota 2, Observatorio de la Sostenibilidad en España.

Mecanismo de Desarrollo Limpio (proyectos en los países en desarrollo) y el comercio de emisiones. El coste de adquirir ese 7% irá de 100 a 200 millones de euros anuales, aunque todavía es muy pronto para hacer estimaciones fiables, pero tal cantidad es asumible y muy inferior, por ejemplo, al incremento del precio del petróleo.

Aumentar la eficiencia y la participación de las energías renovables ayudará tanto a reducir las importaciones energéticas, como las emisiones. Los instrumentos actualmente en vigor son la Planificación de los Sectores de Electricidad y Gas 2002-2011, el Plan de Fomento de las Energías Renovables de 1999 y la Estrategia de Eficiencia y Ahorro Energético en España (E4). El IDAE contempla nuevos objetivos al alza de las energías renovables, y un Plan de Acción que complemente la E4.

Las emisiones de gases de invernadero por Comunidades Autónomas en España³⁷

“Las emisiones de gases de invernadero en dióxido de carbono (CO₂) equivalente en España han aumentado un 45,61% entre 1990 y 2004. No hay una relación mecánica entre el crecimiento económico y el aumento de las emisiones, como demuestra la experiencia internacional. En el caso de España, las altas tasas de crecimiento registradas responden a las políticas del PP de promover el transporte privado, la especulación urbanística, el

³⁷ Véase, World Watch, por José Santamarta, en su nº 23, titulado LAS EMISIONES DE GASES DE INVERNADERO POR COMUNIDADES AUTONOMAS EN ESPAÑA.

modelo de urbanismo disperso y el desarrollismo a ultranza. Es posible crecer y satisfacer las necesidades de la población con una disminución de las emisiones, como demuestran numerosas experiencias internacionales, y hoy es una necesidad, para frenar el cambio climático, además de una obligación en el marco del Protocolo de Kioto y nuestros compromisos en el seno de la Unión Europea. La subida del precio de petróleo añade una razón económica más, al igual que la necesidad ambiental de reducir la contaminación ocasionada por el consumo de energía, y generar puestos de trabajo, estables y cualificados, en nuevos sectores, como las energías renovables.”

“Las estimaciones sobre las emisiones de gases de invernadero en las Comunidades Autónomas para el año 2004 se presentan a continuación. Las razones para hacerlo son obvias, dado que las diferentes Comunidades Autónomas deben comprometerse de manera activa en la lucha contra el cambio climático, y contribuir al esfuerzo común de cumplir el Protocolo de Kioto. El gobierno no puede, por sí sólo, reducir unas emisiones que triplican lo permitido en Kioto, y debe contar con la colaboración de las diversas administraciones, las empresas y la ciudadanía. El esfuerzo de reorientar nuestro modelo energético, descarbonizándolo, es ingente, y llevará muchos años. La tarea principal corresponde al gobierno central, por supuesto, pero también cabe aplicar la máxima de pensar globalmente, y actuar localmente. La subida del precio del petróleo, en un país sin apenas recursos fósiles

Tabla 1. Emisiones de gases de invernadero por Comunidades Autónomas

	GEI % Total	2004 (1990=100)	Emisiones en Mt CO₂ eq
Andalucía	13,74	155,23	57,22
Aragón	5,49	142,07	22,88
Asturias	7,76	132,45	32,32
Baleares	2,25	158,89	9,38
Canarias	3,83	181,84	15,97
Cantabria	1,28	137,87	5,32
Castilla-La Mancha	6,29	142,04	26,20
Castilla y León	11,33	132,09	47,21
Cataluña	12,90	138,43	53,72
Comunidad Valenciana	7,24	175,23	30,17
Extremadura	2,08	151,23	8,67
Galicia	9,35	137,36	38,94
Madrid	6,44	158,16	26,83
Murcia	2,27	160,87	9,44
Navarra	1,51	148,89	6,31
País Vasco	5,55	130,56	23,10
La Rioja	0,56	151,76	2,33
Ceuta	0,08	166,45	0,33
Melilla	0,06	148,31	0,25
Total España	100,00	145,61	416,56
Fuente: Elaboración de Santamarta.			

solo tenemos carbón de muy mala calidad) es un aliciente más para promover la eficiencia energética y las energías renovables.”

Las fuentes básicas para elaborar, por parte del autor del citado artículo, los datos por CC AA son la Agencia Europea del Medio Ambiente, el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, el Ministerio de Medio Ambiente, el Ministerio de Economía, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, el Instituto Nacional de Estadística, el IDAE, Repsol, Gas Natural, UNESA, Iberdrola, Endesa y REE, y los anuarios estadísticos elaborados por las propias Comunidades Autónomas. La metodología en parte está descrita en el manual titulado “Método CORINE-AIRE para la elaboración del inventario nacional de gases de efecto invernadero y precursores de ozono” y en el manual *Revised*

IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Reporting Instructions, elaborado por el IPCC, con las revisiones posteriores, tanto del Método CORINE-AIRE, como del IPCC.³⁸

Tabla 3. Emisiones de GEI por Comunidades Autónomas y su relación con la población y el PIB			
	% Total	PIB 2003- %	Población 2004- %
Andalucía	13,74	13,61	17,80
Aragón	5,49	3,09	2,89
Asturias	7,76	2,18	2,49
Baleares	2,25	2,50	2,21
Canarias	3,83	4,15	4,43
Cantabria	1,28	1,26	1,28
Castilla-La Mancha	6,29	3,43	4,28
Castilla y León	11,33	5,60	5,77
Cataluña	12,90	18,29	15,77
Comunidad Valenciana	7,24	9,74	10,52
Extremadura	2,08	1,72	2,49
Galicia	9,35	5,32	6,37
Madrid	6,44	17,46	13,44
Murcia	2,27	2,48	3,00
Navarra	1,51	1,70	1,35
País Vasco	5,55	6,33	4,90
La Rioja	0,56	0,75	0,68
Ceuta	0,08	0,16	0,17
Melilla	0,06	0,14	0,16
Total España	100,00	99,91	100,00
Fuente: INE y Elaboración del autor. El total de PIB no suma 100 por la parte correspondiente Extra-Regional.			

³⁸ Véase, World Watch, por José Santamarta, en su nº 23, titulado LAS EMISIONES DE GASES DE INVERNADERO POR COMUNIDADES AUTONOMAS EN ESPAÑA.

La tabla 1 muestra lo que representan las emisiones de cada Comunidad Autónoma respecto al total, y el aumento registrado en las emisiones entre 1990 y 2004, así como las emisiones totales en el año 2004. Los datos creemos que se comentan por sí solos y no requieren grandes explicaciones. Señalar que la tabla 1 corresponde al total de las emisiones en cada territorio, como las generadas por las centrales termoeléctricas de carbón, aunque puede darse el caso de que la mayoría de la electricidad producida se consuma en otras regiones. Los mayores aumentos se han producido en Canarias, Comunidad Valenciana, Murcia, Baleares y Madrid. Los mayores porcentajes respecto al total corresponden a Andalucía, Cataluña y Castilla y León.

La Tabla 3 compara las emisiones con la población y el PIB de cada región. Las autonomías cuyas emisiones son muy superiores a su porcentaje de población son Aragón, Asturias, Castilla-La Mancha, Castilla y León y Galicia; curiosamente todas cuentan con centrales térmicas de carbón. Las relaciones de las emisiones de gases de invernadero y el PIB por Comunidades Autónomas se ven distorsionadas por la presencia de industrias intensivas en emisiones, como las centrales térmicas de hulla, antracita o lignito, las refinerías de petróleo y las fábricas de cemento. Si se excluyen las centrales térmicas y las refinerías, se obtiene una foto menos distorsionada, y que refleja mejor el nivel de industrialización y la renta per cápita. Las regiones cuya participación en las emisiones españolas son inferiores a la media española son Andalucía, Canarias, Comunidad

Valenciana, Madrid, Murcia, Ceuta y Melilla, a causa sobre todo del peso del sector servicios, incluido el turístico, en estas regiones, menos intensivo en emisiones que el sector industrial, sobre todo algunas industrias básicas, como cementeras, siderurgias, químicas, papeleras o cerámicas. Las regiones más intensivas en emisiones, con relación al PIB, son Aragón, Asturias, Castilla-La Mancha, Castilla y León, Galicia y Navarra. Las menores emisiones con relación al PIB corresponden a las regiones turísticas, con buen clima (bajo consumo de combustibles en calefacción), ausencia de industrias intensivas energía y donde el sector servicios tiene un peso determinante, con consumos básicamente de electricidad, que en muchos casos se produce en otras regiones.

Comunidad Valenciana.

Las emisiones de gases de invernadero han aumentado en la Comunidad Valenciana un 75,2%, uno de los mayores crecimientos del país. La Comunidad Valenciana representan el 7,24% del total de las emisiones de España, mientras que su población es el 10,52% y su PIB el 9,74%. El menor porcentaje por habitante de la Comunidad Valenciana responde a que parte de la electricidad se genera en la central nuclear de Cofrentes (que plantea otros problemas más graves, como los residuos radiactivos, pero no emite CO₂) y la ausencia de centrales termoeléctricas de carbón. El transporte representa el 33,7% del total de las emisiones de la Comunidad Valenciana, habiendo experimentado un aumento de más del 85% entre 1990 y 2004; el 40% del aumento experimentado en el País Valenciano se debe al

transporte. Las industrias del sector energético en el País Valenciano (centrales termoeléctricas y refinería de Castellón) han aumentado sus emisiones mucho, pero sólo explican el 13% del aumento experimentado. El PNA ha asignado derechos de emisión a 100 instalaciones. Las 5 centrales de ciclo combinado podrán emitir 3,25 Mt de CO₂ en 2007. La refinería de petróleo de Castellón podrá emitir 1,01 Mt de CO₂ anuales entre 2005 y 2007 y las 3 fábricas de cemento podrán emitir 3,2 Mt de CO₂.

Otro sector importante son las fábricas de ladrillos (0,59 Mt de CO₂), fritas (0,67 Mt de CO₂) y azulejos (0,8 Mt de CO₂).³⁹

³⁹ Referencias

<http://www.mma.es/oecc/index.htm>

<http://www6.mityc.es/energia/balances/publicac.htm>

http://europa.eu.int/comm/environment/climat/emission_plans.htm

<http://cdr.eionet.eu.int/es/eu/colqfqaq/envqh8jiq>

<http://www.ine.es/>

<http://www.unfccc.de>

<http://www.ipcc.ch>

<http://www.climnet.org>

<http://www.oficemen.com/eventos/inicio.php>

CÁLCULO PROPIO DE LAS EMISIONES DE CO₂ EN EL AÑO 2001.

Los cálculos que siguen a continuación NO han sido obtenidos partiendo de las tablas de emisiones de dióxido de carbono para el año 2001 elaboradas por nosotros, sino calculando con las entradas de gas natural de cada tabla; y para las distintas fases del proceso productivo conjuntamente en una sola cifra. Hemos utilizado para la obtención de datos también la publicación anual de la Agencia Valenciana de la Energía, con la que hemos estado cotejando información.

Vamos a partir de la obtención de las emisiones de CO₂ para el año 2001 correspondientes a las entradas al sistema de gas natural.

OPERACIONES (ENTRADAS DE GAS NATURAL AL SISTEMA):

$$846.151.029,50 \text{ Nm}^3 (\text{cocción}) + 376.300.789,30 \text{ Nm}^3 (\text{atomización}) + 104.436.006,52 \text{ Nm}^3 (\text{fritas}) = 1.326.887.825 \text{ Nm}^3.$$

$$\text{Idem Nm}^3 * 9.317 \text{ Kcal/ Nm}^3 = 1, 236261387 * 10^{13} \text{ Kcal.}$$

$$\text{Idem Kcal./}10^7 \text{ Kcal.} = 1.236.261,387 \text{ Teps}$$

$$\text{Idem Teps / }1000 = 1.236,261387 \text{ KTeps.}$$

$$1.236,261387 \text{ KTeps} * 1,23 * 2.337 = \mathbf{3,5247543 \text{ Millones t CO}_2}.$$

siendo 1,23 el índice de paso de energía consumida a energía primaria (aunque la diferencia sean pérdidas, al contener el gas natural un 90% de metano, otro gas invernadero, la situación no cambia cualitativamente), y 2.337, el coeficiente que relaciona los KTeps con las toneladas de CO₂ y que viene definido por la metodología IPPC.

Vamos a calcularlo con la metodología IPPC también, pero ahora utilizando la relación entre las Gcal y los Teps que se establece en 0,0900. Partimos de los Nm³ de entrada en el sistema que figura arriba (1.326.887.825 Nm³):

$$\text{Idem Nm}^3 * 10.316 \text{ Kcal/ Nm}^3 = 1,36881748 * 10^{13} \text{ Kcal.}$$

$$\text{Idem Kcal./}10^6 \text{ Kcal.} = 13.688174.8 \text{ Gcal.}$$

$$\text{Idem Gcal} * 0,09 = 1.231.935,732 \text{ Teps.}$$

$$1.231.935,732 \text{ Teps./}1000 = 1.231,935732 \text{ Kteps.}$$

$$1.231,935732 \text{ Kteps} * 2337 = 2.879.033,806 \text{ t CO}_2 = 2,879033806 \text{ MtCO}_2$$

$$2,879033806 \text{ Mt CO}_2 * 1.23 = \mathbf{3,51 \text{ Millones Toneladas CO}_2}.$$

Coefficientes de paso de energía consumida y energía primaria para el gas natural, siendo el numerador la energía primaria y el denominador la energía final consumida:

$$2003) 3.112 / 2.301 = 1,35.$$

$$2002) 2.670 / 2.195 = 1,22$$

2001) 2.646 / 2.142 = 1,23, según datos de la Agencia Valenciana de la Energía (así como el coeficiente de paso de Kteps con las toneladas de CO₂, y para los totales de gas natural de toda la Comunidad Valenciana).

Siendo 1.610 Kteps (consumo final en la provincia de Castellón), 9 Kteps, el consumo doméstico y 8 Kteps. el consumo del sector servicios, quedan 1.593 Kteps para toda la industria de Castellón. Por tanto,

1.232,3 Kteps / 1.593 Kteps = 78% de los consumos finales absorbidos por la industria de baldosa roja de Castellón.

En el año 2002, se inauguró la central de ciclo combinado (que en realidad son dos unificadas) de producción de energía eléctrica, por lo que

vamos a calcular sus emisiones de dióxido de carbono para este período, que según los datos de la Agencia Valenciana de la Energía tuvo una producción vertida a la red de 925 Gwh.

$$925 \text{ Gwh.} = 925 * 10^6 \text{ Kwh.}$$

$$925 * 10^6 \text{ Kwh.} / 1,16 * 10^4 = 92.500 \text{ Kwh} / 1,16 = 79.744 \text{ Teps}$$

siendo el denominador el coeficiente de paso de Kwh a teps.

$$79,744 \text{ Kteps} * 2.337 * 1,22 = \mathbf{227.354 \text{ t CO}_2}$$

Estas toneladas de dióxido de carbono representan sobre el total de consumo final de la provincia de Castellón, la siguiente cantidad:

$$79,744 \text{ Kteps} / 1.593 \text{ Kteps} = 5\%.$$

Por tanto, si el rendimiento de la central de ciclo combinado en 2002 tuvo un aprovechamiento máximo del gas natural, y suponiendo que sólo haya intervenido éste combustible en dicha central para la obtención de los 925 Gwh., el porcentaje que representa la Industria Cerámica de baldosa roja de Castellón más la central de ciclo combinado asciende al 83%, quedando el resto para consumo de gas natural en otras industrias.

Las dos centrales (conjuntas en un mismo complejo) tendrán derechos de emisión para el presente año 2005 la cantidad de 922.500 toneladas de dióxido de carbono (creemos que las dos en conjunto, no teniendo certeza de este dato), pudiendo emitir las cinco centrales de ciclo combinado de nuestra Comunidad en el año 2007 la cantidad de 3,25 Mt CO₂, mientras que las tres fábricas de cemento que existen en la Comunidad Valenciana están situadas en Sagunto, Buñol y San Vicente del Raspeig y podrán emitir para 2005, 3,2 Mt CO₂. En cuanto a la refinería de Castellón, suponemos que opera sólo

con productos petrolíferos, podrá emitir 1,01 Mt de CO₂ anuales entre 2005 y 2007, tomando datos del artículo de Santamarta.

CALCULO EMPÍRICO DE LAS EMISIONES DE CO₂ PARA EL AÑO 2001.

Es posible que el lector quede un poco perplejo del título de este subapartado, pero tenemos que explicar que es muy probable que las emisiones de dióxido de carbono estén subvaloradas numéricamente en el cálculo previo que acabamos de realizar. Esto es así, porque en las fábricas de baldosas, el aire caliente que sale del horno monoestrato de rodillos se redirige hacia otro túnel de secado de las baldosas (que están húmedas tras el prensado). De este proceso se emite al exterior una cantidad pequeña si se compara con la cocción propiamente dicha, pero al elevar estos valores a nivel sectorial se convierten en cifras muy elevadas.

Así, sumando para el año 2001 las salidas de dióxido de carbono según las tablas que se aportan (sumando los cuatro apartados, es decir, atomización, secado y cocción, y fabricación de fritas), aparece la cantidad de **2.548.258.089,04 Nm³**.

Para obtener el peso de esta cantidad se aplica la fórmula química de los gases, de forma que aparecen en litros los Nm³, (1 atmósfera de presión y 0° centígrados) y se divide por 22,4 litros, para después multiplicar por el peso molecular del CO₂, que es de 44,01 grs/mol.

Realizando los cálculos:

$2.548.258.089,04\text{Nm}^3 \cdot 1000 = 2.548.258.089.040$ litros.

Idem * $44,01 / 22,4 = 5,006644576 \cdot 10^{12}$ gramos.

Idem/ $1.000.000 = 5.006.644,6$ toneladas.

Es decir, 5 Millones de toneladas de dióxido de carbono.

Las materias primas empleadas en la industria de baldosas expulsan CO_2 cuando se cuecen o secan, y esa cantidad de dióxido de carbono no la mide la cantidad de gas natural que se utiliza. No se deben calcular las emisiones procedentes únicamente de la introducción de gas natural, sino que hay que añadir las de los materiales que entran en el proceso productivo y que pueden tener una gran importancia. De ahí la necesidad de tomar la totalidad del sistema productivo en el inventario del ciclo de vida.

Debe considerarse con la debida atención el hecho de que los cálculos que figuran arriba, están propuestos para 455 hornos, con una media de caudal de $10.000 \text{ Nm}^3/\text{hora}$. Véase el capítulo dedicado a las declaraciones EPER para completar estos resultados (10º), y en especial los capítulos 9º y 12º, pues con las correcciones debidas, esta cantidad de millones de Tm de CO_2 pueden llegar a los 5,8.

OTROS DATOS DE REFERENCIA CITADOS EN OTROS CAPÍTULOS:

TABLA 5.4. Características medias del gas natural en Castellón

Composición media (% en volumen)	Metano	90%
	Etano	7,50%
	Propano	1,50%
	Butano	0,40%
	Nitrógeno	0,60%
	Azufre en el odorizante	$6,0 \text{ g/Nm}^3$.
	Densidad Real	$0,7955 \cdot \text{Kg/Nm}^3$

	Relativa al aire	0,6153
	Poder calorífico Superior	10.316Kcal./ Nm³.
	Inferior	9.317 Kcal./ Nm³.
Combustión estequiométrica (Nm ³ / Nm ³ gas)	Aire	10,4
	Humos secos	9,3
	Humos húmedos	11,4
Límites de inflamabilidad en aire	Superior	14,7%
	Inferior	4,6%

(Mallol et al, 2001:186).

TABLA 1.1.Distribución del consumo de energía térmica en el proceso de producción de baldosas cerámicas.

ETAPA	CONSUMO (Kcal./Kg.)*	PORCENTAJE
Atomización	300-400	30%
Secado	80-200	10%
Cocción	600-850	60%
Total	980-1500	100%

*(Los consumos se han calculado considerando el PCI del combustible y la **masa de producto seco**). (Mallol et al, 2001:6).

TABLA 1.2. Consumo de energía térmica en la etapa de fusión de fritas.

TIPO DE COMBURENTE	CONSUMO (Kcal./Kg.)*
Aire	2000-2500 (Media = 2.250)
Oxígeno	1300-1800 (Media = 1.550)

*(Los consumos se han calculado considerando el PCI del combustible y la masa de producto seco).

(Mallol et al, 2001:8).

Por tanto, siendo el poder calorífico inferior a 9.317 Kcal/Kg. para 1000 Kg. de producto seco en la etapa de **atomización** necesitaremos una media de 350 Kcal/Kg., es decir, 350.000 Kcal/Tm. de producto seco. Esta cantidad, dividida por el poder calorífico inferior que viene medido por Nm³, nos da como resultado **37,57 Nm³ de gas.**

Por su parte, en la tabla 1.1 también aparecen las etapas de **secado y cocción**. Dada la falta de datos que tenemos para poder separar ambos procesos, que se dan consecutivamente en una misma planta de fabricación

de baldosas, vamos a tratarlas como una sola unidad, por lo que vamos a sumar y obtener medias. Así, los intervalos sumados se sitúan entre 680-1050 Kcal/Kg., lo que da una media de 865 Kcal/Kg. Luego este proceso consume 787.150 Kcal/910 Kg. de producto seco, lo que son **84,48 Nm³** de gas/910 Kg.

En la parte de **fusión de fritas**, tenemos que ponderar para asumir que se trabaja normalmente con un 15% de oxígeno como comburente. Obtenemos entonces que son necesarias 2.145 Kcal/Kg. de producto seco (y teniendo en cuenta el dato de Mallol et al. de que la fusión tiene una pérdida del 10%, siendo el resto CO₂), para obtener 90 Kgrs. de producto a la salida (que eran 100 a la entrada), hará falta 193.050 Kcal/90 Kg., es decir, **20,72 Nm³ de gas**.

BIBLIOGRAFÍA

DATOS ENERGÉTICOS DE LA COMUNIDAD VALENCIANA. Varios años.
Generalitat Valenciana. Conselleria d'Infraestructures y Transport.

MALLOL, G.; MONFORT, E.; BUSANI, G.; LEZAUN, J., 2001. Depuración de los gases de combustión en la Industria Cerámica. ITC.

OBSERVATORIO DE LA SOSTENIBILIDAD EN ESPAÑA. Informe de Primavera. 2005.

ROCA JUSMET J.; PADILLA ROSA, E. Economía industrial, nº 351, Emisiones atmosféricas y crecimiento económico en España. La curva de Kuznets ambiental y el protocolo de Kyoto. Departamento de Teoría Económica de la Universidad de Barcelona y Departamento de Economía Aplicada de la Universitat Autònoma de Barcelona.

SANTAMARTA J. World Wach, nº 23, Las emisiones de gases de invernadero por Comunidades Autonomas en España.

SANTAMARTA J.; NIETO, J. Las emisiones de gases de invernadero en España (1990-2004). Informe publicado en la revista World Watch. Madrid, 4 de mayo de 2005.

CAPÍTULO 9º. EL NÚMERO DE HORNOS Y UN CALCULO DEL COSTE DE LA IMPLANTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN EN EL PROCESO COMPLETO DE PRODUCCIÓN DE BALDOSAS.

Excluimos la extracción de la mina y la inertización de los residuos tóxicos que aparecen en las instalaciones de depuración. Este apartado está redactado de acuerdo a las Mejores Tecnologías Disponibles, calificadas así por Mallol et al, (2001), y que están recomendadas por la C.E.T, cumpliendo así sus recomendaciones, que como se recordará, son más estrictas que diversas normativas nacionales, pero que se prevee serán de aplicación en un futuro no lejano.

Atomización (únicamente equipados con ciclones)

Tomando datos de **Mallol et al (2001)**, página **70** de su obra y haciendo operaciones:

$$23,5 \text{ Tm/hora} * 7200 \text{ horas/año} = 169.200 \text{ Tm/ año.}$$

$$169.200 \text{ Tm/año} * X = 10.015.991,2 \text{ Tm/año; por tanto,}$$

$X = 10.015.991,2 \text{ Tm/año} / 169.200 \text{ Tm/año} = \mathbf{59 \text{ sistemas Venturi}}$ de alta eficacia.

(La cifra de 23,5 Tm/hora es la media de producción de un atomizador y 7200 horas son la media de tiempo que los atomizadores funcionan al cabo del año; **Mallol et al (2001)**, página 94. Las toneladas son la cantidad de arcilla sin tratar que entra en el proceso en 2001).

De esta forma, lo que en realidad estamos calculando es el número medio de atomizadores, todos con igual potencia de producción, que son capaces de procesar la arcilla que el sistema necesita. Quede esto claro al lector, porque se comprenderá que es casi imposible conocer la distribución de atomizadores instalados por su distinta capacidad productiva. Ahora bien, si no podemos contar con más información (y se han realizado

indagaciones telefónicas en el I.V.E. para saber si sus cifras incluían atomizadores y cuantos de ellos, resultando infructuosas), tendremos que conformarnos con estos cálculos.

Fabricación de baldosas⁴⁰

Enrique y Monfort (1996:21), en su artículo cita la cantidad de 123 Kg. de residuos procedentes de la depuración de los fangos para una producción de 1.000 m². Y continúan diciendo que hay que tener en cuenta que **una planta puede producir del orden de 6.000 m² diarios**, lo que puede llevar a producir entre 540-900 Kg. de fangos secos al día una sola planta.

En cuanto a este dato de 6.000 m² diarios, dado el tamaño medio de los hornos en ese periodo, debe suponerse que están fabricados con dos hornos. Asimismo, dice Mallol et al (2001), en su obra “Normalmente, las plantas productivas disponen de más de un horno monoestrato” (Mallol et al, 2001:125).

De esta forma, lo que es necesario saber es el número de hornos instalados. Ayudados en este extremo por el Doctor Eliseo Monfort, nos dio en principio para el año 2001 la información de que el número de los mismos estaría quizá comprendido entre 400 y 600. Además, la mayor

⁴⁰ Como se verá, la capacidad nominal de producción de los hornos en este apartado, difiere de los 3.750 Nm³ con los que se ha trabajado. Ello es debido a una información más “afinada” de la posible cantidad y tamaño de los mismos. Supone una diferencia del 7% (al alza) respecto de la que hemos empleado (3.750 Nm³), pero dado que la diferencia es pequeña, convierte en innecesaria, en nuestra opinión, cualquier corrección sobre el trabajo realizado. En el capítulo de conclusiones generales se expone una tabla de entradas-salidas acumuladas de todos los procesos que entran en el Inventario del Ciclo de Vida.

parte de hornos instalados tienen una producción nominal del orden de 3000-4000 m²/día (con media sobre 3500 m²/día). Trabajan constantemente (con la matización que ahora haremos) 330 días/año (que son 7.920 horas/año). Dividiendo los 506,364 Millones de m² de producción de 2001 entre 3.500 m² y a su vez por 330 días resulta una cantidad de 438 hornos de producción media aludida. Pero D. Eliseo Monfort también nos ha indicado que los hornos, aunque operen en continuo, tienen pequeñas paradas por diversos problemas de producción o mantenimiento, para limpieza de rodillos, y en algunas empresas, de forma minoritaria, se producen paradas de fin de semana, lo que implica que como media están activos sobre el **95%** del tiempo. Por ello, si 438 hornos están el 95% del tiempo en funcionamiento, necesitaremos, para completar la producción de 2001, sobre **462 hornos en total** con una media de **producción nominal de 3.500 m²/día**. Además, el Doctor Monfort nos ha matizado que en este punto (el número de hornos instalados), siempre tendremos que trabajar con una incertidumbre de importancia, dada que no existe un inventario actualizado en el sector cerámico del número y capacidad productiva de los hornos instalados.

Otra cuestión es estimar el número de sistemas de depuración instalados, pero a falta de datos se puede aceptar de forma muy razonable que se instala **un sistema de depuración por cada dos hornos**.

Proceso de fabricación de fritas.

Conocemos el coste de un sistema de depuración para los hornos de fabricación de fritas, que es de **22,75 millones de pesetas**, que son **34,125**

millones de pesetas incrementado ya con el 50%, suponiendo que existen 3 hornos de fritas para cada una de las 20 empresas dedicadas a estos menesteres. Mallol et al en la página 176 aclara, que los costes referidos son para tres hornos de fritado simultáneamente. Según información recogida de manera informal, los hornos de frita instalados en cada planta deben ser cinco como mínimo para que la producción sea rentable (información recogida en 1995). Para ser coherentes, pensamos que si todos los datos de emisiones tóxicas están referidas a la fecha de la reedición del libro de Mallol et al (2001), debemos respetar que la media de hornos son tres y no cinco, porque la tecnología puede haber cambiado desde el 2001 al 2005. Es decir, tanto las emisiones como la tecnología disponible con sus consiguientes costes deben estar referidas a un momento del tiempo para ambas variables (en la medida de lo posible).

En cualquier caso, incluidos los costes de material de instalación para que las mismas funcionen debidamente, hemos multiplicado por 1,50 los costes de la maquinaria nueva (dato éste que ofrece Mallol et al.: su rango de variación está entre el 35% y la del 50%); sumando los costes de las instalaciones de tipo Venturi (atomización), a 48,75 millones de pesetas*59 instalaciones (página 97, media) ; los 231 (462/2) sistemas de depuración para hornos de fabricación de baldosas*12,75 millones (página 135, filtros de mangas, especificando que es el coste para sólo un horno, sin datos para sistema de depuración cada dos hornos, por lo que 12,75 millones está presentado como un mínimo de coste), y una media de 3 hornos por

un total de 34,5 millones*20 empresas de fritas (página 177; esta cifra es la más aleatoria de las tres que se proponen, por razones de tecnología de ingeniería química, pues depende de la utilización de aire u oxígeno), arroja un total de 6.511,5 millones de pesetas (tecnología BAT en 2000 a precios del año 2000, por razones de reedición del libro de Mallo et al., que tuvo su primera edición en dicho año) , que son 39,14 millones de euros.

Obtenidos los datos de inversión de todo el sector de azulejos del año 2001 del IVE, observamos que la inversión en activos materiales en total asciende a 329,68 millones de euros, que se desglosa en terrenos y bienes naturales con una cantidad de 29,64 millones de euros, la inversión en construcciones por valor de 62,04 y por último la inversión en maquinaria, equipamiento y otros por una cifra de 237,99 millones; podemos dividir el coste de 39,14 millones que cuesta la “limpieza” de la emisiones gaseosas entre la inversión (o sus componentes) para encontrar que asciende a un 12% del total invertido en las tres partidas para el año 2001, es decir, un porcentaje bastante bajo, y totalmente asumible por las cuentas del sector, incluso sin hacer mención a las amortizaciones posteriores que son cifras pequeñas comparándolas con las inversiones iniciales.

Ha de tenerse en cuenta que las cifras anteriores son medias muy generales y han de ser tomadas con mucha precaución; no hemos mencionado en los cálculos las inversiones necesarias de las

empresas que sólo se dedican a la fabricación de pigmentos (tenemos noticias de que existen cuatro en la provincia de Castellón).

También debemos advertir al lector que las cifras que aparecen de fritas utilizadas (o consumidas y exportadas), están calculadas teóricamente por nosotros para la producción de 2001. Esto es así porque la producción de fritas está estadísticamente unida a la de la fabricación del vidrio (industria química) y por ello no es posible saber la cantidad de las mismas producidas acudiendo a las estadísticas oficiales.

BIBLIOGRAFÍA

Mallol, G.; Monfort, E.; Busani, G.; Lezaun, J., 2001. Depuración de los gases de combustión en la Industria Cerámica. ITC.

CAPITULO 10. LAS DECLARACIONES EPER DE EMISIONES CONTAMINANTES DE LAS FÁBRICAS DE BALDOSAS DE CASTELLÓN EN 2001.

En este capítulo vamos a intentar comparar las cifras de contaminantes y elementos o compuestos que hemos calculado con la bibliografía de Mallol et al (2001), con las declaraciones que realizan las empresas para el EPER (Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes), salvo en un detalle sobre la industria de fritas que se puede observar en el libro de Escribano (2001) respecto a las emisiones de SO₂ (se da esta circunstancia, porque los hornos de fritas con fuel-oil expelen dicho contaminante). Veremos también como el polvo en suspensión no es calculable, y resulta muy arriesgado dar cifras concretas para las pocas empresas que declaran metales.

La metodología E.P.E.R. agrupa las declaraciones de las empresas por contaminantes para cumplir los objetivos de la Unión Europea, y la legislación actual.

Tras ponernos en contacto con el Ministerio de Medio Ambiente, y gracias a nuestro director de tesis, hemos conseguido unas cifras de emisiones declaradas por las distintas empresas para el año 2001 (habiendo casi 300 en todo el sector, nos ha sido imposible saber qué número de empresas declaran los elementos tóxicos, dado que una misma fábrica puede declarar uno o más contaminantes simultáneamente), pero que adolecen de simplicidad y datos

incompletos que intentaremos subsanar, a fuerza de acudir a supuestos más o menos fuertes. Expondremos un total de 7 escenarios, que se corresponderían con otros tantos casos para los contaminantes provenientes del atomizado, las fábricas de fritas, y el secado de las piezas en las fábricas de baldosas, ya que los factores de cada uno de ellos varía justamente en la misma proporción que lo hace los Nm³ de dichas fábricas, dado que los tres procesos se han calculado a lo largo de estas páginas, paralelamente, como los estrictamente necesarios para obtener una producción dada (la de 2001) de baldosa terminada.

Partimos de un supuesto bastante fuerte, y es que estamos suponiendo que la **productividad aparente del trabajo en todo el sector es la misma**. La producción de cada tramo, se ha conseguido suponiendo que no existen variaciones de precio en la baldosa en 2001 intrasectoriales (sobre 7 euros/m²), dividiendo la cifra neta de ventas de cada tramo entre el total sectorial, y suponiendo que dicha cifra de ventas está asociada a una producción dada (de 1 a 49 empleados con el 13% de la producción –y de la cifra de ventas-, de 50 a 100, con el 22% y de más de cien empleados con el 65%; debiéndose señalar que **el 40% de la cifra de ventas está en manos de 21 grandes empresas**).

Los índices que se obtienen dividiendo (datos IVE, Instituto Valenciano de Estadística) las horas trabajadas por tramo entre el total

sectorial de las mismas, ofrece porcentajes casi iguales a la producción por tramo citada (en realidad, cifra de ventas).

También son casi idénticos a esos porcentajes de producción, cuando se comparan los gastos de personal de cada tramo respecto al total sectorial. Lo que indica que la productividad aparente del trabajo podría considerarse constante sin excesiva dificultad, para todos los tramos en que divide el IVE los datos sectoriales. Y si prestamos atención a la productividad del capital, como complemento necesario que puede provocar cambios en la productividad aparente del trabajo, concluiremos que la primera es la que debe utilizarse; el proceso de fabricación está tan mecanizado que es difícil asumir lo contrario, es decir, que la productividad aparente del trabajo no vaya pareja (pero en sentido inverso) respecto a la del capital.

Por otra parte, en el capítulo dedicado a las cifras económicas del sector se comprueba que la inversión del tramo de mayor número de empleados es del 79% (65% de la producción) y la del tramo central (22% de la producción) es del 14%. Un índice elevado de inversión garantiza que la maquinaria sea de la última tecnología; con la seguridad de que las grandes empresas podrán conseguir la financiación a su medida para mantener la maquinaria cumpliendo la legislación vigente, además de estar mucho más controladas administrativamente por el ente encargado de estas tareas. Como se puede comprobar, para que el tramo segundo del 22% (de producción) se comporte de la misma forma que lo hace el tramo tercero del 65%

(de producción y 79% de la inversión del sector), debería ofrecer un 27% de inversión, y como se ha dicho, sólo asciende a un 14%. Por tanto, es más dinámica la inversión en el tramo de mayor producción de las empresas con más de 100 empleados (el 40% de la producción corresponde a las 21 mayores grandes empresas). Por ello cabe poner en duda el argumento de que no existan diferencias notables en la productividad del capital (y que debería tener su reflejo en la productividad aparente del trabajo, modificando ésta al alza), entre los distintos tramos en que el sector es dividido en los datos I.V.E.

Vamos a comparar hornos (su capacidad productiva), respecto de sus características técnicas, y entre ellas la que más nos interesa: una determinada emisión de caudal como medida de los contaminantes emitidos.

Construiremos tablas que utilizaremos para comparar las emisiones declaradas del sector de baldosas, con los cálculos teóricos que nosotros hemos ido obteniendo a lo largo de las páginas anteriores, partiendo del supuesto de que todas las declaraciones EPER 2001 vienen dadas a nivel sectorial, es decir, que no es necesario ningún ajuste para obtener el total sectorial de la encuesta EPER.

Presentamos ahora un cuadro final completo, que muestra todo el Inventario del Ciclo de Vida, para el “factor” de la parte de cocción de 3.954 Nm^3 , y que resulta de la simple conjunción (mediante

suma de los elementos comunes y exposición de los no comunes) de las entradas-salidas del total de las etapas estudiadas hasta ahora.

ENTRADAS TOTALES	2001	TONELADAS
COMPONENTES FRITAS		560.038,65
ARCILLA		10.015.992,30
COMPONENTES ARCILLOSOS PARA EL ESMALTE		452.722,85
COMPONENTES ORGÁNICOS PARA EL ESMALTE		??
PIGMENTOS		13.321,27
AGUA Miles Litros		15.213.935,56
GAS NATURAL Nm3		1.326.887.825,05
ELECTRICIDAD		0
SALIDAS TOTALES	2001	TONELADAS
BALDOSAS		9.114.552,00
FRITAS EXPORTACION		185.025,43
Partículas suspensión		105.998,98
Fluor F		1.218,14
Boro B		109,81
Cloro Cl		3.638,40
Plomo Pb		17,83
Oxidos de nitrogeno Nox		6.994,21
Dióxido de azufre SO ₂		1.132,65
Monoxido de carbono CO		4.907,62
Dióxidos de carbono CO ₂ Nm3		2.548.258.089,04
Oxigeno Nm3		6.534.533.534,29
SUSTANCIAS ORGÁNICAS		
Alcoholes		109,17
Cetonas		1,64
Esteres		19,43
Compuestos Sulfurosos		12,02
EMISIONES AL AGUA		0

Hay que añadir que se ha trabajado con hornos pequeños y grandes – véanse capítulos 9º y 10º-, con 10.000 Nm³ y 20.000 Nm³ de caudal expulsado respectivamente, cuando en realidad, $70 \cdot 3.750 / 24 = \underline{10.937,5}$ y $70 \cdot 7.500 / 24 = \underline{21.875}$; siendo 70 Nm³ el caudal medio expulsado por metro cuadrado de baldosa

fabricada, y 24 las horas del día; esto supone que si tenemos que velar por la exactitud de los datos y operaciones realizadas, al incremento de casi un 9% (10.937,5/10.000) debe sumarse otro 7% más, que se especificó en el capítulo 9º, dedicado a obtener el número de hornos –véase nota a pie de página en negrita-; por tanto, las cifras que presentamos, adolecen de especificar unos valores cercanos al 16%, a la baja, respecto de los que debería. Sin embargo, creemos que no existe razón suficiente para modificar nuestra labor, debido al notable grado de incertidumbre con que se trabaja. Pero debe tenerse en cuenta esta advertencia porque, por ejemplo, los millones de toneladas de dióxido de carbono expulsado por el sistema en su conjunto, pasa de 5 a 5,8 con esta rectificación, que es una variación importante. Igualmente ocurre con el resto de componentes que aparecen en las tablas de salida de todos los procesos y subprocesos. Ver el final del capítulo presente, donde mostramos una tabla, con la rectificación asumida (caso séptimo).

Al fijar nuestra atención en el proceso inversor, más que un concepto neoclásico de la productividad del capital, aparece la que podría denominarse “mejora medioambiental” del capital invertido, que significa una menor emisión de contaminantes por m² producido de la maquinaria instalada. Este concepto de “mejora medioambiental” es el que vamos a utilizar en adelante, por ser de mayor interés que los conceptos neoclásicos de productividad del trabajo y del capital. El

suponer o no, que esta “mejora medioambiental” es constante para todo el sector, dividirá los casos (escenarios) que vamos a tratar.

Para contrastar nuestras propias cifras, con las declaraciones de la Encuesta EPER, vamos a suponer que existen diversos escenarios posibles que, obteniendo la misma producción, emplean hornos que no son únicamente los 455 con una producción de 3750 m²/día y 10.000 Nm³/hora de caudal (y 3.954 de “factor”), sino que planteamos la posibilidad de que existan diversos caudales de Nm³ por horno, con lo que se rompe, en este último caso, con el supuesto de constancia entre tramos I.V.E. de la “mejora medioambiental” del capital; primeramente suponemos que existen esos 455 hornos pequeños con un caudal de 10.000 Nm³ ; después variamos el número de Nm³ de caudal de los hornos anteriores (quedando en 5.000 Nm³); se observará en el caso tercero cómo se consigue atender a la producción sectorial con hornos grandes únicamente, para pasar posteriormente a los escenarios 4º y 5º, donde conviven tanto hornos con la capacidad de 3750 m²/día, como grandes hornos -7.500 m²/día-. Finalmente, exponemos un caso que incumple el presupuesto de constancia de la “mejora medioambiental” del capital fijo entre los tramos (al igual que ocurre con el segundo), teniendo por característica que el 20% de la producción está obtenida por hornos grandes, pero con 15.000 Nm³ de caudal (rebajando así 5.000 Nm³ de expulsión sobre más de 20.000 Nm³ con que operan). Y como último cuadro, el que sería el séptimo, que es el primero con la diferencia del

16% de “factor”, desviación en la que se ha incurrido a lo largo de este trabajo.

El Doctor Eliseo Monfort (ITC) nos ha facilitado información valiosísima respecto de las condiciones técnicas que afronta el sector. Así, nos ha indicado que para producir un m² de baldosa son necesarios, en los hornos monoestrato, 70 Nm³ como media (véase arriba). Esto implica, que el supuesto que hemos hecho respecto de la constancia de “la mejora medioambiental” del capital entre tramos se cumpliría para todos los tamaños de horno; es decir, tanto los hornos pequeños, como grandes, emiten proporcionalmente el mismo caudal de contaminantes. Lo que nos está dando el Dr. Eliseo Monfort son cantidades de caudal expulsado por hora; por tanto, si se reducen los caudales por m² se reduce el total de contaminantes.

Pero una variación determinada de caudal en Nm³ no tiene que ver con la productividad aparente del trabajo ni del capital, sino con lo que hemos llamado “mejora medioambiental” del capital: a menos caudal, menos tóxicos (siempre contando con que la concentración sea la misma en situaciones diferentes). Por ello con las debidas precauciones ya comentadas, concluiremos provisionalmente que un “factor” por encima de 3.954 Nm³ contamina más que uno con un caudal menor, y por ello tiene asociado un “factor” también menor éste último. La “mejora medioambiental” del capital recoge todos los cambios a la baja, en cuanto caudal y por tanto de contaminantes que

se producen en la estructura productiva, de determinado tipo de hornos, manteniendo constante la concentración de contaminantes.

Pasemos, pues, a presentar los datos obtenidos bajo los diferentes escenarios.

Primer escenario:

3954 Factor	10.000 Nm3	3750 m2/dia	455 hornos	
ELEMENTO	Nº EMPRESAS	DECLARADO TM	CANTIDAD Tª TM(B)	(B)/(A)
COLORO	79	823,56	3.638,40	4,42
CO	121	4.989,80	4.907,62	0,98
CO2	117	1,93	5,00	2,60
FLUOR	80	388,18	1.218,14	3,14
NOx	121	2.775,20	6.994,21	2,52
Pb	64	6,78	17,83	2,63

En la tabla se observa el factor (arriba, izquierda), que es el número de Nm³ hallado para la obtención del “pivote” de 910 Kg., al considerar los parámetros aludidos más arriba y con los que se han realizado los cálculos propios, y que se obtiene mediante las operaciones que añadimos ahora en una nota, por si el lector no tiene demasiado interés en conocer el procedimiento.⁴¹

41) 1 hora es a 10.000 Nm³,
 como 7920 horas es a X. Luego X = 79.200.000, que multiplicado por el número de hornos (455), tenemos 3,6036 * 10¹⁰ Nm³., siendo las 7.920 horas las horas nominales anuales de funcionamiento de un horno. Después hacemos la siguiente operación:

9.114.551.991 Kg. es a 3,6036 * 10¹⁰ Nm³
 como 1000 Kg. es a X Nm³, lo que da por resultado X= **3.954 Nm³/Tm.** de atomizado fresco que entra en los hornos. A esta cantidad con la que calculamos emisiones, la llamamos “factor” en las tablas, ya que es un miembro de la multiplicación para realizar dichas emisiones.

Esta operación se puede realizar así:
 9.114.551.991 Kg. / 7920 horas = 1.150.827 Kg./hora, por tanto:

La tercera columna son las declaraciones EPER; la cuarta, es la cifra calculada mediante nuestra metodología para todo el sector, y la última es el resultado de dividir lo calculado por nosotros entre las declaraciones de la Encuesta EPER.

Podemos observar, respecto del escenario primero, como el cloro (Cl) calculado excede a lo declarado en la Encuesta EPER un 342% (ratio 4,42), indicando al mismo tiempo nuestros cálculos que se han expulsado un 2% menos que lo declarado en la encuesta de CO, y de que se sobrepasan las cantidades de NOx declaradas en un 152% (recordemos que para este contaminante, la única solución rentable y posible era modificar las composiciones de las arcillas empleadas, que llamábamos medidas preventivas); y el plomo un exceso del 163%.

1.150.827 Kg./hora es a 10.000 Nm³/hora
como 1000 Kg. es a X Nm³/hora, luego $X = 8,69 * 455 = 3954 \text{ Nm}^3$, desapareciendo, operando, el resto de unidades utilizadas.

Los Nm³ expulsados a la hora para 1000 Kg. en la etapa del secado, cuando se confeccionaron las tablas de emisiones resultaron **1.186 Nm³**. Para la etapa de atomizado resulta un factor de **3.956,5 Nm³**, y para la frita de **1.073 Nm³**. **El número de hornos** se calcula de la forma siguiente:

Operamos para hallar tanto los hornos en funcionamiento, como los resultantes de un incremento del 10% de los mismos, ya que debe tenerse en cuenta que los hornos sufren paradas para su mantenimiento:

$506.364.000 \text{ m}^2 / 3.750 \text{ Nm}^3(\text{día}) / 330 = 409$, que representando el 90% del tiempo real produciendo, nos ofrece la cantidad de los **455 hornos** supuestos. La primera cifra es la producción anual en m² y 330 son los días que operan, de media, los hornos.

De la misma forma, para calcular los hornos necesarios para fabricar la producción arriba expresada, pero esta vez con hornos de capacidad nominal de **7.500 Nm³/hora**, resolvemos así: $506.364.000 \text{ m}^2 / 7500 \text{ Nm}^3(\text{día}) / 330 = 205$ hornos. Así, tenemos en total $205/0.9 = 228$ hornos. Los 506.364.000 son los metros cuadrados de producción para 2001.

Segundo escenario:

1977 Factor	5.000 Nm3	3750 m2/dia	455 hornos	
ELEMENTO	Nº EMPRESAS	DECLARADO TM	CANTIDAD Tª TM(B)	(B)/(A)
COLORO	79	823,56	1.819,20	2,21
CO	121	4.989,80	2.453,81	0,49
CO2	117	1,93	2,50	1,30
FLUOR	80	388,18	609,07	1,57
NOx	121	2.775,20	3.497,11	1,26
Pb	64	6,78	8,92	1,31

Respecto del segundo escenario, vemos que se emiten exactamente la mitad de contaminantes; pero ello es lógico, ya que se ha reducido a la mitad la expulsión al exterior (trabajamos con 5.000 Nm³ y hornos pequeños). El “factor” se ha reducido a la mitad.

Tercer escenario:

3962 Factor	20.000 Nm3	7500 m2/dia	228 hornos	
ELEMENTO	Nº EMPRESAS	DECLARADO TM	CANTIDAD Tª TM(B)	(B)/(A)
COLORO	79	823,56	3.638,40	4,42
CO	121	4.989,80	4.907,62	0,98
CO2	117	1,93	5,00	2,60
FLUOR	80	388,18	1.218,14	3,14
NOx	121	2.775,20	6.994,21	2,52
Pb	64	6,78	17,83	2,63

En este tercer caso el “factor” es prácticamente igual al primero; ello es así porque hemos aumentado el caudal expulsado al doble, y hemos calculado que existen 228 hornos de 7.500 Nm³ (que son exactamente la mitad de 455 hornos pequeños).

Cuarto escenario:

3952 Factor 1580+2372	20000 Nm3(40%) 10000 Nm3 (60%)	7500 m2/día 3750 m2/día	91 hornos 273 hornos		
ELEMENTO	Nº EMPRESAS	DECLARADO TM	CANTIDAD Tª TM(B)	(B)/(A)	
COLORO	79	823,56	3.638,40	4,42	
CO	121	4.989,80	4.907,62	0,98	
CO2	117	1,93	5,00	2,60	
FLUOR	80	388,18	1.218,14	3,14	
NOx	121	2.775,20	6.994,21	2,52	
Pb	64	6,78	17,83	2,63	

Quinto escenario:

3955 Factor 792+3163	20.000 Nm3(20%) 10.000 Nm3 (80%)	7500 m2/día 3750 m2/día	45 hornos 364 hornos		
ELEMENTO	Nº EMPRESAS	DECLARADO TM	CANTIDAD Tª TM(B)	(B)/(A)	
COLORO	79	823,56	3.638,40	4,42	
CO	121	4.989,80	4.907,62	0,98	
CO2	117	1,93	5,00	2,60	
FLUOR	80	388,18	1.218,14	3,14	
NOx	121	2.775,20	6.994,21	2,52	
Pb	64	6,78	17,83	2,63	

En estos dos últimos escenarios, ya presentamos dos tipos de hornos: el 20% (o el 40% en el caso cuarto) de los grandes con una producción nominal de 7.500 m²/día, resultando 45 hornos emitiendo 20.000 Nm³/hora (91 hornos grandes para el caso 4º), y el 80% de la producción cubierta con 364 hornos pequeños, de 3.750 m²/día de producción nominal, expulsando 10.000 Nm³/hora (273 hornos

pequeños para el caso 4^o). Los 3.955 Nm³ de factor, son la suma de los que figuran debajo.

La expulsión total del factor es la suma de ambos⁴².

En nuestra opinión, aunque no cumpla con el requisito de los 455 hornos a 3.750 Nm³/hora, las dos tablas finales podrían parecer las más acordes con la realidad puesto que conviven dos tipos diferentes de hornos, y también aparece un factor idéntico al del primer caso, pero debemos utilizar el primer escenario, que tiene las dimensiones –prácticamente- que nos recomendó el Doctor Eliseo Monfort.

Podemos afirmar que la constancia en todo el sector de la “mejora medioambiental” del capital entre tramos obliga a que los resultados (al calcular el “factor”) sean idénticos en el primer escenario que en el tercero, cuarto, y quinto casos. Sexto escenario:

0,935

ELEMENTO	Nº EMPRESAS	DECLARADO TM	CANTIDAD Tª TM(B)	(B)/(A)
3697 Factor	15.000 Nm3(20%)	7500 m2/día	41 hornos	
534+3163	10.000 Nm3 (80%)	3750 m2/día	327 hornos	
COLORO	79	823,56	3.401,90	4,13
CO	121	4.989,80	4.588,63	0,92
CO2	117	1,93	4,68	2,43
FLUOR	80	388,18	1.138,96	2,93
NOx	121	2.775,20	6.539,59	2,36

Se puede observar, como en este ejemplo, los hornos grandes tienen una “mejora medioambiental” del capital que los hornos

42 Respecto del cálculo realizado, es el siguiente:

40% sobre 9.114.551.991 = 3.645.820.796 Kg.

60% sobre 9.114.551.991 = 5.468.731.195 Kg.

Caso 40%) 1 es a 20.000 Nm³

Como 7920 es a X. Nm³ Luego X= 158.400.000 * 91 hornos = 1,44144 * 10¹⁰

1,44144 * 10¹⁰ * 400 Kg. / 3.645.820.796 Kg. = **1.581 Nm³ de factor.**

Con el 60% realizamos las mismas operaciones para llegar a un factor de **2.372 Nm³**.

pequeños no tienen, rompiendo por tanto el supuesto de la igualdad de dicha “mejora medioambiental” para todo el sector. El llamado “factor”, queda por debajo en un 6,5% respecto del que figura en el escenario primero (3.697, frente a 3.954 Nm³), teniendo así una menor emisión los hornos grandes, expulsando menos contaminantes al aire, proporcionalmente respecto a los hornos pequeños.

Podemos mostrar ahora, para solucionar el que un 16% de los contaminantes no están incluidos en el caso 1º (que es el que se ha utilizado páginas atrás en todo este trabajo), una tabla comprensiva de los mismos, afectados ya por dicho incremento. Esta es la situación que realmente habríamos mostrado de no existir dicha variación del 16%, y que es la real si se admiten sólo hornos pequeños. También deberían tenerse en cuenta los casos 4º y 5º, que afectados por este porcentaje del 16%, mostrarían situaciones iguales (a éste caso séptimo) respecto de la contaminación, pero con hornos de dos tipos. Caso séptimo:

1,16

3954 Factor	10.000 Nm3	3750 m2/dia	455 hornos	
ELEMENTO	Nº EMPRESAS	DECLARADO TM	CANTIDAD Tª TM(B)	(B)/(A)
COLORO	79	823,56	4.220,54	5,12
CO	121	4.989,80	5.692,84	1,14
CO2	117	1,93	5,80	3,01
FLUOR	80	388,18	1.413,05	3,64
NOx	121	2.775,20	8.113,28	2,92
Pb	64	6,78	20,68	3,05

.....

Quisiéramos ahora puntualizar algunos extremos sobre las cantidades tanto teóricas como declaradas.

El primer punto a resaltar, es la información del Ministerio de Medio Ambiente que figura después, respecto del polvo o partículas en suspensión. Este Ministerio nos ha ofrecido datos para las mismas separadas por su grosor, PM10 (10 micras), pero sólo las del intervalo superior del total, por lo que dado que los trabajos citados y utilizados ofrecen la totalidad de partículas (Mallol et al (2001), Blasco (1992) y Escribano (2001)), estando por debajo de dicho límite cantidades importantísimas de las mismas, y puesto que no vienen separadas según su tamaño en dicha bibliografía, resulta imposible su contraste. Por tanto, careciendo de datos que ayuden a calcular el porcentaje de las que quedan por debajo o por arriba, no hemos podido incluir los datos correspondientes. Conocemos el alcance de esta falta de datos, dado que no deja de ser una situación ecológicamente importante de tratar. Además, en las tablas del Ministerio se citan muchos elementos de los que no habíamos podido especificar las cantidades utilizadas, colocando páginas atrás un signo de interrogación en la casilla correspondiente (se incluyen metales y metales pesados, con la peligrosidad que esto conlleva). Pensamos que dichos metales proceden principalmente de las fábricas de fritas y de pigmentos. Dichos elementos, una vez referido el problema de las partículas en suspensión, son los siguientes: **arsénico** y compuestos, con 1,2 Kg. declarados emitidos por 5 instalaciones; **cadmio** y sus compuestos,

con 3,5 Kg. procedentes de 6 empresas; **chromo** y sus compuestos, con 1,725 Kg. que se generan en 6 instalaciones; **cobre** y sus compuestos, emitidos por 6 empresas, que dan lugar a 11,5 Kg./año; **HFC** (hidrofluorcarbonados), 1,2 Kg. año, 6 empresas; **mercurio**, declarado por 6 empresas con un peso de 1,2 Kgrs.; **níquel** y compuestos, procedentes de 6 empresas con 1,922 Kg.; **zinc** y compuestos, de 7 empresas con 164,226 Kg./año.

En este momento se puede constatar la cantidad que es usada de estos elementos y compuestos metálicos, pero que queda también ahora de forma dudosa mostrada, dada la fragmentaria información (no podemos conocer si ese escaso número de empresas declarantes son todas las incluidas en el sector: una sola empresa declarante tiene una gran influencia a la hora de tratar los datos). De hecho, el rótulo que aparece en las cifras que ha enviado el Ministerio de Medio Ambiente, es el de "Industria Cerámica", lo que junto a las declaraciones por pocas empresas de los diversos metales, se deduce que seguramente éste dato – metales y metales pesados- es declarado solamente por las fábricas de fritas y pigmentos.

Exponemos a continuación las tablas facilitadas por el Ministerio en las páginas siguientes, así como un apartado que habla del agua en la industria cerámica.

Emisiones a la atmósfera declaradas a EPER-España año 2001

Sector cerámico de Castellón

Sustancia	Método de obtención	Cantidad (kg/año)	Nº instalaciones
As y compuestos		1,2	5
	E	1,2	5
Cd y compuestos		3,498	6
	C	2,298	1
	E	1,2	5
Cloro y compuestos inorgánicos(HCL)		823559,517	79
	C	121193,619	18
	E	701007,218	60
	M	1358,68	1
CO		4989759,496	121
	C	398201,09	4
	E	361003,44	10
	M	4230554,966	107
CO2		1926667505	117
	C	468701571	29
	E	98872914,47	13
	M	1359093020	75
Cr y compuestos		1,725	6
	E	1,725	6
Cu y compuestos		11,509	6
	E	11,509	6
Flúor y compuestos inorgánicos(HF)		388180,541	80
	C	58995,276	18
	E	299810,965	58
	M	29374,3	4
HFC(hidrofluorcarbonados)		1,2	6
	E	1,2	6
Hg y compuestos		1,2	6
	E	1,2	6
Ni y compuestos		1,922	6
	E	1,922	6
NOx (como NO2)		2775205,197	121
	C	14629,12	4
	E	243606,968	11
	M	2516969,109	106
Pb y compuestos		6783,34157	64
	C	1700,981	14
	E	5051,01057	49
	M	31,35	1
PM10		5303960,628	111
	?	27293,1	1
	C	102986,678	5
	E	112030,89	19
	M	5061649,96	86
SOx(como SO2)		1057094,706	109
	C	115040,57	4
	E	34153,888	11
	M	907900,2478	94
Zn y compuestos		164,226	7
	E	7,766	6
	M	156,46	1

LAS EMISIONES AL AGUA

Respecto de las emisiones al agua, el primer problema es conocer si ese agua contiene o no los metales citados anteriormente, pero las cifras son descorazonadoras, debido a que prácticamente el total de agua se vierte a la corriente de los alcantarillados municipales con cantidades considerables de metales pesados (y otros no pesados, pero capaces de reaccionar químicamente). Los porcentajes que reflejan la situación de todas las aguas, van a parar, desde un 90% hasta un 100% a que se refieren los datos del Ministerio, a dicho alcantarillado público. Ahora deben ser los químicos y en conjunción con médicos, ecólogos, etc. los que determinen la incidencia de esos metales (cancerígenos o no) sobre el medio ambiente y las personas que viven y trabajan en la provincia de Castellón.

Emisiones al agua declaradas a EPER-España año 2001

Sector cerámico de Castellón

Sustancia	Medio Receptor	Método de obtención	Cantidad (kg/año)	Nº Instalaciones
BTEX			0	5
	AGUA-Depuradora		0	3
		C	0	2
		E	0	1
	AGUA-Red		0	2
		E	0	2
Carbono orgánico total			17518,9837	10
	AGUA-Depuradora		0	3
		C	0	2
		E	0	1
	AGUA-Red		17518,9837	7
		C	2046,416	3
		E	1,7217	1
		M	15470,846	3
Cd y compuestos			2,99292	24
	AGUA-Depuradora		0,201	7
		C	0	2
		E	0,02	4
		M	0,181	1
	AGUA-Inter		0,0405	1
		M	0,0405	1
	AGUA-Red		2,75142	16
		E	0,03262	3
		M	2,7188	13
Cr y compuestos			6,14094	22
	AGUA-Depuradora		0,372	5
		C	0	2
		E	0,01	2
		M	0,362	1
	AGUA-Inter		0,0855	1
		M	0,0855	1
	AGUA-Red		5,68344	16
		E	0,06524	2
		M	5,6182	14
Cu y compuestos			4,01567665	22
	AGUA-Depuradora		0,382	6
		C	0	2
		E	0,02	3
		M	0,362	1
	AGUA-Inter		0,0405	1
		M	0,0405	1
	AGUA-Red		3,59317665	15
		E	0,06537665	2
		M	3,5278	13
Fluoruros			33,579	6
	AGUA-Depuradora		0	3
		C	0	2
		E	0	1
	AGUA-Red		33,579	3
		M	33,579	3

Hg y compuestos		2,301026	21
AGUA-Depuradora		0,0743	6
	C	0	2
	E	0,02	3
	M	0,0543	1
AGUA-Inter		0,01305	1
	M	0,01305	1
AGUA-Red		2,213676	14
	E	0,009786	1
	M	2,20389	13
Ni y compuestos		9,2907	22
AGUA-Depuradora		0,925	6
	C	0	2
	E	0,02	3
	M	0,905	1
AGUA-Inter		0,2205	1
	M	0,2205	1
AGUA-Red		8,1452	15
	E	0,1631	2
	M	7,9821	13
Pb y compuestos		181,3800799	24
AGUA-Depuradora		1,83	6
	C	0	2
	E	0,02	3
	M	1,81	1
AGUA-Inter		0,405	1
	M	0,405	1
AGUA-Red		179,1450799	17
	E	1,4034799	2
	M	177,7416	15
Total - Fósforo		309,735	21
AGUA-Depuradora		12,7	4
	C	0	2
	E	12,7	2
AGUA-Inter		0,855	1
	M	0,855	1
AGUA-Red		296,18	16
	E	0,019	1
	M	296,161	15
Total - Nitrógeno		6719,083301	22
AGUA-Depuradora		36,2	4
	C	0	2
	E	0	1
	M	36,2	1
AGUA-Inter		8,55	1
	M	8,55	1
AGUA-Intra		8,55	1
	M	8,55	1
AGUA-Red		6665,783301	16
	E	0,447301	1
	M	6665,336	15
Zn y compuestos		334,08994	24
AGUA-Depuradora		3,28	6
	C	0	2
	E	0,02	3
	M	3,26	1
AGUA-Inter		0,585	1
	M	0,585	1
AGUA-Red		330,22494	17
	E	10,83094	2
	M	319,394	15

BIBLIOGRAFÍA

Ministerio de Medio Ambiente. Informe EPER 2001.

Instituto Valenciano de Estadística.

MALLOL, G.; MONFORT, E.; BUSANI, G.; LEZAUN, J., 2001. Depuración de los gases de combustión en la Industria Cerámica. ITC.

CAPÍTULO 11º. EL COMPROMISO MEDIOAMBIENTAL.

Nos ha parecido interesante, para este capítulo, la encuesta llevada a cabo por Masanet, del año 2003⁴³, que consiste en dilucidar el grado de compromiso medioambiental de las empresas del sector. Comienza Masanet diciendo que en 1999 Castellón concentraba el 93% de la producción nacional, encontrándose ubicadas en esta provincia cerca del 80% de las empresas del sector. Para la realización del estudio se procedió a elaborar un cuestionario postal anónimo que fue enviado a las 280 empresas que configuraban el total de la población. Tras el envío fueron devueltas 15 cartas por diversas razones, por lo que la población quedó reducida a 265 empresas. (Masanet, 2003:101). Aunque el índice de respuestas no puede ser considerado como significativo, no difiere en gran medida de otros estudios parejos realizados en el ámbito español.

La respuesta a la encuesta fue de 26 empresas, 19 grandes, 5 medianas y 2 pequeñas, de las cuales el 63% eran de baldosas, el 30% de fritas y esmaltes y un 4% aproximadamente de atomizadoras. En conjunto trabajaban en continuo el 75% de las empresas, frente al resto que lo hacía de forma intermitente. El tipo de gestión es no familiar en un 70% de los casos.

⁴³ Nos basamos en este trabajo de Masanet (2003), cuasitranscribiendo literalmente, tal como la autora expone, muchos resultados de interés, aunque no llegamos a dejar de seleccionar y resumir dichos resultados.

Un 55% considera al medio ambiente como una amenaza, frente a un 15% que lo considera una oportunidad y un 18% de indiferentes.

Un 66,7% de las empresas encuestadas contestaron establecer políticas medioambientales en su estrategia empresarial frente a las que respondieron negativamente, y que fueron un 33,3%.

Según la encuesta, un 40% han dotado de formalidad a la política medioambiental establecida, pero asimismo, procedemos a constatar que claramente la mayoría de las empresas no perciben un reflejo contable de sus políticas medioambientales.

Las causas prioritarias para no establecer una política medioambiental son la inexistencia de obligatoriedad y la consideración de su implantación como excesivamente costosa. Parece que una parte muy importante de la percepción del coste de implementar una política medioambiental en las empresas va a deberse al coste de obtención de la información relativa al modo de realizarla.

Mientras una amplia mayoría de los encuestados conocen las normas UNE 77 801/93 (AENOR) y las ISO 14.000 sobre los requisitos que debe contemplar un sistema de gestión medioambiental (SIGMA), una escasa minoría lo tienen implantado en su empresa (un 11%). Asimismo, el control de la gestión medioambiental de la empresa está siendo llevada a

cabo, principalmente, por el departamento de producción, lo que podría significar que la gestión medioambiental es confundida con el mero cumplimiento de estándares técnicos.

Más de la mitad de las empresas (el 59,3%) manifestó conocer el Reglamento Comunitario 1836/93 que permite adherirse a las empresas del sector industrial voluntariamente a un sistema de gestión y auditoría medioambiental. En cuanto al grado de conveniencia de su adhesión las respuestas fueron: SI, un 37,0%, NO CONTESTAN, un 40,7% y NO un 22,2%. Respecto de su adhesión al mismo las respuestas fueron: NO, un 44,4% y NO CONTESTAN, un 55,6%.

La amplia mayoría de las empresas han aplicado sistemas de control de calidad y además el 3,7% de las respuestas negativas manifestaron que estaban en proceso de aplicación.

Cerca de la mitad de la muestra (un 48,1%) contestó fijar objetivos medioambientales en la elaboración de su estrategia empresarial.

En torno a un 30% de las empresas no confeccionaban ningún tipo de balance o recopilación de los resultados de las medidas ambientales llevadas a cabo en su empresa.

“Más de la mitad de las empresas no proceden a realizar comparaciones entre los objetivos medioambientales fijados en sus estrategias empresariales y los resultados obtenidos (51,9%), observándose además un alto porcentaje de no respuesta a esta cuestión (18,5%). La explicación que podría darse a este comportamiento es que, en el mejor de los casos, la preocupación medioambiental es incipiente en la mayoría de empresas y se encuentran en la fase de intentar introducir estas estrategias, por lo que aún no son capaces de analizar la información que están obteniendo, y en el peor de los casos, estas incongruencias y la negativa a proporcionar información al respecto podría ser sintomático de una estrategia de marketing medioambiental”.

“Todas las empresas que contestaron establecer comparaciones entre objetivos medioambientales perseguidos y resultados obtenidos, nos proporcionaron información del grado de cumplimiento de los mismos. En general, éste es muy elevado, siendo la media el 73,1%, pero desconocemos si es indicativo de que se están realizando esfuerzos para alcanzar los objetivos perseguidos o que el nivel que se imponen de objetivos es tan pobre que los alcanzan sin apenas esfuerzo”

Las empresas declaran asumir costes medioambientales en un 88,9%, es decir opinan que incurren en costes de éste carácter. El resto declara no hacerlo.

En cuanto a la estimación de los costes de descontaminación, un porcentaje muy elevado de los encuestados no contestó esta pregunta (29,6%), mientras que en torno a un 11% reconocieron no realizar estimación de sus costes de descontaminación. La cuarta parte (25,9%) de los que contestaron estimarlos sólo procedían al registro de cantidades y tipos de deshechos, sin proceder a la valoración de los mismos.

Un 37,0% de la muestra utiliza el sistema de cogeneración y un 63,0% declara no hacerlo.

En cuanto a las **conclusiones**, también las dejamos íntegramente para la autora:

“La gestión medioambiental se encuentra en una etapa incipiente y necesita de estímulos para que la preocupación medioambiental actual no degenera en un mero cúmulo de buenos propósitos. De hecho, la planificación y control de dicha gestión se encuentra sesgada técnicamente, reflejando más una preocupación por lograr alcanzar unos estándares técnicos que por la consecución de una gestión medioambiental integrada en la empresa.

Los sistemas de gestión medioambiental han sido escasamente implantados en las empresas del sector, a pesar del amplio conocimiento manifestado de la normativa relativa a la gestión medioambiental. Desgraciadamente, la situación no manifiesta una tendencia al cambio en

un futuro cercano, si no se les proporciona los incentivos fiscales adecuados y un incremento de la presión legislativa.

La hipótesis de que el grado de formalidad de las políticas medioambientales debería estar correlacionado con la percepción de reflejo contable de las mismas no puede ser validada. Este resultado puede deberse a la concepción que tienen las empresas de lo que se entiende por contabilidad, reduciendo su dimensión a una mera técnica de teneduría de libros. El desarrollo de la contabilidad medioambiental se encuentra supeditada al cumplimiento de los requisitos legales y a su utilización como una potente arma de marketing empresarial, ya que en la mayoría de los casos se procede a confeccionar información medioambiental de una manera arbitraria, obviándose cualquier tipo de relaciones inmediatas que pudieran establecerse como es la comparación entre resultados obtenidos y objetivos medioambientales perseguidos.

Las empresas reconocen responsabilidades de carácter medioambiental que, sin embargo, no parecen tener reflejo contable en la dotación de provisiones ambientales ni tampoco en la contratación de otro tipo de coberturas por riesgos ambientales. Ello es debido, fundamentalmente, a que en un amplio número de casos la preocupación medioambiental es concebida únicamente como una responsabilidad que se intenta en gran medida transmitir a terceros.

Desde la perspectiva académica el compromiso medioambiental es concebido con carácter preventivo mientras que desde la perspectiva

empresarial el enfoque mayoritario es el de reparación (Masanet, 2003:149-150).”(transcripción literal).

BIBLIOGRAFÍA.

MASANET LLODRÁ, M^a.J. (2003) : La Gestión Medioambiental en la empresas cerámicas de Castellón. Publicacions de la Universitat Jaime I de Castelló.

CAPÍTULO 12º. CONCLUSIONES GENERALES.

12.1. CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS.

Debemos comentar el hecho de que un Licenciado en Ciencias Económicas y Empresariales se dedique durante muchas páginas a realizar cálculos que se diría que debe hacerlos un químico. La respuesta es simple: estamos trabajando individualmente, aunque alabamos la multidisciplinaria visión de la Economía Ecológica.

Existe un segundo tema que es el de defender la metodología empleada por nosotros para llegar a obtener las cantidades emitidas de elementos y compuestos químicos por la industria de la baldosa de pasta roja de Castellón para el año 2001.

La industria de baldosas de Castellón consta de cuatro etapas bien diferenciadas. Se trata de las industrias minera de extracción de arcillas, las fábricas de atomizado, las fábricas de fritas y pigmentos, y las fábricas de baldosas (incluyendo el secado), de donde sale el producto acabado listo para su colocación.

Nosotros utilizamos la siguiente hipótesis: seguir las vicisitudes de una tonelada de arcilla en el proceso de conversión en baldosas siguiendo las tres fases antes mencionadas (dejamos aparte la extracción de arcillas), analizando los inputs materiales, y los vertidos y emisiones que aquella

arcilla genera en su transformación en baldosa. Aquella tonelada de arcilla, después de la fase de cocción, pierde agua y humedad, transformándose en 910 Kg. de baldosa terminada (que es la llamada pérdida por "calcinación").

Para conseguir detalladamente las expulsiones al medio ambiente que se crean en este sector, hemos utilizado los datos de emisión de gases que aporta la investigación de Mallol et al (2001), procediendo mediante una simple multiplicación. Así, si Mallol et al (2001) aporta datos de las sustancias en las unidades de miligramo/ Nm^3 (caudal emitido a la atmósfera y para cada parte del proceso; un Nm^3 es un m^3 de gas a cero grados Celsius y una atmósfera de presión), multiplicamos esos valores por el llamado **"factor" (número necesario de Nm^3 para conseguir 910 Kg. de producto final)**; de expulsión de un "horno tipo", que tiene una media de 3.750 $\text{m}^2/\text{día}$ de producción nominal y 10.000 Nm^3/hora de caudal; después se utiliza otro factor para los hornos de cocción de fritas, calculando de la misma forma el correspondiente para los atomizadores, y también para el proceso de secado; es decir, un factor propio para cada proceso o subproceso, mostrando el resultado en las unidades convenientes.

Queremos añadir aquí unas palabras entresacadas de Mallol et al (2001:14):

"Todos los valores numéricos anotados en la presente guía corresponden o bien a valores medios de múltiples valores individuales o son intervalos de variación habituales para los diferentes parámetros, pudiéndose encontrar puntualmente valores diferentes a los aquí

reflejados.” Sin embargo tenemos que ahondar un poco sobre esta frase. Se trata de que los valores que se ofrecen en intervalos, no tienen el mismo porcentaje de variación: es decir, que un contaminante que figura en una tabla determinada, tiene tres valores clave, que son los dos extremos del intervalo y su media. Nosotros hemos trabajado siempre con la media de dicho intervalo; pero dividiendo el mayor valor del intervalo entre la media, y después dividiendo la media entre el valor inferior, nos ofrece un porcentaje que no se repite en el contaminante siguiente de la misma tabla. Es decir, la amplitud del intervalo no es constante para todos los contaminantes (como es natural). Esto puede producir distorsiones importantes, es decir, variaciones en la realidad respecto de la media calculada, dependiendo del contaminante del que se hable. Por ello, las diferencias que se encuentran entre una tonelada de una fábrica concreta de cocción, por ejemplo, puede alejarse de forma bastante importante de la “tonelada teórica” con la que hemos hecho los cálculos.

Hemos consultado con expertos químicos de la Universidad Jaume I de Castellón, para tener un intercambio de ideas alrededor de la metodología. Han manifestado su acuerdo en la plausibilidad de la misma.

Una vez que hemos construido esa tabla de entrada-salida de materiales (elementos y compuestos químicos para 910 Kg., ver capítulo 6º), consultamos la producción para determinado año en el Instituto Valenciano de Estadística, y dividiendo dicha producción total entre los 910 Kg. de baldosa producida, obtenemos un número de “lotes” que nos sirve

para multiplicarlo por el “pivote” de 910 Kg. (donde figura nuestra tabla de entradas y salidas para un “factor” determinado), y obtener las emisiones que se han encontrado implicadas en la producción de baldosas en toda la provincia de Castellón (en cuanto a la de pasta roja), en el año 2001; y tomando la cifra de la Tesis de Membrado (1998), para 1992, aplicando únicamente los llamados ciclones en la etapa del atomizado en 2001, es decir, sin haber deducido ninguna cantidad por la instalación de métodos depurativos de las aguas y los gases en las fábricas de fritas y esmaltes, ni en las instalaciones de las fábricas de baldosas. Posteriormente, aplicamos a dichas emisiones totales los porcentajes correspondientes de depuración, que se reconocen instalados en el año 2001 para intentar acercarnos a la realidad (y que sólo tienen incidencia en las partículas en suspensión –PS- en las fábricas de atomizado -50% de PS-, y el 20% de PS para las fábricas de fritas).

La poca ventilación de Castellón provoca acumulación de gases y partículas en suspensión. En efecto, conviene subrayar que Castellón es zona de poca “dispersión”, ya que queda encerrada entre el sistema montañoso del noroeste y el mar Mediterráneo, constatándose además en toda la Comunidad Valenciana una falta evidente de “frecuente ventilación” por la orografía característica de la misma.

Como hemos explicitado en el capítulo 5º, las tablas de entrada y salida para los procesos de atomizado (que deducimos de la producción de baldosas) y la tabla del proceso de fritas, son las que el subsistema de

cocción necesita para un volumen dado de producción. Remitimos al lector al menos a la introducción de cada capítulo. Las operaciones matemáticas tan simples como una regla de tres nos sirven de guía para confeccionar estas dos tablas (atomizado y frita), de forma que coincidan con la cantidad necesaria para la producción de baldosas en 2001. No existen datos sobre la producción de atomizado (pero es deducible de la producción total anual de baldosas), y mucho menos de las fábricas de fritas, porque en las estadísticas consultadas vienen dadas conjuntamente con la producción de vidrio, dentro de la industria química, sin poder hallar mayor desagregación. Esto ha de tomarse en cuenta a la hora de interpretar las cifras que ofrecemos.

Sin embargo, no hemos expuesto la tabla del proceso de cocción en el capítulo 5º (que se presenta en el capítulo 6º), porque falta estudiar la entrada al sistema del agua necesaria (debido a que queremos calcular las emisiones a la misma para nuestro “pivote”, donde aparecen las entradas y salidas para 910 Kg.); y aunque tomados los datos de Blasco (1992), dado que no hemos encontrado datos actualizados, exponemos e introducimos en el esquema de entrada-salida de la fábrica de baldosas sus necesidades de agua. Sería natural, por otra parte, que estas cifras de agua consumida sufrieran modificaciones si se estudiasen hoy día. Conviene recordar que exponemos en el capítulo 5º las tablas con los componentes para casi una tonelada métrica (910 Kg a la salida), concretando los consumos y salidas necesarios de atomizado y frita, pero sin medidas medioambientales instaladas (en 2001, salvo los ciclones, de las fábricas de atomizado, como se ha dicho).

Se ha trabajado con hornos pequeños y grandes –véanse capítulos 9º y 10º-, con 10.000 Nm³ y 20.000 Nm³ de caudal expulsado respectivamente, cuando en realidad, $70 \cdot 3.750 / 24 = \underline{10.937,5}$ y $70 \cdot 7.500 / 24 = \underline{21.875}$; siendo 70 Nm³ el caudal medio expulsado por metro cuadrado de baldosa, y 24 las horas del día; esto supone que si tenemos que velar por la exactitud de los datos y operaciones realizadas, al incremento de casi un 9% debe sumarse otro 7% más, que se especificó en el capítulo 9º, dedicado a obtener el número de hornos –véase nota a pié de página en negrita-; por tanto, las cifras que presentamos en estos capítulos de contaminantes que se expulsan, adolecen de especificar unos valores cercanos al 16%, a la baja, respecto de los que debería-. Sin embargo, creemos que no existe razón suficiente para modificar nuestra labor, debido al notable grado de incertidumbre con que se trabaja. Pero debe tenerse en cuenta esta advertencia porque, por ejemplo, los millones de toneladas de dióxido de carbono expulsado por el sistema en su conjunto, pasa de 5 a 5,8 con esta rectificación, que es una variación importante. Igualmente ocurre con el resto de componentes que aparecen en las tablas de todos los procesos y subprocesos. Al final de este capítulo presentamos una tabla de inventario sectorial, donde se añade ese 16% de incremento.

12.2 CONSIDERACIONES ADICIONALES PREVIAS.

El análisis realizado en cuanto a emisiones (ver capítulo 8º), nos ha llevado a calcular que las toneladas emitidas por el sector ofrecen como mínimo 5 Millones de Toneladas de CO₂, y no 3,7 Millones de Tm., que dirige la atención hacia el CO₂ que se emite en la utilización del gas natural, ignorando que las propias arcillas emiten el resto al ser cocidas en los hornos; teniendo en cuenta que no se ha considerado el transporte de las baldosas a los destinos, ni sus desplazamientos antes de la venta. Un análisis serio del inventario del ciclo de vida debe incluir todas las entradas-salidas del sistema.

Presentamos un ensayo de los costes (capítulo 9º), que ascienden al 16% de la inversión del sector, con las tecnologías y precios de 2000, que serían necesarios para neutralizar todas las emisiones. Pero debe entenderse que está calculado para 455 hornos de 3.750 m²/día de producción y 10.000 Nm³/hora de caudal medio.

También cabe añadir que en la encuesta EPER aparecen cantidades que desconocíamos de metales altamente tóxicos, pero de los que no se pueden sacar conclusiones, dado el pequeño número de empresas declarantes.

12.3 CONSIDERACIONES FINALES.

Aportamos ahora, las tablas encontradas para los tres procesos (que son mostradas en el capítulo 7º), y después una tabla global (que se repite en el capítulo 10º, de las emisiones EPER), que recoge todas las entradas y salidas

del Inventario del Ciclo de Vida de la baldosa en Castellón; consideramos que ésta es la parte más importante de la metodología del Análisis del Ciclo de Vida del Producto; y aunque cada tabla de entrada-salida ha sido expuesta anteriormente, vamos a realizar un breve comentario de ellas, y a exponer la tabla conjunta del Inventario del Ciclo de Vida.

A) Fase del ciclo correspondiente al atomizado:

SECTORIAL		2001
ATOMIZACIÓN		LOTES 10.015.991,20
ENTRADAS		
AGUA	5.569.391,91	MILES DE LITROS
ARCILLA	10.015.991,20	TONELADAS
GAS NATURAL	376.300.789,30	Nm ³
SALIDAS		
Tm ATOMIZADO	10.015.991,20	TONELADAS
EMISIONES AL AIRE		TONELADAS
PS		91.268,45
BORO	B	11,89
COLORO	Cl	118,88
PLOMO	Pb	11,89
ÓXIDOS NITR.	NO _x	428,78
MONOX.CARB	CO	397,47
DIÓXIDO CAR.	CO ₂ (2,5%)Nm ³	990.080.729,90
CON REDUCC. DE LAS PS UN 50%		

Podemos observar que esta fase es la más “limpia”, puesto que a pesar de existir las salidas que vamos a especificar, se puede comparar con la de producción de fritas y cocción de la baldosa, viéndose claramente que son mucho más elevadas las salidas en estos dos últimos casos.

Así, se observa una emisión de partículas en suspensión, pero que se aprovechan simultáneamente en el proceso de producción de atomizado, debido a que se recogen y se reintroducen en el propio sistema. Hay que tener en cuenta que con una reducción del 50% en la salida, se expulsan además

(sin recogerse adecuadamente), 91.000 toneladas de partículas, es decir, polvo en suspensión de las propias arcillas, suponiendo entonces, si sobrepasan los límites establecidos por la legislación española (mucho más permisiva que en cualquier otro país de la U.E.), un riesgo para las personas y cosas colindantes a las fábricas de atomizado. El monóxido de carbono se expulsa en una cantidad de casi 400 toneladas.

Por otra parte, se observan casi 12 toneladas de boro, fácilmente asimilable por el agua, llegando éste tóxico para los cultivos a ser una verdadera amenaza.

El cloro, con casi con 119 toneladas, siendo un gas tóxico, también se encuentra en las salidas, pero en menor medida que en los otros dos procesos, desconociendo si teniendo el cloro esas cifras absolutas, representan un peligro de importancia, ya que puede que dado que se diluye dicho gas en una zona amplia, su toxicidad se aminore; será el trabajo de los químicos quien determine estos extremos, tanto en este caso como en las demás salidas de las tablas. El plomo, que es emitido con casi 12 toneladas, siendo de todos sabido la peligrosidad que tiene este elemento, también forma parte de la salida. Los óxidos de nitrógeno son también contabilizados, problema que no tiene más solución que la mezcla adecuada de arcillas para evitar su emisión; y el dióxido de carbono en 990 millones de Nm³.

B) Fase del ciclo de producción de **fritas** (y también de pigmentos, pero sin analizar, es decir, no presentados en la tabla siguiente):

Se puede describir la siguiente tabla de entradas-salidas para el total de fritas (suponiendo que un 58% de su producción va a la exportación), pero salvo el flúor, otro gas tóxico (con 30 toneladas), vemos que se repiten los mismos elementos en las salidas que los citados en la fase de atomizado, pero en cantidades mucho mayores. Es ésta, la fábrica de fritas, y las cuatro fábricas de pigmentos que existen en Castellón, las fases más contaminantes de todas. Encontramos más de 7.500 toneladas de flúor en peso; el boro con más de 78 Tm.; el cloro con más de 53 Tm.; los óxidos de nitrógeno con más de 4.400 Tm.; el monóxido de carbono con más de 1.500 Tm.; y 330 millones de Nm³ de CO₂. También es necesario apuntar que la mayor parte de los elementos altamente tóxicos y/o peligrosos (cadmio, níquel, cobalto,...etc.), es decir, lo que se conoce como **metales pesados**, con poco peso pero muy dañinos, son procedentes de esta fase del proceso casi con toda seguridad. Así, con una simple lectura de las declaraciones E.P.E.R., se pueden constatar que hay pocas fábricas que los declaren y poco peso declarado. En dicha encuesta se pueden observar otros elementos peligrosos como el arsénico, etc. –véase el capítulo 10º-.

Proceso del ciclo “producción de fritas”:

2001	9114552990	KILOGRAMOS	TOTAL CON	
	LOTES 910K	10.015.992,30	EXPORTAC.	1,58
2001 ENTRADAS				
COMPONENTES FRITAS		TONELADAS		560.038,65
AGUA		miles LITROS		560.038,65
GAS NATURAL		Nm3		104.436.006,52
PARA TODO EL SECTOR				
2001 SALIDAS				
FRITAS		TONELADAS		504.034,78
PS				7.523,77
F				30,05
B				78,12
Cl				153,24
NOx				4.464,09
CO				1.539,91
CO2 (%) Nm3				330.517.183,34
AGUA RESIDUAL			???	(1)
(1) Agua procedente de la purga del sistema de enfriamiento.				
CON RED DEL 20% PS				

En cuanto al análisis del Inventario que hemos conseguido, debemos recordar que no se han contabilizado en los cuadros la fase de transporte que sufre el proceso de obtención de la baldosa, que como se sabe, tiene una gran vocación exportadora.

C) Fase del ciclo de cocción de baldosas:

Como novedad a lo dicho respecto de otras salidas se encuentra en este caso los óxidos de azufre (SO_x) con más de 1.100 toneladas en 2001.

También aparecen en este subproceso más de 7.029 Tm. de partículas en suspensión (PS); 1.188 Tm. de flúor (F); más de 19 Tm. de boro

(B); 3.366 Tm. de cloro (Cl); casi 6 Tm. de plomo (Pb); más de 2.100 Tm. de óxidos de nitrógeno (NOx); 2.900 Tm de monóxido de carbono (CO); más de 990 Mill. Nm³ de dióxido de carbono (CO₂), y 6.500 Mill. de Nm³ de oxígeno (O₂).

Es de destacar en esta tabla, además de todos los elementos citados con anterioridad, las sustancias orgánicas, que terminan siendo después de este proceso emisiones de CO₂ básicamente.

Aportamos también la siguiente tabla de salidas del subproceso de secado, que se realiza en las fábricas de baldosas (secado y cocción):

SECADO SALIDAS 2001- 9.114.552 Tm		
	A LA TECNOSFERA	Factor 1.186
AZULEJO ESMALTADO (506.364 Mm²)	LOTES 910K	10.015.992,30
	A LA NATURALEZA	
EMISIONES AL AIRE		TONELADAS
PS	TONELADAS	178,18
CO2 (%)	Nm3	237.579.337,28
O2 (%)	Nm3	2.138.214.035,50

A continuación exponemos las entradas-salidas del subproceso de cocción de baldosas:

PAVIMENTOS Y REVEST. PASTA ROJA	
9.114.552.990 Kgs. DE PRODUCTO SECO (1)	
ENTRADAS 2001	
DESDE LA TECNOSFERA	TONELADAS
FRITAS(2)	319.009,35
ATOMIZADO (3)	10.015.992,30
COMPONENTES ARCILLOSOS PARA EL ESMALTE(4)	452.722,85
COMPONENTES ORGÁNICOS PARA EL ESMALTE(5)	??
PIGMENTOS (6)	13.321,27
DESDE LA NATURALEZA	
AGUA(7) Litros	9.084.505.013,11
GAS NATURAL (8) Nm3	846.151.029,23
ELECTRICIDAD (9)	0
(1) Teniendo en cuenta un 9% de pérdida de peso por calcinación, con un peso medio de 18 Kgs/m2 que son 50,55 m2 para 910 Kgs de producto.	
(2) Tomando el dato de Escribano de que la "monoporosa" tiene un 90% de frita en el esmalte, el gres un 50% (media=70%) y hay 0,9 Kgs. de esmalte por m2, con un peso medio por m2 de 18 Kgs.	
(3) Arcillas preparadas para su prensado con un 5-6% de humedad y con la composición que de detalla en los apuntes del inventario del ciclo de vida para este tipo de baldosa.	
(4) Se trata de principalmente de caolín y sílice -y quizá feldespatos- para preparar el esmalte. La composición se detalla en los apuntes del inventario.	
(5) Son los compuestos orgánicos de origen industrial que se aplican con el esmalte para mejorar la calidad del producto o su mejor aplicación. La composición de los gases emitidos por estas sustancias están recogidas en los apuntes del inventario, pero su	
(6) Los componentes de los pigmentos son muy variados y se analiza su composición en el anexo correspondiente (DCMA). Nosotros calculamos un 3% de media (intervalo 1-5%) en peso, respecto del peso del esmalte aplicado	
(7) Téngase en cuenta que estamos presuponiendo que no se implantan tratamientos químicos para depuración ni de gases ni de aguas residuales, de ahí que no se puedan reciclar 14,5 m3 de agua que podría serlo en el sistema y reducir de forma importantísima	
(8) Para ver la procedencia de este dato consultese los apuntes del inventario.	
(9) Dado que existe cogeneración para el conjunto de la industria globalmente, asumimos que no existe consumo, aunque este dato cambiará para distintas plantas.	

REVESTIMIENTO PASTA ROJA		
SALIDAS 2001- 9.114.552 Tm		
A LA TECNOSFERA		
AZULEJO ESMALTADO (506.364 Mm ²)	LOTES	10.015.992,30
A LA NATURALEZA		
EMISIONES AL AIRE	TONELADAS	
PARTICULAS EN SUSPENSIÓN (PS)	7.028,57	
FLUOR (F)	1.188,10	
BORO (B)	19,80	
CLORO (Cl)	3.366,27	
PLOMO (Pb)	5,94	
OXIDOS NITROSOS (NO _x)	2.101,35	
DIOXIDO DE AZUFRE (SO ₂)	1.132,65	
MONÓXIDO DE CARBONO (CO)	2.970,24	
DIOXIDO DE CARBONO (CO ₂) Nm ³	990.080.838,53	
OXIGENO (O ₂) Nm ³	6.534.533.534,29	
SUSTANCIAS ORGÁNICAS	TONELADAS	
ALCOHOLES	109,17	
CETONAS	1,64	
ESTERES	19,43	
COMPUESTOS SULFUROSOS	12,02	
EMISIONES AL AGUA	0	

El conjunto de los dos subprocesos de secado y cocción, finaliza el proceso de fabricación de baldosas, con la metodología que hemos elaborado.

En todas las tablas presentadas en este trabajo aparecen notas a pié de cada cuadro, pero debe considerarse que se mantienen dichas notas en todos ellos, aunque no se hayan especificado, como ocurre en la tabla que figura arriba de este párrafo.

Presentamos ahora una **tabla global** para el conjunto de los tres procesos (atomización, frita y secado-cocción), y que naturalmente se puede obtener por simple suma de cada elemento o compuesto citado en cada tabla analizada arriba.

ENTRADAS TOTALES	2001	TONELADAS
COMPONENTES FRITAS		560.038,65
ARCILLA		10.015.992,30
COMPONENTES ARCILLOSOS PARA EL ESMALTE		452.722,85
COMPONENTES ORGÁNICOS PARA EL ESMALTE		??
PIGMENTOS		13.321,27
AGUA Miles Litros		15.213.935,56
GAS NATURAL Nm3		1.326.887.825,05
ELECTRICIDAD		0
SALIDAS TOTALES	2001	TONELADAS
BALDOSAS		9.114.552,00
FRITAS EXPORTACION		185.025,43
Partículas suspensión		105.998,98
Fluor F		1.218,14
Boro B		109,81
Cloro Cl		3.638,40
Plomo Pb		17,83
Oxidos de nitrogeno Nox		6.994,21
Dióxido de azufre SO ₂		1.132,65
Monoxido de carbono CO		4.907,62
Dióxidos de carbono CO ₂ Nm3		2.548.258.089,04
Oxígeno O ₂ Nm3		6.534.533.534,29
SUSTANCIAS ORGÁNICAS		
Alcoholes		109,17
Cetonas		1,64
Esteres		19,43
Compuestos Sulfurosos		12,02
METALES PESADOS		????
EMISIONES AL AGUA		0

En esta tabla final del conjunto del Inventario del Ciclo de Vida para la baldosa de Castellón podemos observar lo siguiente:

Del agregado de las tres tablas se deduce la peligrosidad de muchas sustancias de cuyas cantidades sólo conocemos las aportadas en la encuesta EPER, como son los **metales pesados**. Más de medio millón de toneladas de componentes para las fritas y esmaltes, que por sí mismo ya constituye un peligro, dado que se adicionan a las fritas dichos **metales pesados**, que son **carcinógenos potentes**, tanto para animales como para el propio ser humano.

13.000 toneladas de pigmentos, que están en idéntico caso que el anterior en cuanto al tipo de elementos y compuestos químicos de elevada peligrosidad muchos de ellos.

Casi 1.400 millones de Nm³ de gas natural, con la consiguiente consecuencia del efecto invernadero. Remitimos al lector al capítulo 8º, dado que ésta cantidad se ve incrementada en más de otro millón de toneladas de CO₂ debido a la cocción de materias orgánicas en el proceso de cocción principalmente (según nuestras cifras), teniendo en cuenta que se trabaja bajo la hipótesis de los hornos con producción nominal de 3750 m²/día; se exportan, en cuanto a las salidas, 185.000 toneladas de fritas al extranjero, aunque naturalmente, el proceso de obtención de las mismas causa daño directamente a la provincia de Castellón.

105.999 toneladas de polvo en suspensión (PS), con los consiguientes problemas para la población de la provincia, pues, llegados a cierto punto, su exceso afecta a la salud humana, además de posarse sobre todo aquello que queda bajo su círculo de acción.

Más de 1.200 toneladas de flúor (F), gas altamente tóxico y peligroso.

100 toneladas de boro (B), que puede llegar a los acuíferos de la parte alta de la provincia, y que finaliza su recorrido en la llanura de la misma, junto al mar, donde los cultivos pueden contaminarse.

3.500 toneladas de Cloro (Cl), se emiten en el proceso que tratamos.

Casi 18 toneladas de plomo (Pb), cuya peligrosidad es bien conocida por todos.

Cerca de 7.000 toneladas de óxidos de nitrógeno (NOx) que sólo tienen solución con una esmerada selección de la materia prima.

Más de 1.100 toneladas de dióxido de azufre (SO₂).

2.500 millones de Nm³ de CO₂ que se expulsan con las consecuencias bien conocidas del efecto invernadero (entradas de gas natural, y su utilización, pero también las expulsadas en el mismo proceso productivo debido a las materias primas que se introducen en el sistema, como ya se ha dicho más arriba).

6.500 millones de Nm³ de oxígeno (O₂) que puede reaccionar químicamente con otros elementos.

Cantidades menores de sustancias orgánicas aplicadas en el esmaltado, que suponen cantidades adicionales de dióxido de carbono a la atmósfera, cuando se descomponen en el proceso de cocción.

Mostramos ahora una tabla adicional para todo el Inventario del Ciclo de Vida, revisada al alza un 16%, que es el montante que le resta para reflejar con exactitud las entradas-salidas del sistema⁴⁴:

⁴⁴ Se ha trabajado con hornos pequeños y grandes –véanse capítulos 9º y 10º-, con 10.000 Nm³ y 20.000 Nm³ de caudal expulsado respectivamente, cuando en realidad, $70 \cdot 3.750 / 24 = \underline{10.937,5}$ y $70 \cdot 7.500 / 24 = \underline{21.875}$; siendo 70 Nm³ el caudal medio expulsado por metro cuadrado de baldosa, y 24 las horas del día; esto supone que si tenemos que velar por la exactitud de los datos y operaciones realizadas, al incremento de casi un 9% debe sumarse otro 7% más, que se especificó en el capítulo 9º, dedicado a obtener el número de hornos –véase nota a pié de página en negrita-; por tanto, las cifras que presentamos en estos capítulos de contaminantes que se expulsan, adolecen de especificar unos valores cercanos al 16%, a la baja, respecto de los que debería-. Sin embargo, creemos que no existe razón suficiente para modificar nuestra labor, debido al

1,16

ENTRADAS TOTALES	2001	TONELADAS
COMPONENTES FRITAS		560.038,65
ARCILLA		10.015.992,30
COMPONENTES ARCILLOSOS PARA EL ESMALTE		452.722,85
COMPONENTES ORGÁNICOS PARA EL ESMALTE		??
PIGMENTOS		13.321,27
AGUA Miles Litros		15.213.935,56
GAS NATURAL Nm3		1.326.887.825,05
ELECTRICIDAD		0
SALIDAS TOTALES 2001		TONELADAS
BALDOSAS		9.114.552,00
FRITAS con EXPORTACION		185.025,43
Partículas suspensión		122.958,90
Fluor F		1.413,05
Boro B		127,40
Cloro Cl		4.220,50
Plomo Pb		20,70
Oxidos de nitrógeno Nox		8.113,30
Dióxido de azufre SO ₂		1.313,88
Monóxido de carbono CO		5.692,90
Dióxidos de carbono CO ₂ Nm3		3.428.936.084,28
Oxígeno Nm3		7.580.058.899,78
SUSTANCIAS ORGÁNICAS		
Alcoholes		126,64
Cetonas		1,91
Esteres		22,54
Compuestos Sulfurosos		13,94
EMISIONES AL AGUA		0

notable grado de incertidumbre con que se trabaja. Pero debe tenerse en cuenta esta advertencia porque, por ejemplo, los millones de toneladas de dióxido de carbono expulsado por el sistema en su conjunto, pasa de 5 a 5,8 con esta rectificación, que es una variación importante. Igualmente ocurre con el resto de componentes que aparecen en las tablas de todos los procesos y subprocesos.

BIBLIOGRAFÍA.

BIBLIOGRAFIA SOBRE ECONOMÍA ECOLÓGICA

AGUILERA KLINK; ALCÁNTARA V. (COMP.) (1994). De la Economía Ambiental a la Economía Ecológica. Economía Crítica, Icaria Ed.

AGUILERA KLINK, F. (editor) (1995). Economía de los recursos naturales: un enfoque institucional (Textos de Ciriacy-Wantrup y Kapp). Fundación Argentaria-Visor.

ALMENAR, BONO, GARCÍA. (1998). La Sostenibilidad del Desarrollo: el caso valenciano. Ed. Bancaixa.

ALMENAR, R.; BONO, E.; CASTELLÓ, R.; DIAGO, M.; GARCÍA, E. (2002). 2002: La situació del País Valencià. CC.OO del País Valencià.

ALMENAR ASENSIO, R.; DIAGO GIRALDÓS, M^a. (2002). El proyecto necesario. Construir un desarrollo sostenible a escala regional y local. Publicacions de la Universitat de València.

BALLESTER BRAGE (1999). Las necesidades sociales. Ed. Síntesis.

BAUMOL Y OATES. (1982) La teoría de la política económica del medio ambiente. Antoni Bosch, Ed.

BERMEJO, R. (2005). La gran transición hacia la sostenibilidad. Ed. Los libros de la Catarata.

BETTINI, V. (1998). Elementos de ecología urbana. Ed. Trotta, S.A.

BONO MARTINEZ, EMERIT. Observaciones sobre la ecoeficiencia de la economía valenciana. Departamento Ec. Aplicada. (Ya publicado).

BUÑUEL GONZÁLEZ, MIGUEL (1999). El uso de instrumentos económicos en la política del medio ambiente. Consejo Económico y Social.

CAPRA, F. (2003). Las conexiones ocultas. Anagrama. Colección Argumentos.

CARPINTERO REDONDO, OSCAR (1999). Entre la economía y la naturaleza. Libros de la Catarata.

CARPINTERO, OSCAR, (2005). El metabolismo de la economía española. Recursos Naturales y huella ecológica (1955-2000). Ed. Fundación César Manrique.

CIRIACY-WANTRUP, S.V. (1957); "Un estándar mínimo de seguridad como objetivo de la política de conservación". En AGUILERA KLINK, F. (editor) (1995). Economía de los recursos naturales: un enfoque institucional (Textos de Ciriacy-Wantrup y Kapp). Ed. Fundación Argentaria-Visor.

COMISIÓN MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE Y DEL DESARROLLO (1988). Nuestro futuro común. Alianza Editorial.

COSTANZA, R.; CUMBERLAND, J.; DALY, HERMAN; GOODLAND R.; NORGAARD, R.(1999). Introducción a la Economía Ecológica. Ed. AENOR.

DOBSON, ANDREW (1997). Pensamiento político verde. Ed. Paidós (Estado y Sociedad).

DALY, H. (1996). "De la economía del mundo lleno a la economía del mundo vacío", en Goodland, R et al (1996) (eds.). Medio Ambiente y Desarrollo sostenible. Madrid, Trotta, pp. 37-50.

DOBSON, A.(1997). Pensamiento político verde. Una nueva ideología para el siglo XXI. E. Paidós; Estado y Sociedad.

EBERT, FREDERICH (FUNDACIÓN) (1993). Soluciones a una política ambiental integrada. Seminario en Valencia.

GARCIA, ERNEST (2004). Medio Ambiente y Sociedad. Ed. Alianza Ensayo.

GEORGE, SUSAN.(2001) Informe Lugano. Icaria Intermón.

GEORGESCU-ROEGEN, N.(1996). La Ley de la Entropía y el Proceso Económico. Fundación Argentaria- Visor.

GOODLAND, R, et al. (eds) Medio Ambiente y desarrollo sostenible. Más allá del informe Brundtland. Madrid, Trotta.

GENS, MARIUS DE (1999). Sostenibilidad y tradición liberal. Rev. Inter. de Filosofía Política, nº 13.

HARDIN, G. (1968). La tragedia de los espacios colectivos", en Daly, H.E. (ed): "Economía, ecología y ética", México FCE; pp. 111-124.

JACOBS, MICHAEL (1997). La economía verde. Economía Crítica. Icaria.

JIMENEZ HERRERO, LUIS M. (1996). Desarrollo sostenible y economía ecológica. Ed. Síntesis.

JIMENEZ HERRERO, LUIS M. (2000). Desarrollo sostenible. Ed. Pirámide.

JIMENEZ HERRERO, L.M. (2000). Desarrollo sostenible. Transición hacia la ecoevolución global. -Ed. Pirámide.

KAP, K.W. (1972) “La ruptura ambiental y los costes sociales: un desafío a la economía” y “Los indicadores ambientales como indicadores de los valores sociales de uso”. En AGUILERA KLINK, F. (editor) (1995). Economía de los recursos naturales: un enfoque institucional (Textos de Ciriacy-Wantrup y Kapp).

KAPP, K. W. (1950). Los costes sociales de la empresa privada. Barcelona, Oikos Tau.

LEIPER, CH, (1986) “ Los costes sociales del crecimiento económico”, en Aguilera, F.; Alcántara, V. (eds)(1994), De la economía Ambiental a la Economía Ecológica, pp. 245-274.

MARGALEF, R. (1992). Ecología. Ed. Planeta.

MAYOR ZARAGOZÁ , F. (2000) Un mundo nuevo. Ed. Galaxia Gutemberg-Unesco.

MEADOWS, D. et al. (1972). Los límites del crecimiento. México, F.C.E.

MEADOWS, D.H.; MEADOWS, D.L.; RANDERS (1994). Más allá de los límites del crecimiento. Ed. El país-Aguilar.

NAREDO, J.M. Y VALERO, A. (DIRS.) (1999). Desarrollo económico y deterioro ecológico. Ed. Fundación Argentaria – Visor.

NAREDO, J.M. (1996). La economía en evolución: historia y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico. Ed. Siglo XXI.

NAREDO, J.M.; PARRA F. (COMP.)(1993). Hacia una ciencia de los recursos naturales. Ed. Siglo XXI.

MARTINEZ ALIER, JOAN. (1999). Economía ecológica. Ed. Rubes

MARTINEZ ALIER, J.;ROCA JUSMET, J. (2000) .Economía ecológica y política ambiental. Fondo de Cultura Económica-PNUMA.

MESAROVICH, M. Y PESTEL, E. (1974). La Humanidad ante la encrucijada. Segundo Informe al Club de Roma. Instituto de Estudios de Planificación.

OBSERVATORIO DE LA SOSTENIBILIDAD EN ESPAÑA. Sostenibilidad en España, 2005. Informe de Primavera. Universidad de Alcalá. Madrid.

PASSET, R. (2001). La ilusión neoliberal. Ed. Debate.

ROCA JUSMET, J.; PADILLA ROSA, E. (2003). Emisiones atmosféricas y crecimiento económico en España. La curva de Kuznets ambiental y el Protocolo de Kyoto. Revista "Economía Industrial, nº 351, págs. 73-86.

SANTAMARTA, J.; NIETO, J. (2005). Las emisiones de gases de invernadero en España (1990-2004). Wordl Watch, nº de mayo.

SANTAMARTA, J. (2005). Las emisiones de gases de invernadero por Comunidades Autónomas en España. Wordl Watch, nº 23, págs. 23-41.

SCHUMACHER, E.F. (1983). Lo pequeño es hermoso. Ed. Orbis.

SEN, AMARTYA, (2000). Desarrollo y Libertad. Ed. Planeta.

SEN, AMARTYA (1989). Sobre ética y Economía. Alianza Ed.

TAMAMES, R. (1977) Ecología y desarrollo: la polémica sobre los límites al crecimiento. Alianza Universidad.

VENCE DEZA, X. (1995). Economía de la innovación y del cambio tecnológico. Siglo XXI de España editores, Economía.

VOLTES BOU, PEDRO (1978). Teoría general de sistemas. Ed. Hispano Europea.

VV.AA. (1996). Glosario de términos ambientales. Ed. Bancaixa.

BILBIOGRAFÍA SOBRE ECONOMÍA MEDIOAMBIENTAL

ANTÓN VALERO, V; DE BUSTOS, A.; HERCE SAN MIGUEL, J.A.; SOSVILLA RIVERO, S. (1999). Consumo de energía y emisiones de CO₂ asociadas al plus de crecimiento inducido por las ayudas estructurales comunitarias; en Diaz Mier, M.A. y Galindo Martín, M.A. (Eds.), Economía y medio ambiente. Biblioteca Nueva.

ATKINSON, G. (1996). Desarrollo sustentable: Teoría, medición y políticas. ICE, 751, pp. 15-26

AZQUETA OYARZUN (1994). Valoración económica de la calidad ambiental. Ed. Mac-Graw Hill.

BANCO MUNDIAL (2003). Informe sobre el desarrollo mundial 2003. Banco Mundial-Mundi Prensa Libros, S.A.-Alfaomega Grupo Editor S.A.

CAIRNCROSS, F. (1993). Las cuentas de la tierra. Ed. Acento.

CAPUZ, S.; GÓMEZ, T. (2002). Ecodiseño. Ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles. Publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia.

CASTILLO LÓPEZ, J.M. (1999). La reforma fiscal ecológica. Ed. Comares, Granada.

COASE, R.H. (1960). El problema del coste social; en Aguilera, F.; Alcántara V. (eds) (1994) . De la economía ambiental a la economía ecológica. Barcelona, FUHEM- Icaria, pp. 65-133.

FULLANA, P.; PUIG, R. (1997). Analisis del ciclo de vida. Ed. Rubes.

LAYARD. (COORD.). (1972) Lecturas de análisis coste-beneficio. Fondo de Cultura Económica.

LOMBORG, B. (2003). El Ecologista Escéptico. Ed. Espasa.

PEARCE, D.W. (1971). Análisis coste beneficio. Ed. Vicens Vives.

PEARCE, D.W. KERRY TURNER, R. (1995). Economía de los recursos naturales y del medio ambiente. Colegio de Economistas de Madrid. Ed. Celeste.

PRADA BLANCO, A. y GONZALEZ GOMEZ, (1997). M. Rentabilidad Financiera y Social de los Bosques: de la Madera al Medio Ambiente, en Manual de gestión del Medio Ambiente, SOLER MANUEL, M. (Coord.). Ed. Ariel.

RAMIREZ SANZ, LUCIA (COORD) (2002). Indicadores Ambientales. Situación Actual y Perspectivas. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Conservación de la Naturaleza.

ROMERO, CARLOS (1997). Economía de los Recursos Ambientales y Naturales. Alianza Ed.

ROMERO, CARLOS (1993). Teoría de la Decisión Multicriterio: conceptos, técnicas y aplicaciones. Alianza Universidad.

SEOANEZ CALVO, M.; ANGULO AGUADO, I. (1999). Manual de Gestión Medioambiental de la Empresa. Ed. Mundi Prensa.

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA SOBRE LA INDUSTRIA CERÁMICA Y TEMAS AFINES.

ATKINS, P.W.; JONES, L. Química. Moléculas, materia, cambio. 3ª edición, 1998. Ed. Omega, Barcelona.

BARBA, A.; BELTRÁN, V; FELIU, C. y otros (2002): Materias Primas para la fabricación de Soportes de Baldosas Cerámicas. Instituto de Tecnología Cerámica (ITC). Castellón.

BLASCO,A.; ESCARDINO, A.; BUSANI, G.; MONFORT, E y otros (1992): Tratamiento de Emisiones Gaseosas, Efluentes Líquidos y Residuos Sólidos de la Industria Cerámica. Instituto de Tecnología Cerámica (ITC), AICE. Universitat Jaime I, Castelló.

BOU, E.; GAZULLA, M. F.; ORTS, M. F.; SANCHEZ, E.; SANZ, V.; VICIANO, F. Manual para el control de la calidad de materias primas empleadas en la preparación de los vidriados cerámicos. ITC, Instituto de Tecnología Cerámica, 2000, Castellón).

BUSANI, G.; ENRIQUE, J.E. Contaminación atmosférica e hídrica. Cerámica Información nº 225, Noviembre 1996.

ENRIQUE, J.E.; MONFORT, E. Situación actual y perspectivas de futuro de los residuos de la industria azulejera. Cerámica Información, nº 221, Agosto 1996).

ENRIQUE, J.E.; MONFORT, E.; BUSANI, G.; MALLOL, G. Reciclado de aguas residuales en la fabricación de baldosas cerámicas. Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, 39 [1] 149-154 (2000).

ESCRIBANO LÓPEZ, P.; CARDA CASTELLÓ, J.B.:CORDONCILLO , E. Esmaltes y pigmentos cerámicos. Faenza Editrice Iberica, 2001, Castellón.

FULLANA, P.;PUIG R. Análisis del ciclo de vida. Cuadernos de Medioambiente (1997). Ed. Rubes, Barcelona.

GENERALITAT VALENCIANA. Consellería de infraestructuras y transportes. Datos energéticos de la Comunidad Valenciana. Varios años.

KPMG, ASESORÍA. Estudio sobre el sector del azulejo (2001-1997). Cuadernos de consulta. Economía. Suplemento del nº 130/ abril de 2003.

MALLOL, G.; MONFORT, E.; BUSANI, G.; LEZAUN, J., 2001. Depuración de los gases de combustión en la Industria Cerámica. ITC.

MASANET LLODRÁ, M^a.J. (2003) : La Gestión Medioambiental en la empresas cerámicas de Castellón. Publicacions de la Universitat Jaume I de Castelló.

MEMBRADO I TENA. La Indústria Ceràmica de la Plana de Castelló. (Estudi Geogràfic). (1998). TESIS DOCTORAL (2 volúmenes). Facultat de Geografia e Historia. Universidad de Valencia.

MONFORT, E; CELADES, I; MALLOL, G. (1999): Cuestiones sobre el Medio Ambiente para un técnico del Sector Cerámico. Instituto de Tecnología Cerámica (ITC), AICE. Castellón.

MONRÓS, G.; BADENES, J. A.; GARCÍA, A.; TENA, M^a. A. (2003): El Color de la Cerámica: Nuevos mecanismos en pigmentos para los nuevos procesados de la Industria Cerámica. Publicacions de la Universitat Jaume I de Castelló.

MUÑOZ, R.; MASÓ, N.; JULIÁN, B.; MÁRQUEZ, F.; BELTRÁN, H.; ESCRIBANO, P.; CORDONCILLO, E. 2003, Environmental study of Cr₂O₃-Al₂O₃ green ceramic pigment synthesis. Departamento de Química Inorgánica y Orgánica. Universitat Jaume I. Castellón. Journal of the European Ceramic Society 24-(2000-4) 2087-2094

SANZ SALLA, CONSUELO O. (2000). La Gestión de los Residuos en la Industria Cerámica. Ed. Tirant lo Blanch.

SIMA-PRO, 5.1. Your life cycle tool by Pré Consultants. Manuales para usuarios. Holanda

OTRA BIBLIOGRAFÍA DE INTERÉS

AENOR. (1998). Norma UNE-EN ISO 14040. Gestión Medioambiental. Análisis del Ciclo de Vida. Principios y Estructura (ISO 14040, 1997). AENOR. Madrid.

AENOR (1998). Norma UNE- EN ISO 14041. Gestión medioambiental. Análisis del ciclo de vida. Definición del objetivo y alcance, y el análisis de inventario. (ISO 14041:1998).

AENOR (2004) UNE- EN ISO 14042. Atmósferas en los lugares de trabajo. Directrices para la aplicación y uso de procedimientos para evaluar la exposición a agentes químicos y biológicos.

AENOR (2001) UNE-EN ISO 14043. Gestión medioambiental. Análisis del ciclo de vida. Interpretación del ciclo de vida. (ISO 14043:2000).

AENOR (1998). Norma UNE 150041 EX. Análisis del Ciclo de Vida Simplificado. AENOR. Madrid.

ARACIL, J. (1977) Introducción a la dinámica de sistemas. Alianza Editorial Textos.

BOLTES BOU, P. (1978). La teoría general de sistemas. Ed. Hispano Europea.

CONDOMINAS, SALVADOR. La economía como sistema. Seminario de Política Económica. Facultad de Economía de la Universidad de Valencia.

CONSOLI, F.; ALLEN, D.; BOUSTEAD, I y otros (eds.) (1993). Guidelines for LCA: a Code of Practice. SETAC, Press, Pensacola, Florida.

ELKINGTON, J.; HAILES, J.; y otros (1993). The LCA Sourcebook. A European Business Guide to Life-Cycle Assessment. SPOLD, PMC Printers, Londres.

FERRER FIGUERAS, L. (1973) La Teoría de sistemas en el marco del ecosistema. Anales de la Universidad de Valencia. Secretariado de publicaciones.

HEMMING, C. (1995) Directory of Life Cycle Inventory data sources. SPOLD, Bruselas.

HICKS, J (1939). Valor y Capital, México, F.C.E. (1974)

ISO.(1998). Norma ISO 14041. Management environnemental. Analyse du cycle de vie. Définition de l'objectif et du champ d'étude et analyse de l'inventaire. ISO. Ginebra.

ISO. Norma ISO/DIS 14042. Management environnemental. Analyse du cycle de vie. Évaluation d'impact du cycle de vie. ISO. Ginebra.

Raquel Muñoz, Mónica Martos, Catalina M. Rotaru, Hector Beltrán, Eloisa Cordoncillo, Purificacion Escribano *Departamento de Química Inorgánica y Orgánica, Universitat Jaume I, Campus Riu Sec, 12071 Castellón de la Plana, Spain. Journal of the European Ceramic Society 26 (2006) 1363–1370.

ISO. Norma ISO/DIS 14043. Management environnemental. Analyse du cycle de vie. Interprétation du cycle de vie. ISO. Ginebra.

JOU, D.; LLEBOT, J.E.; PEREZ, C (2002) : Física para Ciencias de la Vida. Ed. Mc.Graw Hill.

JULIAN, B.; BELTRÁN, H.; CORDONCILLO, E.; ESCRIBANO, P.; FOLGADO, J.V.; VALLET-REGÍ, M^a.; DEL REAL, R. P. A Study of the Method of Synthesis and Chromatic Properties of the Cr-SnO₂ Pigment. 2002. Departamento de Química Inorgánica y Orgánica, Universitat Jaume I -Institut de Ciència dels Materials, Universitat de València-Departamento de Química Inorgánica y Bioinorgánica, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid. Eur. J. Inorg. Chem. 2002, 2694-2700.

LINDFORS, L.; CHISTIENSEN, K; y otros (1995). Nordic Guidelines on Life-Cycle Assessment, Nord 1995:20, Nordic Council of Ministers, Copenhagen.

MUÑOZ, RAQUEL, MARTOS, MÓNICA, ROTARU, CATALINA M., BELTRÁN, HECTOR, CORDONCILLO, ELOISA, ESCRIBANO, PURIFICACION. Influence of the precursors in the formation and properties of the Cr_{2-x}Fe_xO₃ solid solution. Departamento de Química Inorgánica y Orgánica, Universitat Jaume I, Campus Riu Sec, 12071 Castellón de la Plana, Spain. Journal of the European Ceramic Society 26-(2006) 1363-1370.

MUÑOZ, R.; MASÓ, N.; JULIÁN, B.; MÁRQUEZ, F.; BELTRÁN, H.; ESCRIBANO, P.; CORDONCILLO, E. 2003, Environmental study of Cr₂O₃-Al₂O₃ green ceramic pigment synthesis. Departamento de Química Inorgánica y Orgánica. Universitat Jaume I. Castellón. Journal of the European Ceramic Society 24-(2000-4) 2087-2094

OROZCO, C.; PEREZ, A.; GONZALEZ, M^a.N.; RODRIGUEZ, J.F.; ALFAYATE, J. M. (2003): Contaminación Ambiental: Una visión desde la Química. Thomson Editores-Paraninfo.

SALTER, W.E.G. (1960). Productividad y cambio técnico. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.

SANFELIÚ MONTOLIO, T. (1991). Mineralogía de Arcillas Cerámicas Terciarias de Castellón. Capítulo 6: Explotaciones de arcilla y medio ambiente. Diputació de Castelló.

SETAC (1992). Life Cycle Assessment: Inventory, classification, valuation, data bases. Workshop report de workshop in Leiden, 2-3 December 1991. SETAC-Europe. Bruselas.

SETAC (1994). Integrating impact assessment into LCA. Proceedings of de LCA symposium held at the fourth SETAC-Europe congress 11-14 April 1994. Bruselas.

SETAC. (1996). Towards a methodology for life cycle impact assessment. SETAC-Europe. Bruselas.

SETAC – Europe LCA News. Revista Periódica. Bruselas.

THE INTERNATIONAL JOURNAL OF LIFE CYCLE ASESMENT. Revista internacional. Alemania.

UDO DE HAES, H.A. (ed.) (1996). Towards a Methodology for Life-Cycle Impact Assessment. SETAC – Europe, Bruselas.