

Situación de los programas de investigación CECA, Acero-Refractarios

JOSE M^a PALACIOS REPARAZ

Escuela Superior de Ingenieros Industriales de Bilbao

De acuerdo con los términos del artículo 55 del Tratado de Roma para promover la investigación técnica relativa a la producción y al empleo de carbón y acero, se originó ya hace 40 años el programa de I+D CECA: Acero que ha apoyado y soportado los esfuerzos de la Industria del Acero para incrementar la eficiencia de su investigación y para promover una investigación de colaboración. Ese programa ha servido como un estímulo para el I+D siderúrgico europeo y ha animado al desarrollo tecnológico. Pero también ha ofrecido otros beneficios:

Por ejemplo una oportunidad para combinar los diferentes conocimientos y experiencias así mismo como diferentes planteamientos para resolver problemas que existen en la industria del acero de la Comunidad Europea. Asimismo ha incrementado los contactos entre expertos de dicha industria. Los Comités Ejecutivos del Programa han desarrollado una red permanente de contactos internacionales entre científicos y técnicos dentro del mundo del acero. También se ha reducido la duplicación de esfuerzos y se ha promovido una mejor coordinación de la investigación.

En el trabajo se comentan estos aspectos con más detalle. Asimismo se plantea que en el año 2002 termina la vigencia del tratado CECA por lo que en estos momentos existe una gran actividad en los estamentos superiores de la Comisión Europea para conocer cual va a ser el futuro de este Programa. De todo ello se trata en el trabajo.

El Programa I+D CECA: Acero no incluye el tema específico de los refractarios. Pero de todos es sabido que el refractario constituye realmente el horno de fabricación y producción del acero y de la fundición. Por ello diferentes proyectos han tenido relación con los refractarios. Por ejemplo el empleo de nuevos y mejores refractarios para aumentar la vida de las cucharas de acero, la utilización de refractarios para la colada continua de aceros inoxidables, el desarrollo de insertos especiales para su empleo en zonas afectadas por el flujo del acero en la colada continua, mejora de la calidad del acero por el empleo de materiales refractarios revestidos por plasma, refractarios para la producción de aceros con muy bajo contenido de impurezas, etc. De estos proyectos se hacen breves referencias en el trabajo.

Palabras clave: refractario, acero, investigación, CECA, carbón.

State of the art of ECCS research programmes, Steel-Refractories

In accordance with the article 55 of the Treaty of Rome to promote the technical research investigation in the production and use of carbon and steel, it was signed forty years ago the I+D Programme ECCS : Steel to support the efforts of the steel industry to improve efficiency and promote a collaboration of his investigation. This programme has developed and helped to the steel european I+D. But this programme has offered also other advantages:

For example an opportunity to combine different knowledges, experiences and different ways to solve problems in the steel industry of the European Community. In the same way it have increased the contacts between scientist and technicians in the steel world. Also it has reduced duplication of efforts and promoted a better coordination in investigation.

In this report we comment these aspects on more detail. In the year 2002 is going to finish the Treaty ECCS, and at this moment there is great activity in the European Commission to know what will be the future of the Programme ECCS. We talk about this in this report.

The I+D ECCS Programme : Steel doesn't include the specific subject of refractories. But everybody knows that the refractory is an essential part of the furnace in the production of steel and iron. Because of that differents projects have had relation with refractories. For example, the use of new and better refractories to improve the life of ladles, to produce stainless in continuous casting, to improve quality of steel using refractories recovered by plasm, refractories to produce steels with the lowest level of impurities. Of all these projects we make short references in this report.

Key words: refractory, steel, research, ECCS, coal

1. INTRODUCCION

Hay una opinión casi general de que la Unión Europea tiene un nivel científico excelente pero en general es menos capaz que sus principales competidores en convertir los resultados de la investigación tecnológica en innovaciones y ventajas competitivas.

Pero asimismo existe la opinión también generalizada de que esa condición no se puede aplicar a la Industria Europea del Acero. Durante estas ultimas décadas, está ha alcanzado una renovación fundamental de sus procesos de producción y del catálogo de sus productos, con una espectacular mejora de la productividad y unas importantes reducciones de los costos así como un significativo

aumento del valor añadido del producto. Naturalmente esto ha sido beneficioso para todos los clientes de los diferentes sectores industriales tales como el automóvil, la industria química, la industria mecánica, las industrias de construcción incluyendo a una amplia variedad de pequeñas y medianas industrias.

Algunas razones de este éxito se basan en la marcha adecuada de los programas de colaboración de investigación en el acero y en los programas piloto y demostración, todos ellos soportados bajo los términos del tratado de Roma de la CECA desde hace ya más de 40 años. Esta estructura de I+D se ha basado en :

- Una investigación sectorial.
- Una administración simple pero eficiente.
- Unos esfuerzos coordinados y controlados por el mismo sector, en estrecha colaboración con la Comisión Europea.
- Una investigación orientada preferentemente al mercado y esencialmente industrial con una transferencia efectiva de los resultados de investigación básica en proyectos de investigación aplicada.
- Una eficiente difusión y transferibilidad de ideas en la industria, sus clientes y sus suministradores.
- Y una adecuada elección de las prioridades de investigación sectorial para ir fijando tópicos en el programa de I+D.

Realmente se está satisfecho y hasta orgulloso de lo que se ha alcanzado con el Programa I+D CECA. Acero. No es el objetivo aquí volver a insistir que grandes innovaciones en la industria del acero comenzaron en un principio por investigaciones patrocinadas y financiadas por el referido programa CECA. Hay que recordar el funcionamiento de los Comités Ejecutivos en el que expertos de los 16 países de la Unión Europea se reúnen para discutir y evaluar la marcha de los diferentes proyectos, habiéndose logrado una satisfactoria relación entre todos nuestros investigadores con un gran efecto multiplicador y cualificador de sus esfuerzos de I+D.

Los Comités Ejecutivos se refieren a los siguientes asuntos :

- B.- Reducción de mineral de hierro.
- C1.- Fabricación del acero.
- C2.- Metalurgia Secundaria.
- C3.- Colada y solidificación.
- D1.- Calentamiento de productos para laminar. Laminación de productos largos.
- D2.- Laminación de productos planos.
- D3.- Metalurgia física de la laminación.
- E1.- Ensayos no destructivos.
- E2.- Análisis químico.
- F1.- Propiedades de los aceros.
- F2.- Corrosión.
- F3.- Aceros especiales.
- F4.- Chapas finas.
- F5.- Secciones pesadas y planchas.
- F6.- Estructuras de acero.
- F7.- Revestimientos de los aceros.

Los recursos disponibles para este programa comunitario de I+D proceden de cuotas de la misma industria siderúrgica de la UE. Pero su administración es responsabilidad de la Comisión correspondiente de la Comunidad. Concretamente ahora de la DG XII - C2.

Esta dispone por otra parte, de expertos siderúrgicos,

procedentes de todos los países comunitarios, para no sólo la evaluación adecuada de los diversos proyectos presentados, sino también para su seguimiento a lo largo del tiempo de su realización.

El programa CECA: Acero se convoca cada año para proyectos de investigación dentro de los asuntos que se han indicado. Estos proyectos pueden ser simplemente de investigación ó pueden ser de demostración ó planta piloto.

Los recursos económicos puestos a disposición del programa llegan a ser de 50 m. de ECUS cada año.

En la evaluación de los proyectos han de tenerse en cuenta los siguientes objetivos:

- Tratar de disminuir el costo del producto siderúrgico, directa ó indirectamente.
- Tratar de aumentar la calidad del acero.
- Tratar de ampliar los campos de utilización del acero.

Por otra parte, los temas considerados han de ser temas que interesen a la siderurgia comunitaria, en general , es decir, que no tengan simplemente un interés local,

Además, los resultados a obtener han de poder ser transferidos por su generalidad de unas plantas siderúrgica a otras, naturalmente dentro de la Unión Europea.

Se suelen dar preferencia a proyectos en que participen diversos participantes de países diferentes.

2. PAPEL DE ESPAÑA EN EL PROGRAMA DE INVESTIGACION CECA

Desde 1986 los investigadores españoles están colaborando en este programa. Prácticamente casi todas las ayudas han sido requeridas para proyectos de investigación y desarrollo. En general, no se han planteado grandes proyectos pilotos o de demostración.

La participación española en la producción de acero comunitario desde 1985 se ha movido cerca del 9,3% del

TABLA I. PARTICIPACION ESPAÑOLA EN LA PRODUCCION DE ACERO COMUNITARIO (EN MILLONES DE TONELADAS)

AÑO	ESPAÑA	CECA	% ESPAÑA CECA
1985	14,2	135,6	10,5%
1986	11,9	125,7	9,4%
1987	11,7	126,5	9,2%
1988	11,9	137,8	8,6%
1989	12,8	140,1	9,1%
1990	12,9	136,8	9,5%
1991	12,9	137,5	9,4%
1992	12,3	132,4	9,3%
1993	13,0	132,6	9,8%
1994	13,4	151,7	8,9%
1995*	13,8	155,8	8,9%
TOTAL	140,8	1.512,6	9,3%

* Cifras provisionales.

TABLA II. PARTICIPACION ESPAÑOLA EN LOS FONDOS CECA DE INVESTIGACION (IMPORTES EN MILLONES DE ECU)

AÑO	SEGUN PRES.P. CECA	FONDOS CECA DISTRIBUIDOS			AYUDAS A PROYECTOS ESPAÑOLES			% RESULT. ESPAÑA/ CECA
		CRT	CDT	TOTAL	CRT	CDT	TOTAL	CRT
1986	28,500	20,428	8,481	28,909	0,478	0,200	0,678	2,34 %
1987	30,000	25,275	11,388	36,663	0,541	0,000	0,541	2,14 %
1988	30,000	30,683	9,083	39,766	1,352	0,000	1,352	4,41 %
1989	34,000	26,790	11,505	38,295	1,416	0,150	1,566	5,29 %
1990	41,000	28,002	12,996	40,998	2,084	0,319	2,403	7,44 %
1991	62,000	42,844	15,795	58,639	3,875	0,292	4,167	9,04 %
1992	58,000	39,667	16,764	56,431	1,737	0,488	2,225	4,38 %
1993	58,000	41,402	13,984	55,386	2,575	0,172	2,747	6,22 %
1994	34,000	24,963	8,039	33,002	2,246	0,000	2,246	9,00 %
1995	38,000	30,596	6,961	37,557	2,510	0,000	2,510	8,20 %
1996	53,000	41,199	11,205	52,404	3,010	0,000	3,010	7,31 %
SUMA	466,500	351,849	126,201	478,050	21,824	1,621	23,445	6,20 %

CRT: Proyectos de Investigación. CDT: Proyectos Demostración.

TABLA III. PROYECTOS DE INVESTIGACION ESPAÑOLES PRESENTADOS Y APROBADOS POR CECA (IMPORTES EN MILLONES DE ECU)

AÑO	PROYEC. PRESENTADOS		PROYECTOS APROBADOS		% RESULTADO	
	N.º DE PROYECTOS	IMPORTE SOLICITADO	N.º DE PROYECTOS	IMPORTE CONCEDIDO	S/N N.º DE PROYECTOS	S/AYUDA SOLICITADA
1986	12	3,754	4	0,678	33,33 %	18,05 %
1987	11	1,645	4	0,541	36,36 %	32,88 %
1988	25	6,606	6	1,352	24,00 %	20,47 %
1989	18	5,080	10	1,566	55,56 %	30,83 %
1990	25	6,933	11	2,403	44,00 %	34,66 %
1991	19	5,415	15	4,166	78,95 %	76,94 %
1992	13	4,366	10	2,225	76,92 %	50,97 %
1993	38	9,462	14	2,748	36,84 %	29,04 %
1994	32	8,085	9	2,246	28,13 %	27,78 %
1995	14	3,120	11	2,510	78,57 %	80,44 %
1996*	34	6,932	18	3,010	52,94 %	43,42 %
SUMA 86-96	241	61,397	112	23,445	46,47%	38,19%

* Cifras provisionales.

total. Si se considera un retorno justo con ese porcentaje de los fondos CECA distribuidos, vemos que aunque nos hemos acercado casi nunca hemos alcanzado el adecuado nivel de ayudas. En obtenerlo se deben aunar nuestros esfuerzos.

La tabla I señala la participación española en la producción del acero comunitario. La tabla II indica la participación española en los fondos CECA de investigación. En la tabla III se señala el número de proyectos de investigación españoles presentados y aprobados.

Generalmente han sido las empresas siderúrgicas como SIDENOR, CSI Planos (antes Ensidesa y AHV) y Acerinox quienes más han participado con sus proyectos en el Programa CECA. Asimismo es importante la parti-

cipación del CENIM. Y hay proyectos importantes de otros Centros Tecnológicos de I+D como Labein y CEIT.

3. FUTURO DEL PROGRAMA I+D CECA Y DE LA INVESTIGACIÓN SIDERÚRGICA EN COLABORACIÓN

Pero el tratado CECA acabará en el 2002 y todos se preguntan que ocurrirá tras esa fecha en el campo de la investigación siderúrgica de colaboración.

Por otra parte la Comisión Europea que administra el tratado CECA, considera que deben plantearse ya desde

ahora una serie de acciones que puedan ayudar a realizar la finalización de los programas CECA en el año 2002.

En un principio, la opinión de la Comisión ha sido muy clara y definitiva. Todo lo relativo al Programa CECA debe pasar a estar incluido en los Programas Marco (como el Brite-Euran).

Sin embargo existen otras posiciones defendidas por los Comités Ejecutivos CECA:

a.- El tratamiento del I+D siderúrgico montado en la rigidez del programa Brite-Euran no tendría el éxito que viene teniendo por su forma de ser llevado de forma independiente.

b.- Además bastantes de los asuntos que pueden estar incluidos en el Programa CECA : Acero no caben en el 4º Programa Marco. De hecho se considera que solo el 25 % de los proyectos siderúrgicos que se han venido atendiendo en el Programa CECA podrían ser pasados al Brite-Euram con sus aspectos de investigación no sectorial, etc, etc, sistemas de evaluación ajenos a los propios expertos siderúrgicos, ausencia de comités ejecutivos para la valoración y control de la marcha de los proyectos, etc.

De hecho en el 5º Programa Marco se va a tratar de estos asuntos y se está realizando un fuerte lobby para que se siga hasta el año 2002 manteniendo un I+D de colaboración en el campo siderúrgico fuera del Programa Marco. También se ha logrado que Eurofer, una asociación europea de las industrias siderúrgicas más importantes haya ya aceptado su responsabilidad de líder en este asunto, y que a partir del año 2002 se plantea una Fundación para continuar con el I+D en colaboración.

4. PROYECTOS SOBRE REFRACTARIOS EN LA CECA

Tal como se ha señalado, los refractarios no están incluidos en los objetivos directos de la CECA. Pero se es consciente de que representan un campo importante en la siderurgia, ya que contribuyen a obtener el mejor resultado de los equipos de producción y a asegurar regularmente una alta calidad del acero a precios de venta competitivos.

En general, se suelen considerar dos familias de refractarios :

- Los refractarios de larga duración para coquerías, altos horno, estufas «cowper», hornos de recalentamiento, etc.

- Los refractarios de desgaste utilizados principalmente, en la elaboración y en la colada del acero.

Esta última familia representa la mayor parte del coste de los refractarios en siderurgia. Por ello se comprende la inclusión de este campo de refractarios en el capítulo que trata de las acerías.

Y en alguna década, como la de los 80, la CECA ha acentuado fuertemente su apoyo a los proyectos relacionados con los refractarios, hasta el punto que ellos representan la cuarta parte de las investigaciones en acería.

Había que distinguir aquellos proyectos ya elaborados y los proyectos que actualmente están en desarrollo. Naturalmente de estos últimos nada se puede decir por

que están en la fase de confiabilidad. Una vez presentado el último informe en el correspondiente Comité Ejecutivo y aprobado el trabajo, suele pasar algo más de un año hasta su publicación y difusión. En este tiempo también se atiende a patentar los aspectos importantes, si los hubiera, obtenidos a lo largo del proyecto.

5. PROYECTOS REALIZADOS ENTRE 1981 Y 1990

Entre los trabajos comunitarios de I+D relacionados con los refractarios se encuentra la publicación EUR 17782 ES de la Comisión de la UE, editada por J. Ferrón, algunas referencias que comentamos a continuación (1):

- Thyssen ha estudiado la determinación de la velocidad óptima del calentamiento de los revestimientos refractarios. Se ha visto que los tiempos de calentamiento pueden ser disminuidos en relación a la práctica habitual.

- Hoogovens ha investigado el desconchado de los refractarios resultante de los choques térmicos, calculando las solicitaciones por el método de los elementos finitos y determinando las tensiones límites a partir de las propiedades medibles en laboratorio. El modelo ha sido ensayado a continuación industrialmente sobre la duración de quemadores de sílice de los hornos de coque.

- Dos proyectos Irsid se han referido a los mecanismos de deterioro de los revestimientos de convertidores y de cucharas de acero así como a la mejora de los métodos de reparación. Una serie de acciones emprendidas para disminuir el choque térmico se han traducido en una mejora espectacular de la duración de los fondos. Por otra parte ensayos de laboratorio y a escala industrial han permitido comprender los mecanismos de rotura de diferentes refractarios y aumentar su duración en las cucharas.

- El CRM ha puesto a punto un ensayo de ataque acelerado por fase escoria, que ha permitido una mejora considerable de la duración de las buzas sumergidas.

- Un proyecto Hoesch ha estudiado las posibilidades de utilización de ladrillos silicoaluminosos no cocidos y los ha comparado con ladrillos cocidos para las cucharas torpedo y las cucharas de acería.

- British Steel ha realizado, buscando mejoras económicas, el gutinado por vía húmeda de capas delgadas de refractarios básicos sobre revestimiento ácido de cucharas de acería. Los ensayos han sido realizados en el laboratorio y a escala piloto con diferentes materiales y para diferentes espesores de capas de aportación.

- CSM ha estudiado el empleo del óxido de calcio estabilizado como un material refractario interesante para el siderurgista. El resultado ha sido satisfactorio.

- CRM ha empleado la técnica del gunitado en una llama oxígeno-gas natural para construir, por capas sucesivas, el revestimiento de protección de artesas de colada continua. Este revestimiento sufre un endurecimiento permanente cerámico, es decir, rigurosamente exento de hidrógeno en el aglomerante, y sufre pérdidas térmicas más débiles que otros revestimientos convencionales.

Estos proyectos y otros que la falta de tiempo no permite que sean aquí comentados pueden ser considerados en los documentos de las «Jornadas de Refractarios»

en Luxemburgo, organizadas conjuntamente por la CECA y la Federación europea de fabricantes de productos refractarios (2).

6. OTROS PROYECTOS MAS RECIENTES

Aparte de los anteriores, hay otros proyectos relacionados con los refractarios que se han realizado en estos últimos años. A continuación se comentan brevemente (3)

AUMENTO DE LA DURACIÓN DE LAS CUCHARAS DE COLADA DE ACERO POR MEDIO DE LA UTILIZACIÓN DE NUEVOS Y MEJORES MATERIALES REFRACTARIOS

El objetivo de este trabajo fue el de mejorar la duración de la vida de los revestimientos de las cucharas de acero y en su día fue realizado por Hoestch. (4)

Realmente se trabajó solo con materiales de alta alumina y de espinelas y no se incluyeron en la investigación materiales básicos. Los ensayos fueron de laboratorio pero asimismo se hicieron pruebas en las mismas acerías.

Después de un estudio sobre disponibilidades de materias primas se llegó a la conclusión de que hay suficientes recursos de estos materiales en forma de andalucitas, bauxitas y espinelas. La bauxita principalmente en China y Guayana y la andalucita en Africa del Sur. Las espinelas son un producto sintético principalmente empleado en Japón. El primer resultado de los ensayos fue que todos los materiales podían ser mejorables a base de la purificación de las materias primas.

Asimismo en la investigación se puso apunto una máquina para estudiar la resistencia al prensado en caliente hasta 1.700 °C.

También se investigó en el laboratorio los conjuntos de inyección de gas, no solo de diferentes materiales sino asimismo con diversos diseños. Aquí se vio la importancia de medir el flujo del gas inyectado y se aconsejó normalizar un sistema europeo de medida.

Los ensayos en planta se ha hecho con revestimientos de andalucita, bauxita y espinela tanto en las paredes de las cucharas como en la zona de escoria y en el fondo de la cuchara. Los resultados han mostrado claramente que la técnica del montaje del revestimiento es más importante que otros aspectos o aún que el tipo de revestimiento. Así las técnicas de preparación del revestimiento por colada origina una duración mayor que las técnicas de proyección del refractario o que la utilización de ladrillos.

UTILIZACIÓN DE LOS REFRACTARIOS DE COLADA CONTINUA DE ACEROS INOXIDABLES

Esta investigación llevada a cabo por UGINE SAVOIE (5) ha tenido como objetivo mejorar los refractarios con carbono utilizados en la colada continua de los aceros inoxidables, buscando soluciones al problema del desgaste, a la adición de inclusiones al acero y al cierre de las buzas. Principalmente los estudios se dedicaron a :

- Aceros inoxidables ferríticos sin aluminio.

- Aceros inoxidables estabilizados con titanio o circonio.

Se buscaron materiales grafiticos de la mejor calidad a base de agregados de oxido más puros, menos sílice, cloruros y alcalinos para reducir la formación de silicatos fundidos y menos grafito para disminuir la reacción con cromo y evitar la carburación.

Se pusieron a punto ensayos de laboratorio por inmersión en acero fundido pero asimismo se emplearon ensayos en las condiciones industriales.

Se observaron mejora sensibles con refractarios a base de alumina más pura y magnesia asimismo más pura. Por ejemplo el número de cucharas coladas en secuencial se duplicó (4 cucharas en vez de 2) por el empleo de buzas mejoradas. Por otra parte la opinión de los aceristas fue que los problemas en el acero debido a los refractarios se volvieron más escasos.

REVESTIMIENTOS CON PLASMA SOBRE MATERIALES REFRACTARIOS

Se emplearon revestimientos cerámicos por aportación con plasma o a la llama en varios componentes y piezas empleadas en las acerías con objeto de reducir el desgaste del material refractario. (6)

Para conocer ese desgaste se han utilizado ensayos en caliente empleando las técnicas de inmersión. Las piezas sometidas al revestimiento han sido buzas normales, buzas sumergidas de colada continua, placas de buzas deslizantes, tapones normales, barras de tapones, etc.

Se emplearon revestimientos a base de circonato de magnesia, circonato de calcio, mezcla de oxido de circonio, oxido de cal y nitruro de boro, etc.

Después de los ensayos se examinaron las capas revestidas y se ha relacionado el comportamiento de las mismas.

Como resumen puede concluirse de estos ensayos que los revestimientos cerámicos bien sea aportados por plasma o a la llama pueden reducir la corrosión de los componentes refractarios examinados.

Esta investigación se ha realizado por el Instituto alemán de Refractarios y Cerámica de Bonn y han colaborado acerías como Thyssen y Krupp.

REFRACTARIOS PARA LA FABRICACIÓN DE ACERO CON BAJISIMO CONTENIDO DE IMPUREZAS

La producción de aceros con muy bajo contenido de inclusiones a veces resulta difícil o aun imposible si se utilizan recipientes sin un revestimiento refractario adecuado.

Esta investigación se ha llevado a cabo por el CSM italiano y en su primera parte se ha comprobado el oxígeno que pasa del refractario al metal líquido. Se han examinado tres materiales experimentales extremadamente puros además de diversos refractarios comerciales. (7)

También se ha estudiado la influencia de los mismos refractarios en desulfuraciones muy fuertes. Y para cada material se determinó el paso del azufre de la escoria al baño como una función del tiempo.

Finalmente se ha estudiado el comportamiento de refractarios conteniendo carbono para el caso de pro-

ducción de acero con bajísimo contenido de este elemento. Se han ensayado tres productos comerciales de magnesia-carbono a niveles de carbono de 5, 10 y 14 %.

En resumen respecto a la cesión de oxígeno del refractario al baño del acero, los materiales más estables han sido los experimentados con materias primas de elevada pureza, principalmente en magnesia. Peor ha sido el resultado de los refractarios de magnesia cromo, y de silicato de circonio. Se ha atribuido ello a la presencia de óxidos termodinámicamente poco estables.

- El revestimiento más adecuado para conseguir elevadas tasas de tratamiento de desulfuración han sido los de carácter básico de dolomía y de magnesia.

- La cesión de carbono por parte del refractario es inevitable y está influenciada por el tratamiento térmico sufrido por el material.

Se puede concluir confirmado que para alcanzar un acero de elevada pureza se debe ir al empleo de revestimientos refractarios lo más puros posibles y componentes de elevada estabilidad termodinámica.

Para la desulfuración pueden utilizarse refractarios de dolomía y de magnesia y el empleo de material aluminoso, aunque sea muy puro origina una disminución de la desulfuración.

Finalmente se puede producir acero con bajísimo contenido de carbono con dificultad si se emplean refractarios de magnesia-carbono y la dificultad se acentúa durante la primera colada cuando la superficie del refractario en contacto con el acero esta menos alterada. Naturalmente si a ese revestimiento refractario se le somete a un tratamiento térmico previo superficial, pueden mejorarse los resultados.

7. PROYECTOS EN EJECUCION

En la tabla IV se señalan los proyectos de I+D en el Programa CECA: Acero relacionados con los refractarios y que su realización está en marcha.

Al finalizar se publicarán los informes finales de los mismos.

8. COMENTARIOS FINALES

El Programa I+D CECA : Acero, basado en los términos del artículo 55 del Tratado de Romo, ha sido a través de 40 años de duración de alto interés para la Siderurgia Comunitaria con resultados que han trascendido en su desarrollo tecnológico.

TABLA IV. PROYECTOS DE I+D VIGENTES EN EL PROGRAMA CECA : ACEROS RELACIONADOS CON LOS REFRACTARIOS

«Induction heating of refractory materials in continuous casting of steel»	Contract nº 7210 - CA/165
Reference 92-C3-04	
«Study of the hermomechanical stresses developed in refractory products and brickwork for the optimization of steel ladle linings»	Contract nº 7210 - CC/301
Reference 92.C2-02	
«Improvement in performance of the tuyere/refractory system in AOD converter for stainless steel production»	Contract nº 7210 - CC/405
Reference 94-C2-01	

Ahora al acabar el tratado CECA en el año 2002 se plantea su futuro, con distintas opiniones, pero con la creencia general que es necesario continuar con un I+D de colaboración de toda la industria Siderúrgica Comunitaria por las ventajas que puede reportar.

El referido Programa I+D CECA : Acero no incluye el tema específico de los refractarios. Pero conociendo la importancia que el refractario tiene en la siderurgia, ha habido en el programa diferentes proyectos relacionados con los refractarios y con los objetivos de disminuir el coste del producto siderúrgico y aumentar su calidad.

Como ejemplo y acicate a nuestros investigadores hemos comentado brevemente algunos de esos proyectos. ♦

BIBLIOGRAFIA

1. EUR 13782. CECA-Acero. Diez años de investigación y desarrollo 1981 -1990. Oficina de Publicaciones oficiales de las Comunidades Europeas. L-2985 Luxemburgo.
2. Refractories for the Steel Industry. Proceedings of Conference held in Luxemburg 7-8 Sept 1989.
3. Synopses of ECCS contracts in Iron and Steel Research. (1986-93). Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas. L - 2985 Luxemburgo.
4. EUR 15510. CECA. Acero. «The use of new and improved refractories to increase the life of steel casting ladles».
5. EUR 15747. CECA. Acero. «Optimization of refractories for the continuous casting stainless steels».
6. EUR 15587. CECA. Acero. «Imporvement of steel quality through use of plasma - coated refractory materials».
7. «Refractories for the making of steels with very low impurity contents».