

# GESTIÓN DE SUBPRODUCTOS EN TERNIUM SIDERAR<sup>1</sup>

Cecilia Dalmasso<sup>2</sup>  
Armando Pettorossi<sup>3</sup>

## Resumen

Debido a la necesidad de contar con información confiable que permita tomar decisiones y acciones a través de una visión global de los subproductos generados en el proceso siderúrgico, se desarrolló en Ternium Siderar un Sistema integrado de información atravesando las áreas funcionales en forma horizontal. En él, se incluyeron todos los subproductos: escorias, barros, polvos de aspiración, subproductos de coquerías, refractarios de demolición y otros materiales cuyas características fisicoquímicas los hacen aprovechables en el mismo proceso o en otras industrias. En principio, se diseñó un mapa de generación y destino de los subproductos con el fin de comprender la logística integral de los materiales. Luego, se desarrolló una plataforma de registro con datos de generación, consumo interno y ventas mensuales que permitió obtener la evolución de los stocks. Una vez consolidada, esta información se comenzó a analizar en Comités especiales en donde se determinan acciones a seguir desde el punto de vista operativo, comercial y ambiental. La implementación de este Sistema de Gestión permitió reducir los stocks de Subproductos, mejorando el orden y control de las playas transitorias y minimizando la mezcla de materiales. Con esto, se obtuvo una mayor calidad de los mismos lo que brindó importantes beneficios económicos y medioambientales para la compañía.

**Palabras claves:** Subproductos; Reciclo; Gestión; Medioambiente.

## BY – PRODUCTS MANAGEMENT AT TERNIUM SIDERAR

### Abstract

Due to the necessity to count on reliable information that allows taking decisions and action through a global vision from by-products generated in the iron and steel process, an integrated information system was developed in Ternium Siderar that crosses the functional areas in a horizontal way. All by-products were included: slag, sludge, dust, coke oven plant by-products, waste, refractories and other materials whose physic-chemical characteristics make them re-usable in the same process or in other industries. At first, a by-products generation and destiny map was designed to understand the integral logistic of the materials. Then, a registry platform with generation, internal consumption and monthly sales date was developed which allowed obtaining the stock trends. Special committees were formed where this information is analyzed and several actions are taken following several points of view: operative, commercial and environmental. The implementation of this Management System allowed reducing stocks of by-products, improving the order and control of transitory stockyards and decreasing the mixture of materials. So, their quality improved and this fact brought important economic and environmental benefits for the company.

**Key-words:** By-products; Recycling; Management; Environment.

<sup>1</sup> Contribución técnica al 40º Seminário de Reducción de Mineral de Hierro y Matérias Primas y 11º Seminário Brasileiro de Mineral de Hierro, 19 al 22 de setiembre de 2010, Belo Horizonte, MG.

<sup>2</sup> Ingeniera de Reciclos. Ternium Siderar

<sup>3</sup> Analista Senior de Ingeniería Industrial. Ternium Siderar.

## 1 INTRODUCCIÓN

Gestionar con información confiable se ha vuelto cada vez más importante para las empresas, transformándose en un recurso necesario y estratégico para la toma de decisiones. Esto permite cuantificar el alcance de los objetivos, contribuyendo a la supervivencia de las organizaciones en un entorno cada vez más exigente.

Esta es la razón por la que se ha visto la necesidad de desarrollar en Ternium Siderar un Sistema de Gestión que integre toda la información sobre Subproductos. Históricamente, su generación, logística interna y disposición final han sido dirigidas separadamente por cada sector operativo, desaprovechando la sinergia que se puede lograr aunando los esfuerzos individuales y persiguiendo un objetivo común a través de una visión global.

En este trabajo se muestran las distintas etapas realizadas que han conducido a obtener dicho Sistema de Gestión y los beneficios obtenidos luego de veinte meses de implementación.

## 2 METODOLOGÍA DE TRABAJO

En la industria siderúrgica es considerado como subproducto a todo aquel material generado durante el proceso productivo como consecuencia de la manipulación y transformación de las materias primas y la obtención de arrabio y/o acero.

El esquema de Gestión de Subproductos es un Proceso Cross ya que atraviesa las áreas funcionales en forma horizontal e involucra todos los subproductos generados: escorias, barros y polvos de los sistemas de aspiración; subproductos de coquería, refractarios de demolición y otros materiales que contienen hierro y/o minerales necesarios en el proceso siderúrgico. Éstos pueden ser reciclados en la misma planta ó vendidos a otras industrias como materias primas, restando pequeñas cantidades que deben ser dispuestas en condiciones seguras. La gestión incluye el seguimiento y control de la generación, almacenamiento transitorio dentro de la planta, tratamiento para su reciclo, disposición final y manejo de stocks.

Como primer paso, se diseñó un diagrama de flujo de generación y destino de los subproductos involucrados en el sistema con el fin de comprender la logística integral de los materiales.

A continuación, se organizó el sistema siguiendo la estructura de la figura 1. Los estándares y objetivos de generación y consumo serán comparados por el Sistema de Gestión de Subproducto (SGSP) con los valores reales determinados por el Sistema de Registro de Movimiento. La información generada por el SGSP se consolida en los Site de Control de Gestión Local y desde ellos en el Control de Gestión Ternium.

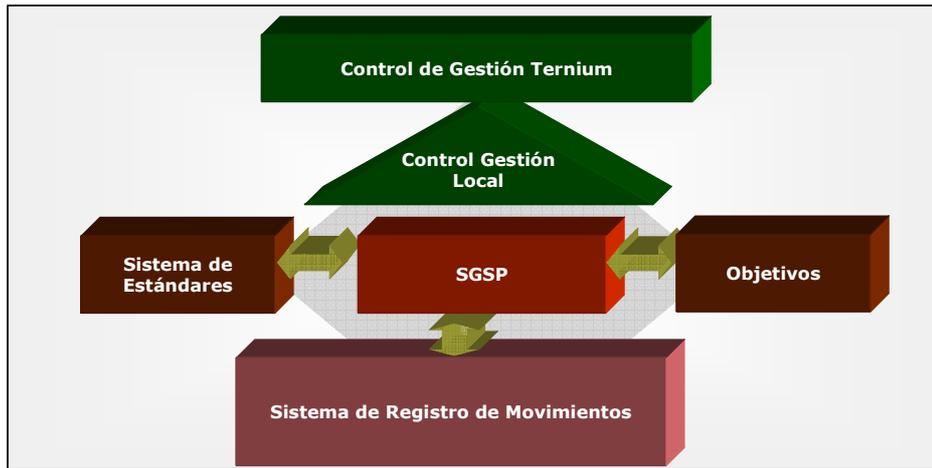


Figura 1 – Estructura de la información del Sistema de Gestión.

La pantalla inicial del sistema (Figura 2) permite una visión general de la gestión informando las cantidades de materiales generados por área y el destino como reciclo interno y externo, disposición final ó variación de stock. Es posible visualizar resúmenes diarios, mensuales, por ejercicio económico ó por rango de fechas.

Sistema de Gestión de Subproductos

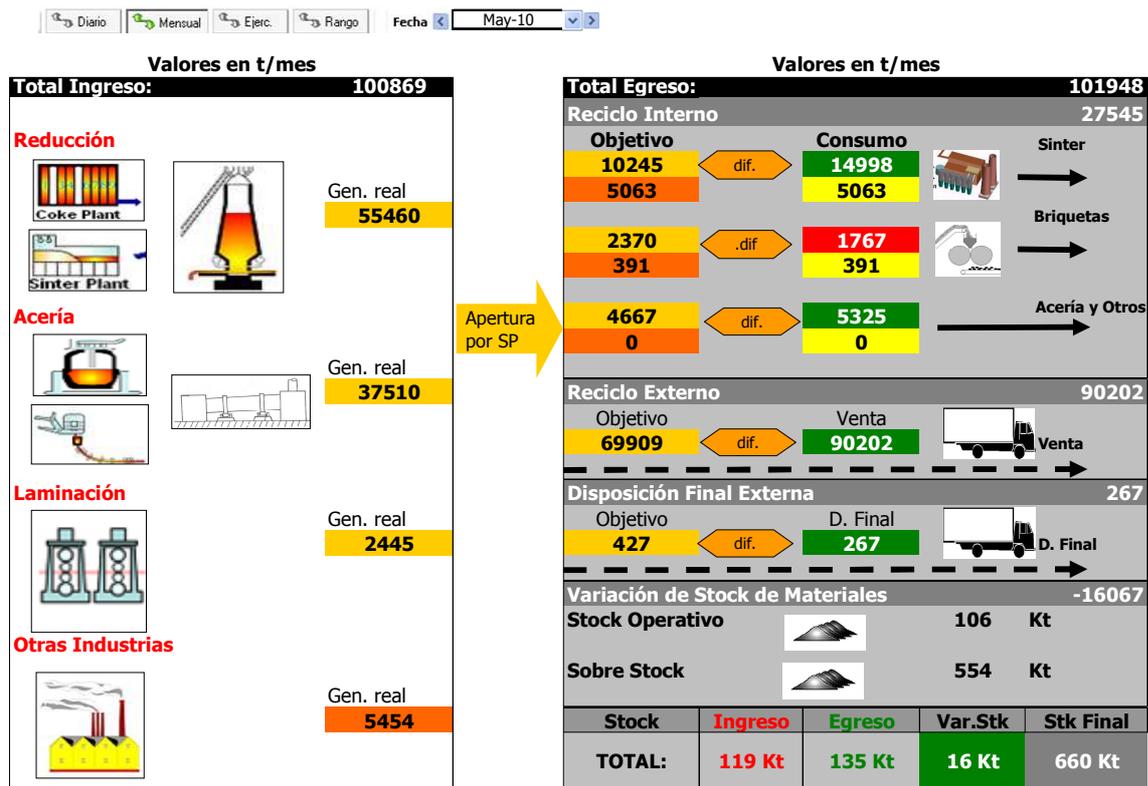


Figura 2 – Pantalla inicial del Sistema de Gestión de Subproductos.

A partir de esta pantalla se disparan una serie de aperturas que permiten conocer valores reales y objetivos de cada uno de subproductos, tanto de generación como reciclos por área o producto y stock. Las siguientes Figuras (de 3 a 13) aparecen a modo de ejemplo de la visualización de las distintas pantallas que conforman el

sistema. Los valores que se muestran no representan necesariamente la información real.

Fecha May-10

Descripción	Real	Obj.	Desvío
	Tn	Tn	Tn
<b>Generación</b>	<b>101136</b>	<b>68465</b>	<b>-32671</b>
<b>Reducción</b>	<b>55460</b>	<b>47445</b>	<b>-8015</b>
Coquería	6014	5134	-879
Sinter	3114	3107	-7
Altos Hornos	46332	39204	-7128
<b>Acería</b>	<b>37510</b>	<b>12229</b>	<b>-25281</b>
▶ Convertidores	30662	7144	-23517
▶ Horno cuchara	100	90	-10
▶ Colada Continua	688	620	-69
▶ Planta de calcinación	6060	4375	-1685
<b>Laminación</b>	<b>2445</b>	<b>2992</b>	<b>547</b>
▶ Lam.Caliente	1793	2124	331
▶ Lam.Frío SN	291	424	133
▶ Lam.Frío EDA	360	443	83
<b>Residuos Industriales</b>	<b>267</b>	<b>345</b>	<b>78</b>
<b>Otras Industrias</b>	<b>5454</b>	<b>5454</b>	<b>0</b>

Figura 3 – Generación por área.

Fecha May-10

Descripción	Real	Obj.	Desvío
	Tn	Tn	Tn
<b>Generación</b>	<b>101136</b>	<b>68465</b>	<b>-32671</b>
<b>Reducción</b>	<b>55460</b>	<b>47445</b>	<b>-8015</b>
<b>Coquería</b>	<b>6014</b>	<b>5134</b>	<b>-879</b>
Finos de Coque. Carro de apagado -Pila	1142	502	-639
Benzol	413	573	159
Alquitran	2456	2632	176
Sulfato de Amonio	1391	1185	-206
Barros de alquitrán (carbonilla)	198	198	0
Brea	413	45	-369
<b>Sinter</b>	<b>3114</b>	<b>3107</b>	<b>-7</b>
Polvos asp.primaria Sinter	64	57	-7
Polvos asp.sec.Sinter (750 Km3/h;Cintas de tranferencia)	3050	3050	0
<b>Altos Hornos</b>	<b>46332</b>	<b>39204</b>	<b>-7128</b>
Escoria AH 1	0	0	0
Escoria AH 2	43127	35684	-7443
Escoria de Rezago de AH - Generación	480	0	-480
Polvo de trampa AH 2	278	1127	849
Linea baja de silos AH#2 (Rec.Zrda.Finos Sinter AH#2)(200 Km3/h)	563	563	0
Polvos Sala de Colado AH2 (2X 500 Km3/h)	303	263	-40
Polvo de trampa AH 1	0	0	0
Barros AH 1	0	0	0
Barros AH 2	1516	1502	-14
Barro Pileta ecológica	0	0	0
Refractarios alúmina carburo de silicio (canales de colado Ahs)	40	40	0
Refractarios alúmina carbón carburo de silicio (vagones termo)	24	24	0

Figura 4 – Apertura de generación por área.

Diario Mensual Ejerc. Rango Fecha May-10

Descripción	Real	Obj.	Desvío
	Tn	Tn	Tn
<b>Generación</b>	<b>101136</b>	<b>68465</b>	<b>-32671</b>
Escorias	68041	36732	-31309
Polvos	5426	6329	903
Barros	9405	9257	-148
Finos	7348	5392	-1955
Subproductos coquería	4872	4632	-240
Refractarios	323	323	0
Residuos Industriales	267	345	78
Otras Industrias	5454	5454	0

Figura 5 – Generación por producto.

Diario Mensual Ejerc. Rango Fecha May-10

Descripción	Real	Obj.	Desvío
	Tn	Tn	Tn
<b>Generación</b>	<b>101136</b>	<b>68465</b>	<b>-32671</b>
Escorias	68041	36732	-31309
Esc. Altos Hornos	43607	35684	-7923
Escoria AH 1	0	0	0
Escoria AH 2	43127	35684	-7443
Escoria de Rezago de AH - Generación	480	0	-480
Esc. Acería	24434	1048	-23386
Escoria Desulf. + Conv. + Cuchara + Repartidor + limp.Acería	24434	1048	-23386

Figura 6 – Apertura de generación por producto.

Diario Mensual Ejerc. Rango Fecha May-10

Descripción	Real	Obj.	Desvío
	Tn	Tn	Tn
<b>Reciclo Interno</b>	<b>27545</b>	<b>22443</b>	<b>5102</b>
Reciclo Interno Propios	22091	16989	5102
Reciclo Interno Terceros	5454	5454	0
Sinter	20062	15308	4754
Reciclos Propios	14998	10245	4754
Reciclos de teceros	5063	5063	0
Coquería	198	198	0
Altos Hornos	0	0	0
Briquetas	2158	2761	-604
Reciclos Propios	1767	2370	-604
Reciclos de teceros	391	391	0
Acería	2613	1665	948
Pellets	4	294	-290
Reciclos Propios	4	294	-290
Otros	2510	2510	0

Figura 7 – Reciclo Interno.

Diário Mensual Ejerc. Rango Fecha May-10

Descripción	Real	Obj.	Desvío
	Tn	Tn	Tn
<b>Reciclo Interno</b>	<b>27545</b>	<b>22443</b>	<b>5102</b>
Reciclo Interno Propios	22091	16989	5102
Reciclo Interno Terceros	5454	5454	0
<b>Sinter</b>	<b>20062</b>	<b>15308</b>	<b>4754</b>
▶ Reciclos Propios	14998	10245	4754
Polvo de trampa	278	1127	-849
Polvos aspiración sec. Sinter	3050	3050	0
Laminilla	1423	2066	-643
Polvo Ruthner	147	0	147
Finos esc. ac. propia It. 24	1799	674	1125
Barros calcinacion	4645	2242	2403
Finos caliza cruda clasif	847	392	455
Finos dolom. cruda clasif	823	183	640
Finos cal calcica	986	386	600
Finos dolom. calcinada	1000	62	938
Barros de neutralización de EDA	0	63	-63
▶ Reciclos de teceros	5063	5063	0

Figura 8 – Apertura de reciclo interno.

Diário Mensual Ejerc. Rango Fecha May-10

Descripción	Real	Obj.	Desvío
	Tn	Tn	Tn
<b>Reciclo Externo</b>	<b>90202</b>	<b>69909</b>	<b>20294</b>
Escorias	82580	57176	25404
Polvos	2184	1984	200
Barros	1845	5725	-3880
Finos	0	0	0
Subproductos de coquería	3327	4434	-1107
Residuos Industriales comp. domicialiaris	267	590	-323

Figura 9 – Reciclo Externo.

Diário Mensual Ejerc. Rango Fecha May-10

Descripción	Real	Obj.	Desvío
	Tn	Tn	Tn
<b>Reciclo Externo</b>	<b>90202</b>	<b>69909</b>	<b>20294</b>
Escorias	82580	57176	25404
Escoria Granulada de AHs	67655	35684	31971
Escoria Fuera de Especificación de AHs	358	0	358
Escoria de Acería	14567	21493	-6926

Figura 10 – Apertura de reciclo externo.

Diario Mensual Ejerc. Rango Fecha May-10

Descripción	Real	Obj.	Desvío
<b>Disposición Final</b>	<b>267</b>	<b>427</b>	<b>-160</b>
Metálicos	11	12	-2
No Metálicos	253	415	-162
Otros	4	0	4

Figura 11 – Disposición Final.

## Disposición Final

Diario Mensual Ejerc. Rango Fecha May-10

Descripción	Real	Obj.	Desvío
<b>Disposición Final</b>	<b>267</b>	<b>427</b>	<b>-160</b>
Metálicos	11	12	-2
Ferrosos - Óxidos	0	0	0
Óxidos de Hierro (Polvo Ruhtner)	0	0	0
Barros (AHs y Acería)	0	0	0
No Ferrosos	11	12	-2
Barros de Tornería Cil. EDA	11	12	-2
Barros de Neutralización EDA	0	0	0

Figura 12 – Apertura de disposición final.

Respecto al análisis de stock, el sistema tiene establecidos “stock operativo” para cada uno de los subproductos, que determina la cantidad de material necesario para el reciclo interno y externo. A partir de ello se calcula el stock excedente.

Diario Mensual Ejerc. Rango Fecha May-10

Stock	Inicial	Ingreso	Egreso	Var.	Final	Stk.Oper.	Stock Excedente
<b>Total Materiales</b>	675149	119167	135234	16067	659643	105603	554039
Escorias	639206	99457	120902	21445	618320	93606	524714
Polvos	8694	2462	2593	131	8563	671	7892
Barros	12389	7057	2686	-4370	16760	7128	9632
Finos	5266	5601	5726	125	5142	1471	3672
Subproductos Coquería	3315	4274	3327	-948	4263	2653	1610
Refractarios	6278	316	0	-316	6594	75	6519

Figura 13 – Stock.

Diario Mensual Ejerc. Rango Fecha May-10

Stock	Inicial	Ingreso	Egreso	Var.	Final	Stk.Oper.	Stock Excedente
<b>Total Materiales</b>	675149	119167	135234	16067	659643	105603	554039
<b>Escorias</b>	639206	99457	120902	21445	618320	93606	524714
Escoria Ahs en Especificación	167464	43127	67655	-11700	142936	44900	98036
Escoria Fuera de Especificación de Ahs	9237	480	358	-122	9359	250	9109
Escoria de Acería sin procesar	377994	24434	31416	-11700	371012	43680	327332
Escoria de Acería procesada apta para la venta	35610	24416	21473	-2943	39112	4776	34336
Escoria de Acería procesada no apta para la venta	48900	7000	0	-7000	55900	0	55900

Figura 14 – Apertura de Stock por producto.

El desarrollo e implementación de este Sistema de Gestión de Subproductos permitió, a través de la cuantificación de la generación, consumo interno y ventas de subproductos, conocer la tendencia y evolución de los stocks dentro de la planta. Algunos ejemplos pueden verse en las Figuras 15 y 16.

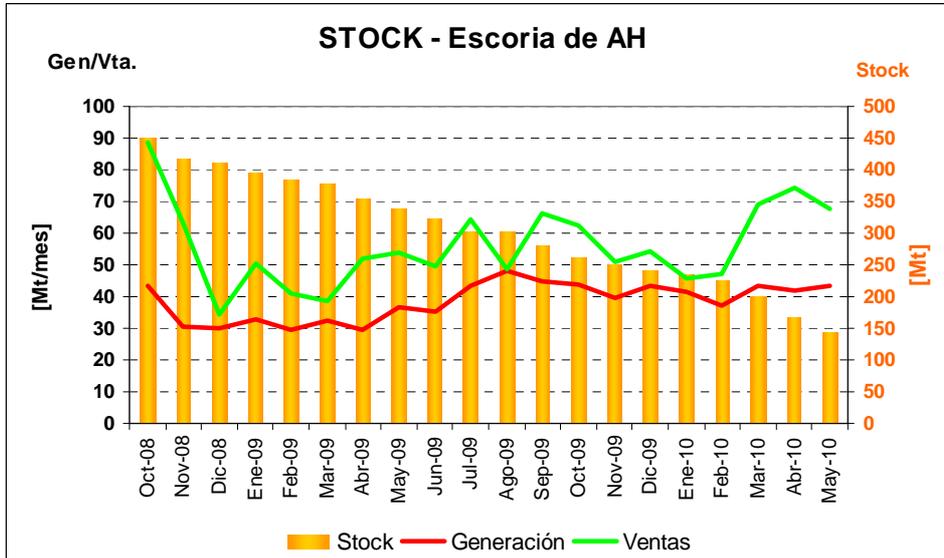


Figura 15 – Evolución de stock de Escoria de Alto Horno.

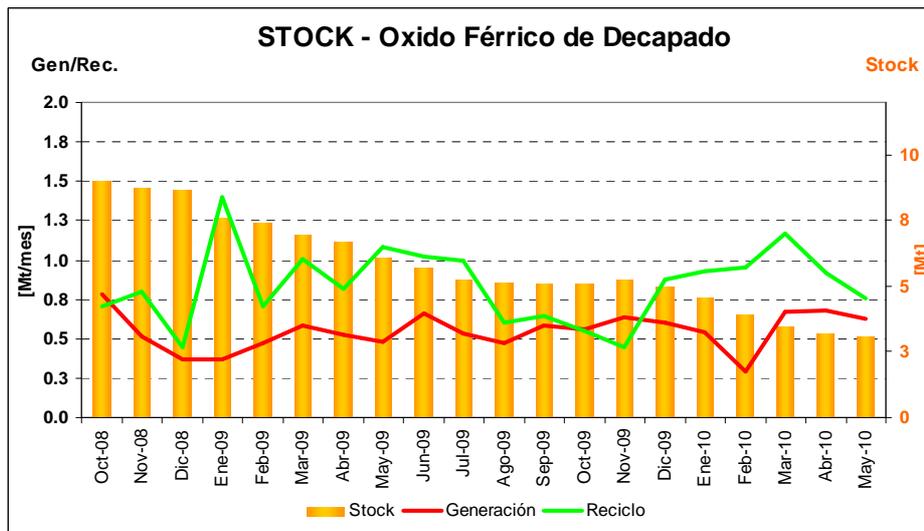


Figura 16 – Evolución de stock de óxido férrico de Decapado.

Con el objetivo reducir la generación, maximizar el reciclo interno y externo y minimizar los stocks y la disposición final de los subproductos se conformó un Comité, en el cuál se realiza el análisis de la información consolidada. Estas reuniones, de frecuencia mensual a nivel de áreas funcionales y de frecuencia bimestral a nivel de Dirección Industrial, permiten tomar decisiones desde el punto de vista operativo, comercial, ambiental, de control de gestión y delinear planes de acción.

### 3 RESULTADOS

Considerando aquellos subproductos que al inicio de la implementación del sistema contaban con mayor acumulación dentro de la planta, la disminución de los stocks existentes ha sido la siguiente:

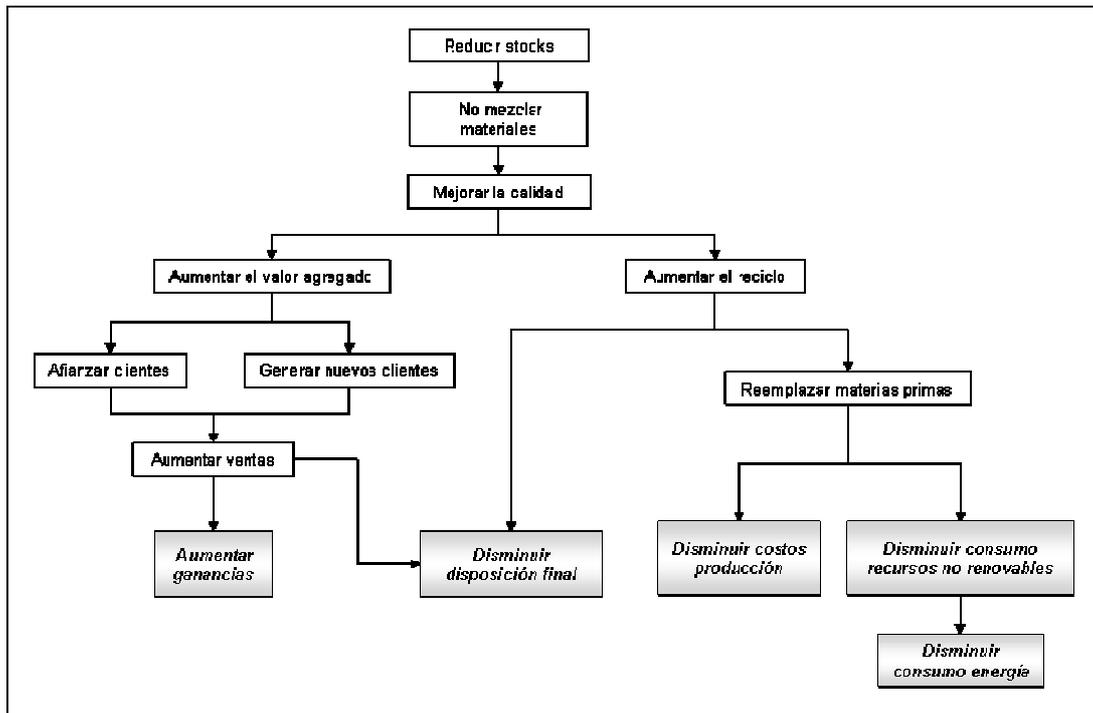
**Tabela 1.** Porcentaje de disminución de stock de subproductos desde el comienzo de la gestión

Subproducto	Disminución de Stock
Finos de apagado de coque	100%
Óxido férrico de Decapado	67%
Escorias de AH	66%
Barros AH / Acería	62%
Barros de calcinación	32%
Escorias de Acería	24%

Estas reducciones de stocks han llevado a mejorar el orden y control de las playas transitorias y minimizar la mezcla de materiales, aumentando la calidad de los subproductos.

Analizando los beneficios desde el punto de vista económico, aquellos subproductos que son vendidos a otras industrias pueden ser ofrecidos con un mayor valor agregado debido a sus mejores características. Esto permite afianzar la relación con los clientes existentes o establecer nuevas relaciones comerciales ya que se pueden satisfacer las necesidades de calidad en mayor medida. Por ende, es posible aumentar el mercado y las ganancias por ventas. Respecto a aquellos materiales que pueden ser reciclados en el mismo proceso siderúrgico, la mejora en su calidad hace que puedan ser consumidos internamente en mayores volúmenes. Este reemplazo de materia prima hace que puedan disminuirse los costos de producción en aquel factor que mayor incidencia sobre ellos.

Desde el punto de vista medioambiental, el aumento del reciclaje interno y externo de subproductos disminuye la cantidad de material que se envía a disposición final, dejando de ser considerados como residuos. Además, el reemplazo de materia prima hace que se consuma menor cantidad de recursos naturales no renovables, como son los minerales, y menor cantidad de energía que se utiliza en el proceso de extracción y obtención de los mismos.



**Figura 17.** Beneficios de la implementación de la gestión de subproductos.

## 4 DISCUSIÓN

Una vez lograda una tendencia en baja respecto a la evolución de los subproductos, como una segunda etapa de gestión se propusieron alcanzar distintos objetivos de stocks de acuerdo a cada uno de los diferentes materiales. Estas nuevas metas fueron acordadas considerando dos criterios: en la mayoría de ellas, teniendo en cuenta la cantidad mínima de material necesario para mantener la continuidad en el abastecimiento de los clientes internos y externos. En otras, las razones operativas y de seguridad en su manipulación fueron las determinantes.

Al respecto, se plantearon dos nuevos caminos:

- el desarrollo de usos alternativos de los distintos subproductos a través de convenios de investigación con universidades locales e instituciones especializadas; e
- el incentivo a pequeños y medianos emprendimientos con el fin de incrementar el uso de subproductos en sus procesos industriales.

## 5 CONCLUSIÓN

- Se concretó el proyecto de desarrollo de un Sistema de Gestión de Subproductos en Ternium Siderar.
- Se disminuyeron los stocks de los subproductos más críticos.
- Se mejoró la calidad de los subproductos.
- Se redujo la cantidad de material enviado a disposición final.
- Se consolidaron nuevos clientes que reciclan los subproductos siderúrgicos en diferentes industrias.
- Se está trabajando en el desarrollo e implementación de usos alternativos de los subproductos.