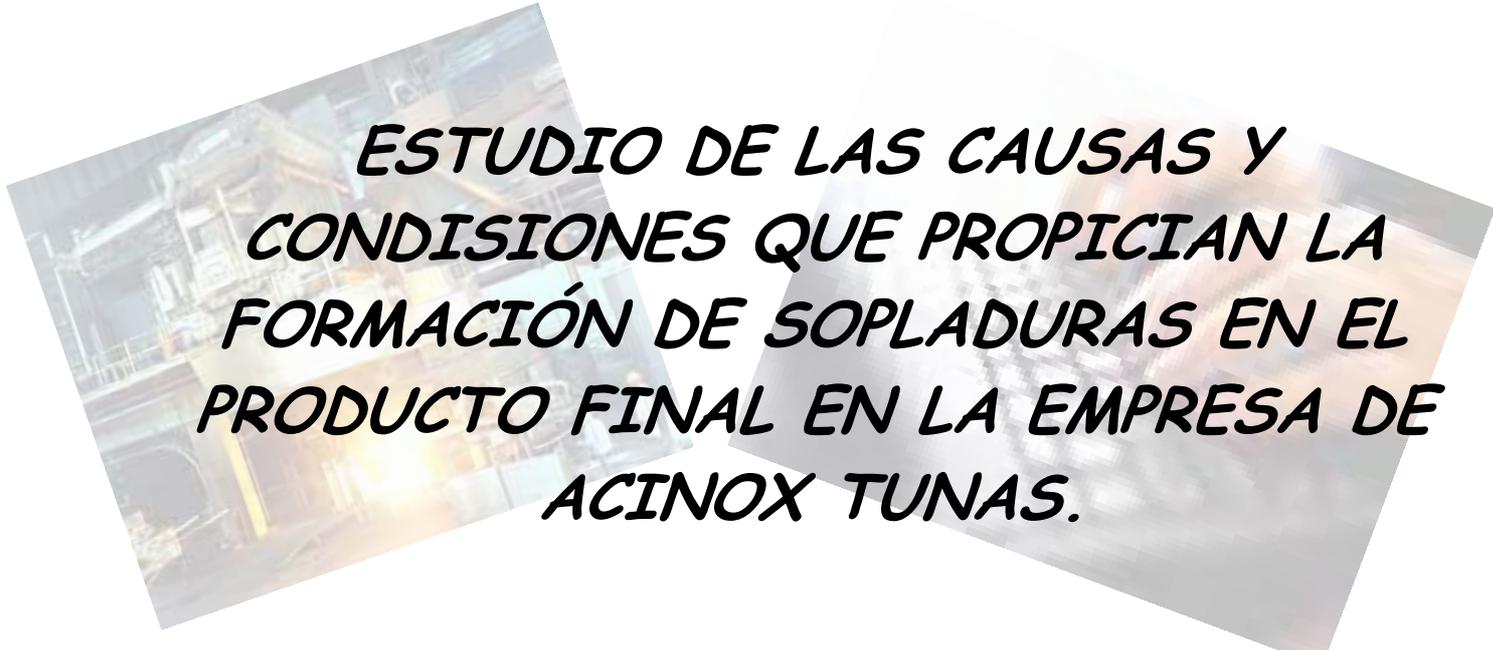


*Instituto Superior Minero- Metalúrgico  
Dr. Antonio Núñez Jiménez  
Especialidad: Metalurgia*

## **TRABAJO DE DIPLOMA**



**ESTUDIO DE LAS CAUSAS Y  
CONDICIONES QUE PROPICIAN LA  
FORMACIÓN DE SOPLADURAS EN EL  
PRODUCTO FINAL EN LA EMPRESA DE  
ACINOX TUNAS.**

*Autor: Giovannis Olano Estevez  
Tutores: Ing. Bertha Páez Betancourt  
Ing. José Ramírez Torres*

*Holguin 2009*

# Dedicatoria

A mis padres,

Por sembrar en mí la meta de  
adquirir conocimientos como  
principal tesoro en la vida.

# Agradecimientos

Nuestra gratitud a la tutoría realizada por los Ing. Bertha Paéz Betancourt y Ing. José Ramírez Torres; a mis padres y demás familiares por el apoyo y la comprensión recibidos en momentos de ardua labor, a todos los profesores que nos han impartido cursos en el desarrollo de la carrera de Ingeniería Metalúrgica Universidad de Moa, a los Ingenieros del Grupo de Tecnología de la empresa ACINOX-Las Tunas por facilitar la realización de este trabajo.

Profesor:

Dr.C. José Israel Rodríguez Domínguez.

A mis amigos:

Israel Serrano Ramirez

Wilexis Rodrigues Lambert.

Yatnier Rodriguez Reyes.

Maikel Addiel Acosta Macias.

Felix Alberto Bonachea Santana.

Degnier Barroso.

Yunier Viguera Hernandez.

A todos mis compañeros de aula.....

A todos ustedes ¡muchas gracias!

# Pensamiento



El futuro de nuestra Patria, tiene que ser necesariamente un futuro de hombres de ciencia, tiene que ser un futuro de hombres de pensamiento, porque precisamente es lo que estamos sembrando: oportunidades a la inteligencia.

Fidel Castro Ruz

# Dedicatoria

A mis padres,

Por sembrar en mí la meta de  
adquirir conocimientos como  
principal tesoro en la vida.

## Resumen

El presente trabajo, realizado en la Empresa de Aceros Inoxidables Las Tunas (ACINOX), lleva por título, “Evaluación de las Causas y Condiciones que Propician la Formación de Sopladuras en el Producto Final en la Empresa ACINOX-Tunas y el impacto de la industria en el medioambiente”, constituye un Objetivo de Trabajo de la empresa en el Taller General de Acería, por la alta influencia que tiene en la calidad del producto final. Dando respuesta a este problema se utilizaron varias Técnicas Estadísticas como el Diagrama de Pareto, donde determinamos las principales no conformidades, defecto Sopladura que afecta la calidad del producto final. Con la utilización del Diagrama Causa y Efecto se determinaron las principales causas que dan lugar al surgimiento del defecto sopladura y poder tomar los Planes de Acciones correspondientes par las diferentes causas; permitiendo la utilización de varias Propuestas Tecnológicas como son:

- ✓ Aumento de la Intensificación con Oxígeno de la carga metálica con la realización del “Proyecto de Inversión de Aumento de Capacidad de Almacenaje de la Planta de Oxígeno”.
- ✓ Utilización de Prereducidos en la carga metálica del Horno de Arco Eléctrico para el Control del Nitrógeno en el acero.
- ✓ Tecnología de Insuflado con Nitrógeno.
- ✓ Inversión de Modernización de la Máquina de Vaciado Continuo.

Con la aplicación de las Mejoras Tecnológicas y Proyectos de Inversiones se da respuesta a la eliminación de las no conformidades por el defecto sopladura. El trabajo constituye una herramienta para la determinación de las no conformidades que surjan en el producto final.

## **Astract**

The present graduate “**Study of the Causes and Conditions that Propitiate the Formation of Sopladuras in the Final Product in the Empresa ACINOX-Tunas**”, it constitutes a Objective of Work of the company in the General Shop of Acería, for the discharge it influences that she/he has in the quality of the final product. To give answer to this problem we use several Statistical Techniques as the Diagram of Pareto, where we determine the main non conformities that were affecting the quality of the final product, the Sable in first instance and the sopladura in second place of incidence. With it uses it of the Diagram it Causes-Effect is determined the main causes that give place to the emergence of the defect sopladura and power to take the even Plans of corresponding Actions the different causes; allowing us to use several Technological Proposals as they are:

- ✓ I increase of the Escalation with Oxygen of the metallic load with the realization of the Project of Investment of Increase of Capacity of Storage of the Plant of Oxygen."
- ✓ Use of Iron directed Reduction in the metallic load of the Oven of Electric Arch for the Control of the Nitrogen in the steel.
- ✓ Technology of Flow with Nitrogen.
- ✓ Investment of Modernization of the Machine of Continuous Casting.

With the application of the Technological Improvements and Projects of Investments we give answer the elimination of the non conformities for the defect sopladura. The work also constitutes a tool for the determination of the non conformities that they arise in the final product.

<b>INDICE</b>	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCION</b> .....	1
<b>CAPITULO 1 CALIDAD DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL ACERO</b> .....	6
1.1 Evolución histórica del proceso de elaboración de aceros.....	8
1.2 Proceso de elaboración de aceros con Horno de Arco Eléctrico .....	13
1.3 Tendencias del Acero en Cuba .....	14
1.4 La Gestión de la Calidad. Técnicas estadísticas en el proceso Siderurgia .....	16
1.5 La industria su impacto en el medioambiente .....	26
<b>CAPITULO 2 DETERMINACION DEL DEFECTO SOPLADURA EN EL PRODUCTO FINAL EN ACIONOX - LAS TUNAS. IMPACTO DE LA INDUSTRIA EN EL MEDIOAMBIENTE.</b> .....	30
2.1 Evaluación para la determinación de las causas y condiciones que propician la formación de sopladuras.....	30
2.2 Conformación de la evaluación de las causas y condiciones que propician los defectos en el producto final.....	31
2.2.1 Diagnóstico de la Entidad .....	31
2.2.2 Proyección Organizativa.....	33
2.2.3 Validación de las causas y condiciones que propician las sopladuras .....	34
<b>CAPITULO 3 VALIDAR EVALUACION DEL DEFECTO SOPLADURAS EN EL PRODUCTO FINAL EN ACIONOX- LAS TUNAS. IMPACTO DE LA INDUSTRIA EN EL MEDIOAMBIENTE</b>	35
3.1 Diagnostico Empresarial.....	35
3.2 Diagrama Causa – Efecto .....	48
3.3 Analizar y Discutir el Diagrama Causa – Efecto .....	50
3.4 Valoración Económica .....	76
3.5 Relación Entidad-Comunidad-Medio Ambiente	77
<b>CONCLUSIONES</b> .....	81
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	82
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	83
<b>ANEXOS</b> .....	84

## **INTRODUCCION**

La globalización de los mercados y los mecanismos regionales de integración plantean nuevos y fuertes desafíos competitivos a todas las organizaciones y están creando permanentemente nuevas condiciones para competir. La clave para alcanzar estos nuevos niveles de competitividad radica en la modernización de la tecnología la formación del personal y el desarrollo de nuevas formas de organización y gestión de los procesos productivos.

El nuevo enfoque de la calidad brinda un sistema de gestión que asegura que las organizaciones satisfagan los requerimientos de los clientes y a su vez hagan uso racional de los recursos asegurando su máxima productividad. Así mismo permita desarrollar en la organización una fuerte ventaja comparativa como es la cultura del mejoramiento continuo con un impacto positivo en la satisfacción del cliente y del personal y un incremento de la productividad.

Actualmente se puede asegurar que los métodos de calidad están siendo el pilar sobre el cual se apoya toda empresa para garantizar su futuro. La presión va en cascada y su fuerza es inevitable. Quienes no este en proceso de normalizar sus empresas, implantar un sistema de calidad y obtener la certificación no tiene futuro.

Las ventajas competitivas que puede brindar el medio ambiente se establecen con una clara equivalencia con el debate habido en los años 80 sobre los beneficios de la gestión de la calidad. Años antes surgió el concepto de calidad total ahora se habla también de la gestión medioambiental de la calidad, aunque en el corto plazo la empresa tenga que hacer frente a mayores inversiones y a un posible incremento de costos operativos, en el medio y largo plazo se consigue una mayor rentabilidad.

La premisa de la que se debe partir es de que suele ser mas rentable, a largo plazo, evitar la generación del impacto medioambiental en su fuente a través de la mejora tecnológica económicamente disponible que trata de corregir o minimizarlo después de generarlo, es preferible rediseñar productos, procesos y la estructura funcional de la organización que implantar filtros de gases, depuradoras de aguas residuales o descontaminar suelos.

En Cuba las organizaciones cuenta con una estrategia que sobre la base del rumbo trazado en el v Congreso del partido, toma en consideración las circunstancias internacionales y la situación concreta del país en cada momento. Todos estos cambios enmarcan la proyección de las transformaciones de las que debe ser objeto el sistema de dirección empresarial. La complejidad e imperativos de las circunstancias de hoy obliga a ir dando pasos encaminados

a elevar la eficiencia como requisito de primer orden, y a la vez. Ajustando la recuperación económica sobre bases nuevas, acordes a las tendencias externas, que posibilita asegurar ventajas competitivas y sostenibles de las empresas.

La necesidad de revisar y perfeccionar todo el sistema de dirección ha constituido durante todo este periodo, una preocupación de la dirección del gobierno y el partido, lo que se recoge en la resolución económica aprobada en el v congreso del partido, que en el ASPEC relacionado con la política económica en la fase de recuperación de la economía cubana, plantea dentro de los aspectos a profundizar: “El empleo de técnicas modernas de dirección empresarial, adecuadas a las características y basadas en las mejoras y mas avanzadas practicas contemporáneas, así como el amplio uso de todas las posibilidades de las tecnologías y servicios de información y las telecomunicaciones, deben construir prioridad del país a los fines de garantizar la mayor eficiencia en la gestión y los procesos productivos <sup>1</sup>

La calidad como conductora a la innovación tecnológica y la actividad de la gestión tecnológica, a el asociado, se convierte en un elemento esencial de la dirección empresarial, el sistema de la calidad asegura la competitividad del producto final es por ellos que este trabajo investigativo se realiza en la Empresa de Aceros Inoxidable de Las Tunas donde la indisciplina tecnológica en el proceso productivo trayendo consigo la no conformidad en el producto final en la industria objeto de estudio por los clientes donde su misión, formula aspectos que están indisolublemente asociados al cumplimiento de normas y regulaciones medioambientales, ya que se proponen la producción de productos y semiproductos de aceros, con niveles de calidad competitivos internacionalmente; y no existe forma de alcanzar niveles de calidad competitiva si no se tiene como premisa la obtención de productos ecológicamente sostenibles.

Acinox Las Tunas, tiene una amplia trayectoria de investigaciones realizadas y trabajos encaminados a mejorar o contrarrestar los impactos de su proceso productivo, que de hecho es bastante agresivo, para el medio ambiente, ya que en este proceso son empleados recursos naturales que de una forma u otra contaminan el medio ambiente. Deficiencias con la recogida de basuras en las instalaciones, dificultades con el tratamiento de los desechos de la producción, emanaciones constantes de polvos y gases tóxicos a la atmósfera, derrames y salideros en los tanques de combustible, alto nivel de ruido, las altas temperaturas en sus talleres o el agotamiento de los propios recursos naturales incorporados al producto, son algunos de los problemas más evidentes que presenta actualmente la entidad.

Por todo lo expuesto anteriormente se decide realizar el trabajo que tiene como **Tema, Evaluación de las Causas y Condiciones que Propician la formación de Sopladuras en el Producto final en la Empresa ACINOX- Las Tunas y el impacto de la Industria en el Medioambiente** basado en el **Problema** latente en la Empresa la no conformidad en el proceso productivo del acero por la formación de sopladuras en el producto final limitando la eficiencia de la organización.

Determinando el problema existente, surge la necesidad de examinar vías y métodos para lograr una adecuada tecnología por lo que el presente trabajo, se establece como **Objetivo** la formación de Sopladuras en el Proceso Productivo del Acero, teniendo como **Objetivo General** evaluación de las posibles causas que influyan en la presencia de Sopladura en el Producto Final de ACINOX Las Tunas y su **Campo de Acción es la** Presencia de sopladuras en el producto final.

Para la realización del trabajo se identifican los siguientes **Objetivos Específicos:**

- Realizar el análisis de las principales consideraciones teóricas sobre la calidad del proceso productivo del acero y sus impactos medioambientales
- Diagnosticar la situación relacionada con la formación de sopladuras en el producto final y los impactos medioambiental de la industria.
- Evaluar las causas y condiciones que propician las formación de sopladuras mediante herramientas estadísticas.
- Validar los métodos estadísticos para demostrar mediante el diagrama de causa y efecto los planes de acción para la mitigación de la formación de las sopladuras.

A partir de la determinación del problema y para darle cumplimiento al objetivo propuesto se asume la siguiente hipótesis: **“Si se realiza una evaluación sobre disminución de formación de sopladuras en el Producto Final entonces se contribuirá a la disminución de las no conformidades y se tendrá una mayor eficiencia en la organización”**.

Para el cumplimiento de estos objetivos se trazaron las siguientes **tareas de investigación:**

1. Exploración bibliográfica para establecer el posicionamiento teórico metodológico del trabajo.
2. Elaboración del diagnóstico de las principales causas que propician las sopladuras así como el impacto medioambiental que genera la industria en su proceso productivo en su entorno social.
3. Identificar las causas y efectos que propician las sopladuras en el producto final.

4 . Realizar los planes de acciones por los diferentes agregados del proceso productivo así como las mejoras tecnológicas en el proceso tecnológico para la mitigación del problema.

Las habilidades trazadas en el trabajo para la revisión de la documentación tuvieron su soporte en una amplia exploración a la bibliografía especializada en el tema, así como búsquedas en Internet, manifestando que el tema del trabajo resulta de gran importancia, pues se encuentran límites en cuanto a la determinación de las causas que propician sopladuras en industrias de la tecnológica instalada como la de objeto de estudio para reflejar los esfuerzos de las organizaciones hacia la mejora en el producto final y para suministrar información a los directivos para la toma de decisiones.

Fueron utilizados, los **métodos** siguientes:

El método lógico – histórico, el lógico en tanto indica la regularidad, la tendencia de desarrollo del objeto de estudio, dadas por su necesidad interna. El método histórico reproduce la historia, la evolución del tema hacia una conciencia del estado actual del problema. El mismo fue empleado en la elaboración del marco teórico, posibilitando conocer cómo se ha tratado la temática del medio ambiente a escala nacional e internacional, así como las acciones llevadas a cabo (normas, regulaciones, etc.).

El método analítico - sintético consiste en el estudio del proceso, a partir de la descomposición en factores, partiendo siempre de la identificación del factor fundamental, capaz de generar acciones conducentes a un resultado superior y a la integración del objeto de estudio como un todo. Se empleó para el estudio del tema, al determinar las posibles vías de solución y la identificación de la evaluación de las causas y condiciones de la formación del defecto sopladura y el impacto de la industria en el medioambiente en los capítulos dos y tres, como alternativa para la integración de las cuentas medio ambientales.

El método inductivo – deductivo permite un razonamiento que contribuye a establecer las regularidades metodológicas necesarias para llevar a cabo el diseño del referido procedimiento.

Otros métodos empleados fueron: la investigación – acción – participación que permite conjugar la simultaneidad del proceso de conocer y transformar mediante la participación activa de especialistas, técnicos e investigador.

La investigación aporta técnicas para la evaluación de las causas y condiciones que propician las sopladuras en el producto final en Acinox Tunas y el impacto de la industria en

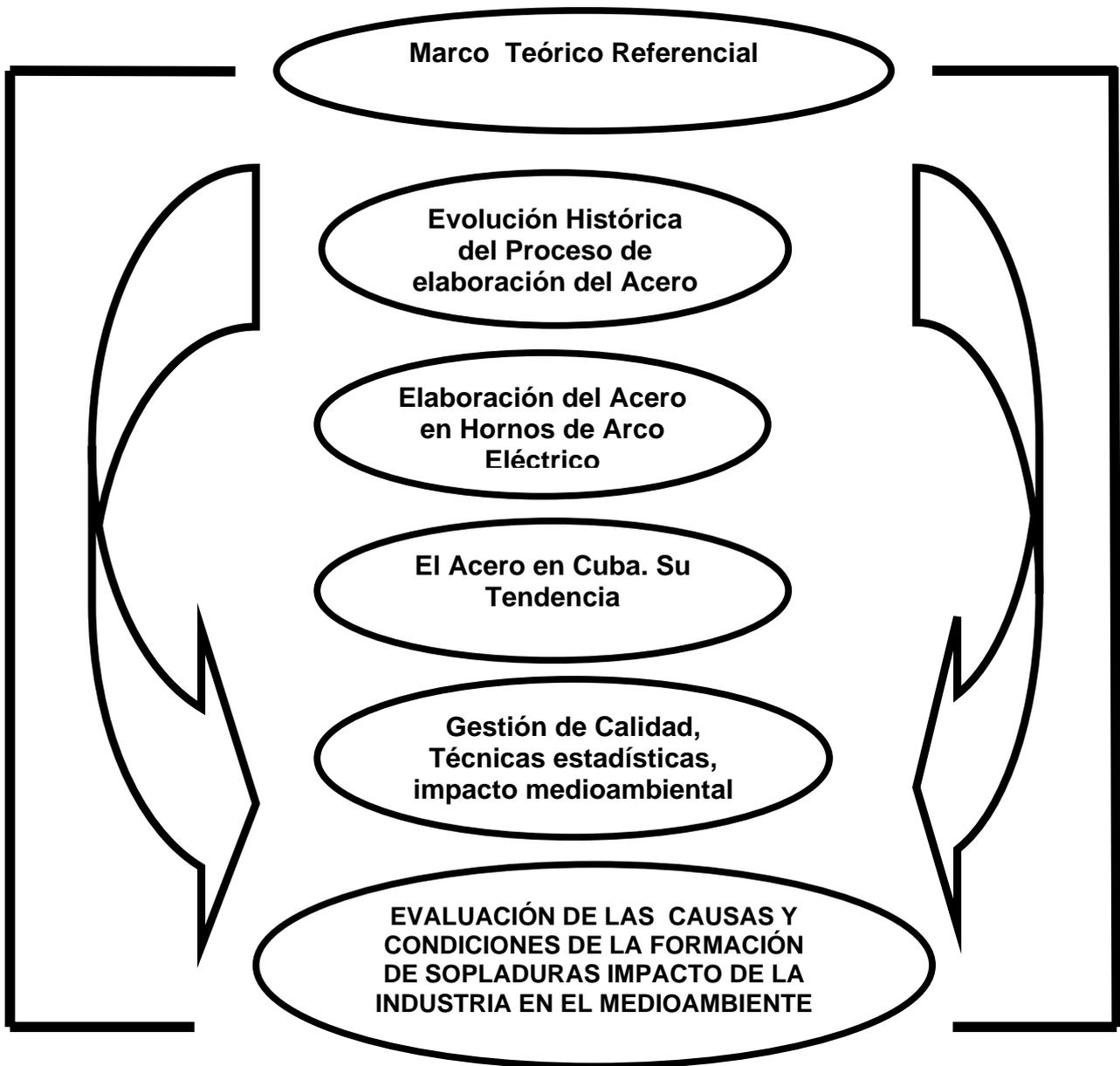
el medioambiente, para la toma de decisiones para el correcto empleo de mejores prácticas tecnológicas. La evaluación propuesta en el trabajo es aplicable a otra entidad del sector.

La investigación está organizada de la forma siguiente: Introducción, tres Capítulos, Conclusiones, Recomendaciones, Bibliografía y Anexos.

## **CAPITULO 1 CALIDAD DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL ACERO.**

Las habilidades trazadas en la investigación permitieron la realización del marco teórico referencial, el cual se expresa mediante el flujo del hilo conductor que se muestra en la Figura 1.1. El mismo nos sirve de base para formar los cimientos teóricos prácticos de las etapas investigativas, que respaldan los resultados obtenidos, así como su valor práctico para la evaluación del estudio de las causas y condiciones que propician la formación de sopladuras en el producto final en la empresa ACINOX – Tunas

El marco teórico de la investigación refleja la valoración del autor de las principales definiciones, conceptos, mecanismos y estilos más significativos del tema, con el objetivo de aplicarlo de forma creativa y eficiente en las organizaciones empresariales de la Siderurgia.



**Figura 1.1 Hilo conductor del Marco Teórico Referencial**

**Fuente:** Elaboración propia

### **1.1 Evolución histórica del proceso de elaboración de aceros.**

Los metales y las aleaciones son ampliamente empleados en la industria y en la construcción. Se clasifican en dos grupos principales: Materiales Ferrosos<sup>1</sup> y No Ferrosos<sup>2</sup>. Uno de los materiales de fabricación y construcción más versátil, más adaptable y más

<sup>1</sup> Metales y Aleaciones que contienen hierro como su ingrediente principal

<sup>2</sup> Materiales que no contienen hierro. Incluyen aluminio, magnesio, zinc, cobre, plomo y otros elementos metálicos

ampliamente usado es el ACERO. A un precio relativamente bajo, el acero combina la resistencia y la posibilidad de ser trabajado, lo que se presta para fabricaciones mediante muchos métodos. Además, sus propiedades pueden ser manejadas de acuerdo a las necesidades específicas mediante tratamientos con calor, trabajo mecánico, o mediante aleaciones.

El acero es la aleación de hierro y carbono, donde el carbono no supera el 2,1% en peso de la composición de la aleación, alcanzando normalmente porcentajes entre el 0,2% y el 0,3%. Por la variedad y por la disponibilidad de sus dos elementos primordiales en la naturaleza facilitando su producción en cantidades industriales, los aceros son las aleaciones más utilizadas en la construcción de maquinarias, herramientas, edificios y obras públicas, habiendo contribuido al alto nivel de desarrollo tecnológico de las sociedades industrializadas.

Aunque no se tienen datos precisos de la fecha en la que se descubrió la técnica de fundir mineral de hierro para producir un metal susceptible de ser utilizado, los primeros utensilios de este metal descubiertos por los arqueólogos en Egipto datan del año 3000 a.C. También se sabe que antes de esa época se empleaban adornos de hierro. El acero era conocido en la antigüedad, y quizá pudo haber sido producido por el método de *boomery*<sup>3</sup> para que su producto, una masa porosa de hierro (*bloom*) contuviese carbón.

La China antigua bajo la dinastía Han, entre el 202 a.C. y el 220 d.C., creó acero al derretir hierro forjado junto con hierro fundido, obteniendo así el mejor producto de carbón intermedio, el acero, en torno al siglo I a.C. Junto con sus métodos originales de forjar acero, los chinos también adoptaron los métodos de producción para la creación de acero wootz, producido en India y en Sri Lanka desde aproximadamente el año 300 a.C. Este temprano método utilizaba un horno de viento, soplado por los monzones. También conocido como acero Damasco, el acero wootz es famoso por su durabilidad y capacidad de mantener un filo. Originalmente fue creado de un número diferente de materiales, incluyendo trazas de otros elementos en concentraciones menores a 1000 partes por millón o 0,1% de la composición de la roca. Era esencialmente una complicada aleación con hierro como su principal componente. Estudios recientes han sugerido que en su estructura se incluían nanotubos de carbono, lo que quizás explique algunas de sus cualidades legendarias; aunque teniendo en cuenta la tecnología disponible en ese momento fueron probablemente producidos más por casualidad que por diseño.

---

<sup>3</sup> fundición de hierro y sus óxidos en una chimenea de piedra u otros materiales naturales resistentes al calor, y en el cual se sopla aire.

El acero crucible, basado en distintas técnicas de producir aleaciones de acero empleando calor lento y enfriando hierro puro y carbón, fue producido en Merv entre el siglo IX y el siglo X.

El hierro para uso industrial fue descubierto hacia el año 1500 a.C., en Medzamor, cerca de Erevan, capital de Armenia. La tecnología del hierro se mantuvo mucho tiempo en secreto, difundiéndose extensamente hacia el año 1200 a.C. Los artesanos del hierro aprendieron a fabricar acero calentando hierro forjado y carbón vegetal en recipientes de arcilla durante varios días, con lo que el hierro absorbía suficiente carbono para convertirse en acero auténtico. Las características conferidas por la templabilidad no consta que fueran conocidas hasta la Edad Media, y hasta el año 1740 no se produjo lo que hoy día se denomina acero.

Los métodos antiguos para la fabricación del acero consistían en obtener hierro dulce en el horno, con carbón vegetal y tiro de aire. Una posterior expulsión de las escorias por martilleo y carburación del hierro dulce para cementarlo. Las aleaciones producidas por los primeros artesanos del hierro (y, de hecho, todas las aleaciones de hierro fabricadas hasta el siglo XIV d.C.) se clasificarían en la actualidad como hierro forjado. Aprendieron a fabricar acero calentando hierro forjado y carbón vegetal en recipientes de arcilla durante varios días, con lo que el hierro absorbía suficiente carbono para convertirse en acero auténtico.

Después del siglo XIV se aumentó el tamaño de los hornos utilizados para la fundición y se incrementó el tiro para forzar el paso de los gases de combustión por la carga o mezcla de materias primas. En estos hornos de mayor tamaño el mineral de hierro de la parte superior del horno se reducía a hierro metálico y a continuación absorbía más carbono como resultado de los gases que lo atravesaban. El producto de estos hornos era el llamado arrabio, una aleación que funde a una temperatura menor que el acero o el hierro forjado. El arrabio se refinaba después para fabricar acero.

Luego se perfeccionó la cementación fundiendo el acero cementado en crisoles de arcilla y en Sheffield (Inglaterra) se obtuvieron, a partir de 1740, aceros de crisol. Fue Benjamin Huntsman el que desarrolló un procedimiento para fundir hierro forjado con carbono, obteniendo de esta forma el primer acero conocido.

El proceso de refinado del arrabio mediante chorros de aire se debe al inventor británico Henry Bessemer, que en 1855 desarrolló el horno o convertidor que lleva su nombre. Esto hizo posible la fabricación de acero en grandes cantidades, pero su procedimiento ha caído en desuso, porque solo podía utilizar hierro que contuviese fósforo y azufre en pequeñas proporciones. En 1857, William Siemens ideó otro procedimiento de fabricación industrial del acero, que es el que ha perdurado hasta la actualidad: descarburación de la fundición de

hierro dulce y óxido de hierro. Siemens había experimentado en 1878 con la electricidad para calentar los hornos de acero, pero fue el metalúrgico francés Paul Héroult, quien inició en 1902 la producción comercial del acero en hornos eléctricos, método que consistía en introducir en el horno chatarra de acero de composición conocida haciendo saltar un arco eléctrico entre la chatarra y unos grandes electrodos de carbono situados en el techo del horno.

Tras la segunda guerra mundial se iniciaron experimentos en varios países con oxígeno puro en lugar de aire para los procesos de refinado del acero. El éxito se logró en Austria en 1948, cuando una fábrica de acero situada cerca de la ciudad de Linz, Donawitz desarrolló el proceso del oxígeno básico o L-D. En 1950 se inventa el proceso de colada continua que se usa cuando se requiere producir perfiles laminados de acero de sección constante y en grandes cantidades. El proceso consiste en colocar un molde con la forma que se requiere debajo de un crisol, el que con una válvula puede ir dosificando material fundido al molde. Por gravedad el material fundido pasa por el molde, el que está enfriado por un sistema de agua, al pasar el material fundido por el molde frío se convierte en pastoso y adquiere la forma del molde. Posteriormente el material es conformado con una serie de rodillos que al mismo tiempo lo arrastran hacia la parte exterior del sistema. Una vez conformado el material con la forma necesaria y con la longitud adecuada el material se corta y almacena. Se utilizan algunos metales y metaloides en forma de ferroaleaciones, que, unidos al acero, le proporcionan excelentes cualidades de dureza y resistencia.

Se puede sintetizar que la tecnología de producción de aceros ha seguido un tránsito evolutivo a partir de los hornos utilizados (Microsoft, 2008d):

- Hornos artesanales de pequeño tamaño: (hasta el siglo XIV d.C.). Usados para producir aleaciones a partir del calentamiento de una masa de mineral de hierro y carbón vegetal.
- Altos Hornos: (posteriores al siglo XIV d.c.). Hornos de mayor tamaño donde el mineral de hierro de la parte superior se reduce a hierro metálico y absorbe más carbono como resultado de los gases que lo atraviesan. Se obtiene arrabio<sup>4</sup>, el cual se refina para fabricar acero. Los altos hornos modernos funcionan en combinación con hornos básicos de oxígeno, y a veces con hornos de crisol abierto, más antiguos, como parte de una única planta siderúrgica. En esas plantas, los hornos siderúrgicos se cargan con arrabio. El metal fundido procedente de diversos altos hornos puede mezclarse en una gran

---

<sup>4</sup> aleación que funde a una temperatura menor que el acero o el hierro forjado.

cuchara antes de convertirlo en acero con el fin de minimizar el efecto de posibles irregularidades de alguno de los hornos.

- Hornos Bessemer: (1855). Emplea un horno de gran altura en forma de pera, que podía inclinarse en sentido lateral para la carga y el vertido. Al hacer pasar grandes cantidades de aire a través del metal fundido, el oxígeno del aire se combinaba químicamente con las impurezas y las eliminaba. En el proceso básico de oxígeno, el acero también se refina en un horno en forma de pera que se puede inclinar en sentido lateral. Sin embargo, el aire se sustituye por un chorro de oxígeno casi puro a alta presión. Cuando el horno se ha cargado y colocado en posición vertical, se hace descender en su interior una lanza de oxígeno. A continuación se inyectan en el horno miles de metros cúbicos de oxígeno a velocidades supersónicas. El oxígeno se combina con el carbono y otros elementos no deseados e inicia una reacción de agitación que quema con rapidez las impurezas del arrabio y lo transforma en acero.
- Hornos de Crisol Abierto: (1950). Funcionan a altas temperaturas gracias al precalentado regenerativo del combustible gaseoso y el aire empleados para la combustión. En el precalentado regenerativo los gases que escapan del horno se hacen pasar por una serie de cámaras llenas de ladrillos, a los que ceden la mayor parte de su calor. A continuación se invierte el flujo a través del horno, y el combustible y el aire pasan a través de las cámaras y son calentados por los ladrillos. Desde el punto de vista químico, se reduce por oxidación el contenido de carbono de la carga y eliminar impurezas como silicio, fósforo, manganeso y azufre, que se combinan con la caliza y forman la escoria. Estas reacciones tienen lugar mientras el metal del horno se encuentra a la temperatura de fusión, y el horno se mantiene entre 1.550 y 1.650 °C durante varias horas hasta que el metal fundido tenga el contenido de carbono deseado. Cuando el contenido en carbono de la fundición alcanza el nivel deseado, se sangra el horno a través de un orificio situado en la parte trasera. El acero fundido fluye por un canal corto hasta una gran cuchara situada a ras de suelo, por debajo del horno. Desde la cuchara se vierte el acero en moldes de hierro colado para formar lingotes. Recientemente se han puesto en práctica métodos para procesar el acero de forma continua sin tener que pasar por el proceso de fabricación de lingotes.
- Hornos de Arco Eléctrico: (1902) En algunos hornos el calor para fundir y refinar el acero procede de la electricidad y no de la combustión de gas. Como las condiciones de refinado de estos hornos se pueden regular más estrictamente que las de los hornos de crisol abierto o los hornos básicos de oxígeno, los hornos eléctricos son sobre todo útiles

para producir acero inoxidable y aceros aleados que deben ser fabricados según unas especificaciones muy exigentes. El refinado se produce en una cámara hermética, donde la temperatura y otras condiciones se controlan de forma rigurosa mediante dispositivos automáticos. En las primeras fases de este proceso de refinado se inyecta oxígeno de alta pureza a través de una lanza, lo que aumenta la temperatura del horno y disminuye el tiempo necesario para producir el acero. La cantidad de oxígeno que entra en el horno puede regularse con precisión en todo momento, lo que evita reacciones de oxidación no deseadas.

## **1.2 Proceso de elaboración de aceros con Horno de Arco Eléctrico.**

La fabricación del acero en horno eléctrico se basa en la fusión de las chatarras por medio de una corriente eléctrica, y al afino posterior del baño fundido. El horno eléctrico consiste en un gran recipiente cilíndrico de chapa gruesa (15 a 30 mm de espesor) forrado de material refractario que forma la solera y alberga el baño de acero líquido y escoria. El resto del horno está formado por paneles refrigerados por agua. La bóveda es desplazable para permitir la carga de la chatarra a través de unas cestas adecuadas.

La bóveda está dotada de una serie de orificios por los que se introducen los electrodos, generalmente tres, que son gruesas barras de grafito de hasta 700 mm de diámetro. Los electrodos se desplazan de forma que se puede regular su distancia a la carga a medida que se van consumiendo. Los electrodos están conectados a un transformador que proporciona unas condiciones de voltaje e intensidad adecuadas para hacer saltar el arco, con intensidad variable, en función de la fase de operación del horno. Otro orificio practicado en la bóveda permite la captación de los gases de combustión, que son depurados convenientemente para evitar contaminar la atmósfera. El horno va montado sobre una estructura oscilante que le permite bascular para proceder al sangrado de la escoria y el vaciado del baño.

El proceso de fabricación se divide básicamente en dos fases: la fase de fusión y la fase de afino.

- Fase de fusión: Una vez introducida la chatarra en el horno y los agentes reactivos y escorificantes (principalmente cal) se desplaza la bóveda hasta cerrar el horno y se bajan los electrodos hasta la distancia apropiada, haciéndose saltar el arco hasta fundir completamente los materiales cargados. El proceso se repite hasta completar la capacidad del horno, constituyendo este acero una colada.
- Fase de afino: El afino se lleva a cabo en dos etapas. La primera en el propio horno y la segunda en un horno cuchara. En el primer afino se analiza la composición del baño fundido y se procede a la eliminación de impurezas y elementos indeseables (silicio,

manganeso, fósforo, etc.) y realizar un primer ajuste de la composición química por medio de la adición de ferroaleaciones que contienen los elementos necesarios (cromo, níquel, molibdeno, vanadio o titanio). El acero obtenido se vacía en una cuchara de colada, revestida de material refractario, que hace la función de cuba de un segundo horno de afino en el que termina de ajustarse la composición del acero y de dársele la temperatura adecuada para la siguiente fase en el proceso de fabricación.

- La colada continua: Finalizado el afino, la cuchara de colada se lleva hasta la artesa receptora de la colada continua donde vacía su contenido en una artesa receptora dispuesta al efecto. La colada continua es un procedimiento siderúrgico en el que el acero se vierte directamente en un molde de fondo desplazable, cuya sección transversal tiene la forma geométrica del semiproducto que se desea fabricar; en este caso la palanquilla. La artesa receptora tiene un orificio de fondo, o buza, por el que distribuye el acero líquido en varias líneas de colada, cada una de las cuales dispone de su lingotera o molde, generalmente de cobre y paredes huecas para permitir su refrigeración con agua, que sirve para dar forma al producto. Durante el proceso la lingotera se mueve alternativamente hacia arriba y hacia abajo, con el fin de despegar la costra sólida que se va formando durante el enfriamiento. Posteriormente se aplica un sistema de enfriamiento controlado por medio de duchas de agua fría primero, y al aire después, cortándose el semiproducto en las longitudes deseadas mediante sopletes que se desplazan durante el corte. En todo momento el semiproducto se encuentra en movimiento continuo gracias a los rodillos de arrastre dispuestos a lo largo de todo el sistema.

Finalmente, se identifican todas las palanquillas con el número de referencia de la colada a la que pertenecen, como parte del sistema implantado para determinar la trazabilidad del producto, vigilándose la cuadratura de su sección, la sanidad interna, la ausencia de defectos externos y la longitud obtenida.

### **1.3 Tendencias del Acero en Cuba**

El Ministerio de la Industria Sideromecánica (SIME) es el encargado de dirigir, ejecutar y controlar la política del Gobierno y el Estado cubanos en cuanto a las actividades de las industrias Siderúrgica, Mecánica y del Reciclaje. Desde su fundación (1974) el SIME ha tenido una línea vertical de desarrollo gracias a un plan inversionista bien estructurado dirigido hacia la producción de: equipos automotores, ferroviarios, maquinaria agrícola, siderurgia, equipos para la construcción, máquinas herramientas, equipos médicos y muebles clínicos, suministros para la industria hotelera, entre otros. Actualmente este

Ministerio cuenta con: 12 Grupos Industriales, 218 Empresas, siete Centros de Investigación y Desarrollo (I+D), cuatro Empresas Mixtas, cinco Asociaciones Económicas en Cuba y nueve Organizaciones en el exterior.

Dentro de los Grupos Industriales de este Ministerio, se encuentra el Grupo ACINOX, que surge a comienzo de la década de 1990, con el objetivo de fomentar las exportaciones de las producciones de la industria siderúrgica nacional y garantizar los mercados para la compra de sus principales materias primas, materiales, equipos, piezas de repuesto y otros insumos.

Miembros del Grupo ACINOX, existen dos acerías cubana fundamentales:

- Antillana de Acero (Ciudad de la Habana)

Antillana de Acero fue la última de las tres fábricas que se instalaron en el poblado del Cotorro en la década de 1949-1959. Nació como propiedad privada de capitalistas nacionales, asesorados por técnicos norteamericanos. Un año después, en 1960, la Revolución nacionalizó las grandes empresas y a la industria del Cotorro, se le nombra: Empresa Siderúrgica José Martí. A partir de 2003, y con el objetivo de disminuir el costo de producción del acero y ser más competitivos en el mercado, la gran empresa fue objeto de una reestructuración que la llevó a multiplicarse en seis empresas con un Comité de Coordinación, subordinados todos al Grupo Metalúrgico Acinox, perteneciente al Ministerio de la Industria Sideromecánica. Una de esas seis empresas es la Antillana de Acero (Empresa Siderúrgica José Martí), conformada por las unidades básicas de Fundición y Laminación. En la primera, se obtiene el acero a partir de chatarra, siendo la palanquilla de Aceros al Carbono<sup>5</sup> su producto final, y en la segunda se producen perfiles laminados a partir de la palanquilla, siendo el producto final barras corrugadas, redondos lisos, cuadrados, planchuelas, angulares, alambrón. Ha sido modernizada en varias ocasiones, la más reciente con la instalación de un moderno Horno de Arco Eléctrico que permitirá duplicar la capacidad de producción del metal líquido para obtener palanquillas y perfiles laminados. Posee hasta un nivel dos de automatización en algunos agregados (como la última inversión antes señalada) pero mayormente hasta un nivel uno.

- ACINOX (Tunas)

Fundada en 1992 bajo la asesoría de la firma italiana DANIEL spa. Su producción básica es palanquillas y planchones. Está diseñada para producir más de 150 000 toneladas tanto de Acero al Carbono como Inoxidable<sup>6</sup>. Constituye el eslabón más fuerte de la cadena de desarrollo siderúrgico en el país, vinculado con el uso del níquel cubano, considerando que

---

<sup>5</sup> contienen diversas cantidades de carbono y menos del 1,65% de manganeso, el 0,60% de silicio y el 0,60% de cobre.

<sup>6</sup> contienen cromo, níquel y otros elementos de aleación, que los mantienen brillantes y oxidación.

se posee aproximadamente la tercera parte de las reservas mundiales de este recurso. Posee dos instalaciones básicas: la miniacera constituida por varios agregados con un alto nivel de automatización, prácticamente todo el proceso es controlado por autómatas programables y un laminador, que se encarga de obtener las barras corrugadas y lisas a partir de semiproductos entregados por la miniacera.

#### **1.4 La Gestión de la Calidad. Técnicas estadísticas en el proceso siderúrgico.**

La **Calidad** es herramienta básica para una propiedad inherente de cualquier cosa que permite que esta sea comparada con cualquier otra de su misma especie. La **palabra calidad** tiene múltiples significados. Es un conjunto de propiedades inherentes a un objeto que le confieren capacidad para satisfacer necesidades implícitas o explícitas. La calidad de un producto o servicio es la percepción que el cliente tiene del mismo, es una fijación mental del consumidor que asume conformidad con dicho producto o servicio y la capacidad del mismo para satisfacer sus necesidades. Por tanto, debe definirse en el contexto que se esté considerando.

Para conducir y operar una organización en forma exitosa se requiere que ésta se dirija y controle en forma sistemática y transparente. Se puede lograr el éxito implementando y manteniendo un sistema de gestión que esté diseñado para mejorar continuamente su desempeño mediante la consideración de las necesidades de todas las partes interesadas. La gestión de una organización comprende la gestión de la calidad entre otras disciplinas de gestión.

La gestión de la calidad se identifica en ocho principios utilizado por la alta dirección para conducir a la organización hacia su mejora en el desempeño.

- a) **Enfoque al cliente:** Las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto deberían comprender las necesidades actuales y futuras de los clientes, satisfacer los requisitos de los clientes y esforzarse en exceder las expectativas de los clientes.
- b) **Liderazgo:** Los líderes establecen la unidad de propósito y la orientación de la organización. Ellos deberían crear y mantener un ambiente interno, en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente en el logro de los objetivos de la organización.
- c) **Participación del personal:** El personal, a todos los niveles, es la esencia de una organización, y su total compromiso posibilita que sus habilidades sean usadas para el beneficio de la organización.
- d) **Enfoque basado en procesos:** Un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso.

- e) **Enfoque de sistema para la gestión:** Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficacia y eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos.
- f) **Mejora continua:** La mejora continua del desempeño global de la organización debería ser un objetivo permanente de ésta.
- g) **Enfoque basado en hechos para la toma de decisión:** Las decisiones eficaces se basan en el análisis de los datos y la información.
- h) **Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor:** Una organización y sus proveedores son interdependientes, y una relación mutuamente beneficiosa aumenta la capacidad de ambos para crear valor.

Estos principios de gestión de la calidad constituyen la base de las normas de sistemas de gestión de la calidad de la familia de Normas ISO 9000.

Los sistemas de gestión de la calidad pueden ayudar a las organizaciones a aumentar la satisfacción de sus clientes. Los clientes necesitan productos con características que satisfagan sus necesidades y expectativas. Estas necesidades y expectativas se expresan en la especificación del producto y generalmente se denominan requisitos del cliente. Los requisitos del cliente pueden estar especificados por el cliente de forma contractual o pueden ser determinados por la propia organización. En cualquier caso, es finalmente el cliente quien determina la aceptabilidad del producto. Dado que las necesidades y expectativas de los clientes son cambiantes y debido a las presiones competitivas y a los avances técnicos, las organizaciones deben mejorar continuamente sus productos y procesos.

El enfoque a través de un sistema de gestión de la calidad anima a las organizaciones a analizar los requisitos del cliente, definir los procesos que contribuyen al logro de productos aceptables para el cliente y a mantener estos procesos bajo control. Un sistema de gestión de la calidad puede proporcionar el marco de referencia para la mejora continua con objeto de incrementar la probabilidad de aumentar la satisfacción del cliente y de otras partes interesadas. Proporciona confianza tanto a la organización como a sus clientes, de su capacidad para proporcionar productos que satisfagan los requisitos de forma coherente.

Los requisitos para los sistemas de gestión de la calidad son genéricos y aplicables a organizaciones de cualquier sector económico e industrial con independencia de la categoría del producto ofrecido.

Un enfoque para desarrollar e implementar un sistema de gestión de la calidad comprende diferentes etapas tales como:

- a) determinar las necesidades y expectativas de los clientes y de otras partes interesadas;

- b) establecer la política y objetivos de la calidad de la organización;
- c) determinar los procesos y las responsabilidades necesarias para el logro de los objetivos de la calidad;
- d) determinar y proporcionar los recursos necesarios para el logro de los objetivos de la calidad;
- e) establecer los métodos para medir la eficacia y eficiencia de cada proceso;
- f) aplicar estas medidas para determinar la eficacia y eficiencia de cada proceso;
- g) determinar los medios para prevenir no conformidades y eliminar sus causas;
- h) establecer y aplicar un proceso para la mejora continua del sistema de gestión de la calidad.

Este enfoque también puede aplicarse para mantener y mejorar un sistema de gestión de la calidad ya existente. Una organización que adopte el enfoque anterior genera confianza en la capacidad de sus procesos y en la calidad de sus productos, y proporciona una base para la mejora continua. Esto puede conducir a un aumento de la satisfacción de los clientes y de otras partes interesadas y al éxito de la organización.

Cualquier actividad, o conjunto de actividades, que utiliza recursos para transformar elementos de entrada en resultados puede considerarse como un proceso.

Para que las organizaciones operen de manera eficaz, tienen que identificar y gestionar numerosos procesos interrelacionados y que interactúan. A menudo el resultado de un proceso constituye directamente el elemento de entrada del siguiente proceso. La identificación y gestión sistemática de los procesos empleados en la organización y en particular las interacciones entre tales procesos se conocen como "enfoque basado en procesos".

El Papel de la alta dirección dentro del sistema de gestión de la calidad se obtiene a través de su liderazgo y sus acciones, la alta dirección puede crear un ambiente en el que el personal se encuentre completamente involucrado y en el cual un sistema de gestión de la calidad puede operar eficazmente. Los principios de la gestión de la calidad pueden ser utilizados por la alta dirección como base de su papel, que consiste en:

- a) establecer y mantener la política de la calidad y los objetivos de la calidad de la organización;
- b) promover la política de la calidad y los objetivos de la calidad a través de la organización para aumentar la toma de conciencia, la motivación y la participación;
- a) asegurarse del enfoque hacia los requisitos del cliente en toda la organización;

- c) asegurarse de que se implementan los procesos apropiados para cumplir con los requisitos de los
- b) clientes y de otras partes interesadas y para alcanzar los objetivos de la calidad;
- d) asegurarse de que se ha establecido, implementado y mantenido un sistema de gestión de la calidad eficaz y eficiente para alcanzar los objetivos de la calidad;
- e) asegurarse de la disponibilidad de los recursos necesarios;
- f) revisar periódicamente el sistema de gestión de la calidad;
- g) decidir sobre las acciones en relación con la política y con los objetivos de la calidad;
- h) decidir sobre las acciones para la mejora del sistema de gestión de la calidad.
- c) asegurarse del enfoque hacia los requisitos del cliente en toda la organización;
- d) asegurarse de que se implementan los procesos apropiados para cumplir con los requisitos de los clientes y de otras partes interesadas y para alcanzar los objetivos de la calidad;
- e) asegurarse de que se ha establecido, implementado y mantenido un sistema de gestión de la calidad eficaz y eficiente para alcanzar los objetivos de la calidad;
- f) asegurarse de la disponibilidad de los recursos necesarios;
- g) revisar periódicamente el sistema de gestión de la calidad;
- h) decidir sobre las acciones en relación con la política y con los objetivos de la calidad;
- i) decidir sobre las acciones para la mejora del sistema de gestión de la calidad.

El uso de técnicas estadísticas puede ser de ayuda para comprender la variabilidad y ayudar por lo tanto a las organizaciones a resolver problemas y a mejorar su eficacia y eficiencia. Asimismo estas técnicas facilitan una mejor utilización de los datos disponibles para ayudar en la toma de decisiones.

La variabilidad puede observarse en el comportamiento y en los resultados de muchas actividades, incluso bajo condiciones de aparente estabilidad. Dicha variabilidad puede observarse en las características medibles de los productos y los procesos, y su existencia puede detectarse en las diferentes etapas del ciclo de vida de los productos, desde la investigación de mercado hasta el servicio al cliente y su disposición final.

Las técnicas estadísticas pueden ayudar a medir, describir, analizar, interpretar y hacer modelos de dicha variabilidad, incluso con una cantidad relativamente limitada de datos. El análisis estadístico de dichos datos puede ayudar a proporcionar un mejor entendimiento de la naturaleza, alcance y causas de la variabilidad, ayudando así a resolver e incluso prevenir los problemas que podrían derivarse de dicha variabilidad, y a promover la mejora continua.

En la antigüedad se inicio el control de la calidad como base para la inspección como vía fundamental de conocer las necesidades de regulación del mismo. Desde sus orígenes la inspección se realizaba al 100% de los productos pero con los incrementos de los volúmenes de producción este tipo de inspección se tornaba en ocasiones ineficaz desde el punto de vista económico y práctico.

Producir una pieza defectuosa que se deba desechar en medio del proceso productivo representa por un lado la pérdida de la inversión realizada en la pieza hasta que ha surgido el defecto, pero además provoca que hayamos de fabricar otra pieza para sustituirla y poder continuar con el proceso productivo, por lo que el coste total de la pieza defectuosa es por un lado la propia pieza mas los costos de reponerla.

Si disponemos una cierta cantidad de piezas del mismo tipo para si aparece una pieza defectuosa poder reemplazarla (sistema clásico de producción con stock de seguridad) los defectos tendrán el coste de la pieza defectuosa pero si miramos la organización en conjunto, el costo de mantener los stocks de seguridad para tal efecto habrá de sumarse.

Podemos concluir por lo tanto que si se pueden eliminar todos los defectos incrementamos en gran medida la productividad.

Las mejoras en la calidad pueden venir por dos vertientes: **En primer lugar** mediante un absoluto control de calidad efectuado fundamentalmente por la maquinaria utilizada y por los propios trabajadores de tal forma que garantice que ninguna pieza defectuosa vaya al proceso siguiente.

**La segunda vertiente** para actuar es en la mejora intrínseca de los procesos productivos incorporados o modificando tareas que permitan eliminar causas de defectos en la producción.

Desde la segunda década de este siglo se comenzó a trabajar en la construcción de técnicas estadísticas que permitieran reducir los tamaños de las muestras garantizando su confiabilidad. En los años 60 Japón emprende su carrera en el incremento incesante de la calidad, llevando el control de la calidad a todas las etapas del ciclo del producto, estableciendo relaciones confiables con los proveedores, Involucrando al personal en el logro de la calidad, Introduciendo sistemas de inspección automáticos con alta fiabilidad y bajos costos. Estos logros se han estado generalizando con el resto de los países desarrollados. Sin embargo nuestro país producto a que la mayoría de sus empresas no cuentan con una tecnología de avanzada sino más bien obsoleta, Se cuenta con proveedores único los que nos coloca en una situación de dependencia, los sistema de estimulación en muchos casos no son los óptimos originando que no se logre por parte de los obreros el grado de

involucramiento necesario para obtener una alta calidad. Debe establecer sistema de inspección del proceso como vía fundamental de inspección sean lo más efectivo y eficiente posible.

El Propósito final de todo sistema de inspección en los procesos es asegurar que los productos que llegan al cliente sean portadores de una calidad aceptable, para lo cual se recurre a dos vías fundamentales: la inspección de los productos al final del proceso con el objetivo de separar los buenos de los malos y la inspección con el fin de regular el proceso.

**La primera** constituye la última alternativa con que cuenta un productor para mantener una buena imagen frente a sus clientes, presentando como desventaja fundamental que no contribuye a la disminución de los costos por conceptos de producciones defectuosa, reproceso, etc, y sí al incremento de los costos totales por los gastos propios de la actividad de inspección.

Para lograr controlar el proceso el hombre debería recurrir ante todo a la verificación del comportamiento de las variables propias del proceso como vía más económica de garantizar la calidad de los productos a producir pero debido a que no siempre se conoce la relación directa entre las características del proceso y las del producto y aún conociéndola en ocasiones no existen formas ni medios para evaluar y regular el estado de las primeras este se ve obligado a recurrir la mayoría de las veces a la verificación o inspección de las características del producto como única forma de regulación del proceso.

La inspección tiene como objetivo asegurar que la calidad final del producto sea la especificada pues entonces todo sistema de inspección debe comenzar por conocer cuales son las características que debe contener el producto para que sea posible afirmar que el mismo presenta calidad, de aquí que el primer paso en el diseño del sistema sea obtener un listado de todas las características a evaluar, una vez que se cuenta con este listado surge la siguiente interrogante deben evaluarse todas las características o sólo algunas, si el proceso de inspección no contribuyera al incremento de los costos claro que sería conveniente verificarlas todas pero como esto no es posible existe la necesidad de establecer mecanismos de decantación de algunas características con el fin de disminuir los costos de inspección, surgiendo de esta forma el segundo paso en la planificación del sistema: " Establecer las características necesarias a evaluar".

La decantación de las características necesarias a mantener bajo inspección se realiza atendiendo a diferentes criterios entre los que se encuentran:

- Importancia de la característica: las características más importantes atendiendo al criterio del cliente deben ser las más controladas.

- Costos de las características: las características más costosas resultan más necesarias a ser controladas.
- Porcentaje histórico promedio: las características que tradicionalmente presenten un alto porcentaje de defectuosos son más necesarias de controlar que las que prácticamente no presenten defectos.

Estos son los criterios fundamentales planteados por diferentes autores entre los que se encuentran para decidir someter a inspección las características de calidad de un producto.

Una vez que se conocen las características necesarias a someter a inspección se hace imprescindible determinar que lugar del proceso resulta el más idóneo para realizar la inspección, partiendo siempre del criterio fundamental que esta se desarrollara lo más próxima al lugar que es generada.

La inspección de la producción de acero mediante el vaciado continuo se caracteriza por la división de los productos en lotes o coladas en las cuales sus unidades se enumeran de forma consecutiva. Una vez concluido el proceso de fabricación serán inspeccionadas para determinar su correspondencia con los requerimientos del cliente y poder emitir un criterio de calidad del lote. Para el cumplimiento de lo anterior se debe de realizar un plan de muestreo de aceptación según NC-ISO 2859-1:2003.

#### **Características de calidad a ser inspeccionadas.**

- Sección
- Longitud
- Diagonalidad
- Abombamiento
- Flecha
- Sable
- Interrupción de colada
- Incrustaciones de escorias ó metálicas
- Grietas superficiales
- Pérdidas por Sangrado
- Sopladuras
- Marcas mecánicas
- Depresiones longitudinales ó transversales

***La selección de la muestra es uno de los pasos más importante para realizar un buen análisis metalográfico y el objetivo principal que se persigue durante el muestreo es***

**obtener una probeta que sea lo más representativa posible del material que se estudia. En la selección de la muestra influyen factores como son: el propósito que se persiga en el estudio, el tamaño y la forma del objeto de estudio.**

**En dependencia del propósito del estudio el examen metalográfico se puede dividir en tres clasificaciones:**

**a) Estudio general o trabajos de rutinas: Las muestras se toman de los lugares donde se encuentran las mayores variaciones o de donde se espera que el material pueda cambiar.**

**b) Estudio de defectos: (generalmente defectos macroscópicos en el objeto de estudio), en este caso se debe escoger la muestra lo más próximo posible al área del defecto.**

**c) Trabajos investigativos: En estos casos la selección de la muestra está estrechamente relacionada con el objetivo que se persigue en el estudio, siendo este la vía fundamental para la realización de nuestro trabajo de Tesis. .**

*Para conocer los resultados de la calidad interna del producto terminado se realizan los ensayos metalográficos, tienen::*

- Un plan sistemático.
- Ensayos ocasionales.

El plan de ensayos sistemático previó la búsqueda de información general de la producción y su tendencia, así como la conformidad o no de los defectos internos con las especificaciones del cliente.

Como herramientas representativas para visualizar los análisis del acero a inspeccionar tenemos el Diagrama de Pareto el cual se caracteriza por:

**Simplicidad** Tanto la Tabla como el Diagrama no requieren ni cálculos complejos ni técnicas sofisticadas de representación gráfica.

**Impacto visual** El Diagrama comunica de forma clara, evidente y de un "vistazo", el resultado del análisis de comparación y priorización.

La herramienta es muy útil para la priorización de causas, identificación de Proyectos, así como la evaluación de la solución implantada, la misma esta muy fuertemente relacionada con gráficos de gestión.

El diagrama de Ishikawa, o Diagrama Causa - Efecto, es una herramienta que ayuda a identificar, clasificar y poner de manifiesto posibles causas, tanto de problemas específicos como de características de calidad. Ilustra gráficamente las relaciones existentes entre un resultado dado (efectos) y los factores (causas) que influyen en ese resultado.

**Ventajas.**

- Permite que el grupo se concentre en el contenido del problema, no en la historia del problema ni en los distintos intereses personales de los integrantes del equipo.
- Ayuda a determinar las causas principales de un problema, o las causas de las características de calidad, utilizando para ello un enfoque estructurado.
- Estimula la participación de los miembros del grupo de trabajo, permitiendo así aprovechar mejor el conocimiento que cada uno de ellos tiene sobre el proceso.
- Incrementa el grado de conocimiento sobre un proceso.

#### **Utilidades.**

- Identificar las causas - raíz, o causas principales, de un problema o efecto.
- Clasificar y relacionar las interacciones entre factores que están afectando al resultado de un proceso.

El DIAGRAMAS CAUSA-EFECTO, la elaboración del diagrama visual ayuda a procesar, organizar y priorizar nueva información, de manera que puedan integrarla significativamente a su base de conocimientos previos. Además, les permite identificar ideas erróneas y visualizar patrones e interrelaciones en la información, factores necesarios para la comprensión e interiorización profunda de los conceptos.

Los Diagramas Causa-Efecto ayudan a pensar sobre todas las causas reales y potenciales de un suceso o problema, y no solamente en las más obvias o simples. Además, son idóneos para motivar el análisis y la discusión grupal, de manera que cada equipo de investigadores pueda ampliar su comprensión del problema, visualizar las razones, motivos o factores principales y secundarios, identificar posibles soluciones, tomar decisiones y, organizar planes de acción.

#### **1.5 La industria su impacto en el medioambiente.**

La primera oleada verde surgió allá por principios de los 70, ha sido a partir de la segunda mitad de los 80 cuando la preocupación por el medioambiente se ha generalizado en la sociedad.

En la actual situación que tiene el mundo, donde unos pocos consumen mucho y la mayoría consume muy poco, por debajo de sus necesidades más perentorias, la aspiración de lograr el uso sostenible de los recursos naturales está en dependencia de las profundas transformaciones económicas y sociales, que serían las que posibiliten la distribución equitativa y la aplicación de políticas de conservación de estos recursos, teniendo en cuenta sus límites de regeneración y el equilibrio de los ecosistemas.

La incidencia en el mundo de los negocios por este movimiento ecologista social, ha experimentado en el entorno empresarial importantes cambios: desde la aparición de un consumidor ecológicamente responsable hasta el desarrollo de una estricta legislación medioambiental, pasando por trabajadores, inversionistas y vecinos que tienen en cuenta el comportamiento social y ecológico de la empresa. Se trata de un entorno que exige a la empresa el diseño de sus objetivos teniendo en cuenta una dimensión social y ecológica de la misma que complemente a su dimensión económica

El beneficio al medioambiente no supone necesariamente perjudicar a la empresa. El solapamiento de los objetivos ecológicos y económicos es mayor de lo que se podría creer en un principio.

Una mejor actuación medioambiental de la empresa puede llevar a una mejora de su competitividad, pues la empresa conseguirá maximizar sus objetivos financieros y el cliente consigue satisfacer sus necesidades a través del producto de la empresa, el medioambiente sale beneficiado a través de una minimización del impacto causado.

Esta mejora puede proceder, tanto desde el lado de la oferta (mejora de la productividad), desde la orientación hacia la demanda (determinación del producto)

#### **La mejora de la productividad como consecuencia de un posible ahorro de costos.**

- ✓ De forma analógica a la gestión de la calidad, las inversiones y los incrementos de costos derivados de adaptar los procesos y productos a criterios medioambientales los llamados costos de prevención.
- ✓ No se puede decir que invertir en prevención del impacto medioambiental son costos de calidad medioambientales puede compensar la existencia de unos costos de no calidad medioambiental (multas, sanciones, impuestos, costos de restauración del daño o de limpieza, etc.)

#### **La diferenciación del producto.**

- ✓ De igual forma que la calidad, la marca, el envase, los servicios añadidos, etc., son medios de diferenciación, los atributos ecológicos del producto o del envase o la imagen de empresa preocupada por el medioambiente puede constituirse como elemento para la diferenciación para un segmento de consumidores, los ecológicos, Ellos están dispuestos a referir, a igualdad de precio y calidad, una marca con atributos ecológicos frente a marcas competidoras o incluso, a pagar un sobreprecio por ella. El

medioambiente puede ser beneficioso para la organización mediante la creación de una imagen de empresa/ producto verde creada a través de la aplicación de una estrategia creíble que dé a conocer al mercado los esfuerzos realizados en la empresa en materia de protección medioambiental.

El aumento de los niveles de contaminación, la creciente cantidad de desechos, la salinización, la disminución en la producción provocada por la erosión, la degradación de la tierra y muchos otros males que azotan el entorno, han sido de gran preocupación para todas las personas que se han dado cuenta, que día a día los recursos que brinda la tierra se están agotando. Si se sigue por este camino de despilfarro, abuso e irracionalidad, muy pronto será demasiado tarde para remediar lo que se está haciendo al exceder los límites de esta fuente generadora de bienes naturales.

El sistema político de muchos países se ha hecho eco de esta preocupación, muestra de ello es la organización de eventos como la Cumbre de Río o la Firma del protocolo de Kyoto, incentivadores de un nuevo rumbo en la forma de tratar e interpretar el deterioro medioambiental del planeta. Cuba no ha quedado al margen, destacándose por su activa participación en estos eventos y aún cuando generalmente como resultado de estos solo ha quedado el intento y la buena voluntad, la política nacional sobre el tema se hace sentir cada vez con mayor fuerza.

Se ha venido contemplando e implementando en el sistema económico-político, la idea de la conservación de los recursos naturales, renovables y no renovables, debido a que los problemas medioambientales, se han ido infiltrando en la economía, alcanzando su máxima concreción en el concepto de desarrollo sostenible. Desde el punto de vista de la analítica económica, se trata de aceptar que el sistema económico es un subsistema perteneciente a otro más amplio, que es el natural.

Ello ha conllevado a la transformación de las posturas de la industria y el comercio hacia esta importante cuestión. Ha habido una evolución de la valoración empresarial hacia el medio ambiente; se ha transitado del desinterés o la actitud defensiva, hacia la aceptación y posteriormente se ha llegado al reconocimiento de la necesidad de un adecuado desempeño medio ambiental para enfrentar los retos de la competencia, las crecientes exigencias de los consumidores y garantizar el éxito futuro de la empresa u organización.

La información acerca del desempeño medio ambiental de las entidades podría estar disponible con un determinado alcance, pero quienes toman decisiones en las empresas,

como quienes lo hacen en el ámbito público, pocas veces son capaces de vincular la información medioambiental para la mitigación de los impactos medioambientales.

Es cada vez mayor el número de empresas grandes, medianas y pequeñas que han establecido o pretenden establecer una política medio ambiental acorde a los requerimientos de su actividad y a las expectativas de la sociedad. Para asegurar su cumplimiento y alcanzar los objetivos y metas medioambientales derivados de ella, se requiere la implantación de Sistemas de Gestión Medio Ambiental.

Las empresas cubanas, involucradas en un proceso de perfeccionamiento de su gestión, en el que la introducción de la dimensión medio ambiental no puede quedar al margen y urgidas de una inserción exitosa en los mercados foráneos, muestran hoy día un creciente interés por mejorar su desempeño medio ambiental, dar a conocer sus logros y obtener a corto o mediano plazo, un reconocimiento a su positivo accionar con relación al entorno que las rodea. Es por ello que se han de establecer políticas medio ambientales acordes a los requerimientos de su actividad y a las expectativas de la sociedad.

Luego de realizado los análisis de las cuestiones esenciales para abordar la temática y cumplir con el objetivo propuesto en la investigación, se está en condiciones de presentar la táctica de evaluación para las causas y condiciones que propician la formación de sopladuras en el producto final en la empresa ACINOX Las Tunas y su impacto en el medioambiente.

## **CONCLUSIONES PARCIALES**

- El nexo entre la producción, calidad y la protección del medioambiente conlleva a una modificación de los objetivos empresariales y para la consecución de los mismos se hace necesario que las organizaciones asuman su propia responsabilidad sobre la calidad del producto no solo como una responsabilidad de los trabajadores, sino también como responsabilidad competitiva ante consumidores ecológicos.
- Para las empresas constituye un desafío muy grande avanzar simultáneamente hacia tres objetivos, el desarrollo económico, la calidad de su producción y la protección del medio ambiente, tal como exige el desarrollo sostenible.

## **CAPITULO 2 DETERMINACION DEL DEFECTO SOPLADURA EN EL PRODUCTO FINAL EN ACIONOX- LAS TUNAS. EL IMPACTO DE LA INDUSTRIA EN EL MEDIOAMBIENE**

En este capítulo se muestra, teniendo como antecedentes las variantes teóricas sobre el tema, referidas en el capítulo anterior, mediante el empleo de herramientas analíticas de gestión, para la evaluación de las causas y condiciones de la formación de sopladuras en el producto final así como el impacto de la industria en el medioambiente vinculándolo con el entorno social

Con enfoque estratégico, situacional y participativo fue tomado en cuenta el estado del arte en este campo del conocimiento, para que responda a la situación problemática planteada y las particularidades de la entidad.

En la investigación, se aprecia los siguientes elementos.

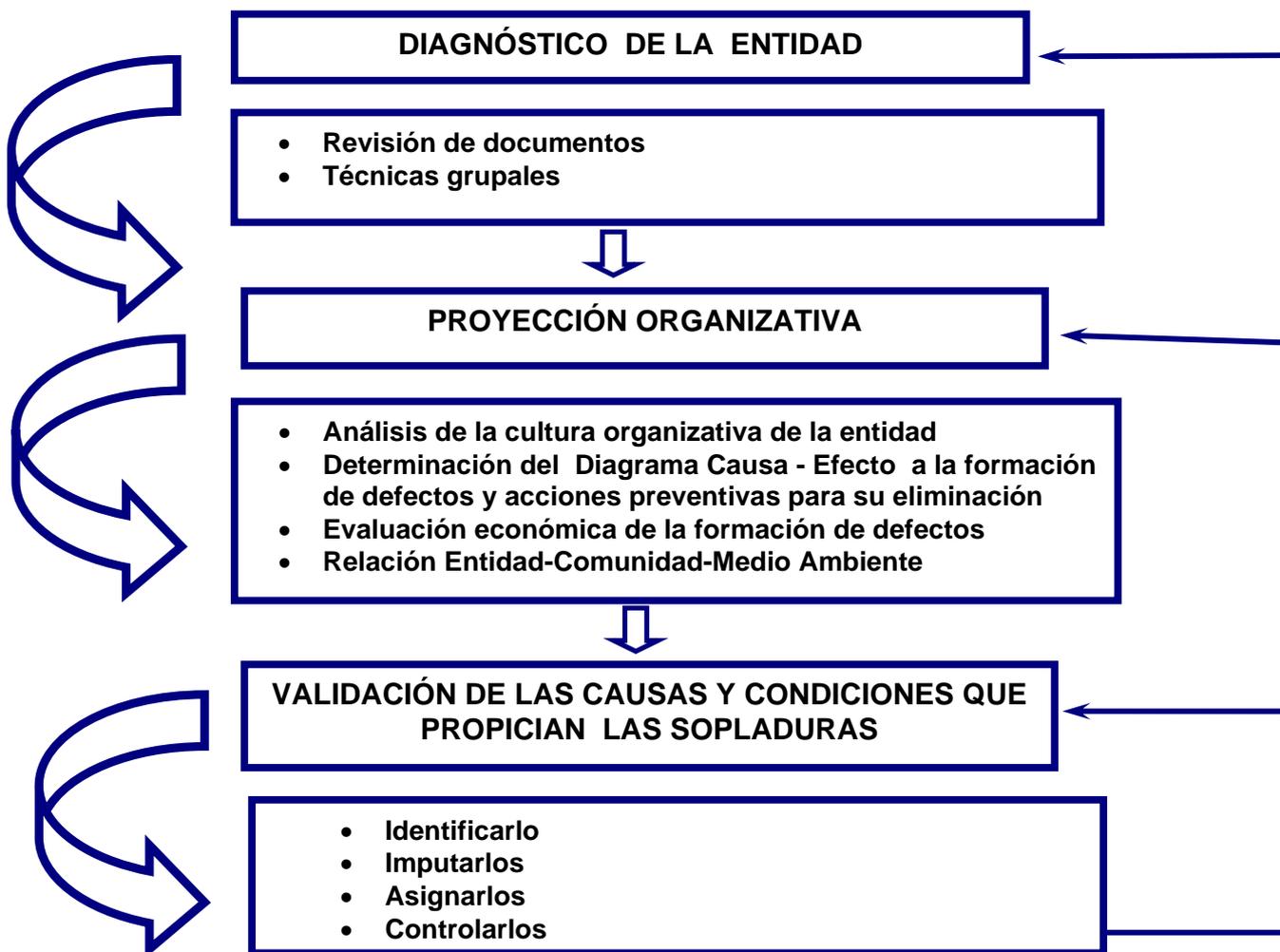
- Permitir una observación dinámica y la comprensión global de la organización.
- Centrarse en detectar cuáles son los problemas en el proceso productivo del acero a resolver por la entidad.
- Definir el desarrollar para la paliación de la formación de sopladura en el producto final.
- Arribar al conocimiento de las principales causas de los efectos observados en los indicadores seleccionados como punto de partida para ofrecer recomendaciones de mejoras.

### **2.1 EVALUACION PARA LA DETERMINACION DE LAS CAUSAS Y CONDICIONES QUE PROPICIAN LA FORMACION DE SOPLADURAS.**

La evaluación propuesta contempla las siguientes fases:

**Figura 2.1 Evaluación de las Causas y Condiciones de formación de Sopladuras.**

**Fuente: Elaboración propia**



## 2.2 Conformación de la evaluación de las causas y condiciones que propician los defectos en el producto final

A continuación se realiza una explicación detallada de los ciclos que integran el desarrollo de la evaluación, así como los aspectos a considerar.

### 2.2.1 Diagnóstico de la Entidad

Corresponde a la realización del diagnóstico de la entidad (Figura 2.1). El mismo permite conocer el estado actual de la misma, tanto de sus procesos internos como de las características del entorno en el cual se desempeña.

Primeramente se realizará una caracterización de la entidad, con el fin de conocer elementos claves como el objeto social, misión y visión de la organización, así como dominar de forma preliminar su estructura y las características de su proceso productivo. Se analizará el desempeño económico básico de la entidad, se tomarán en cuenta fundamentalmente los

resultados de ingresos y los principales indicadores de costos y gastos. También se Identificarán los principales problemas tecnológicos, productivo y medioambientales en los que incide la Empresa ACINOX-Las Tunas.

Para facilitar el diagnóstico se utilizarán diferentes técnicas de investigación:

1. Análisis de documentos
2. Técnicas grupales (tormentas de ideas)

A continuación se detallarán los aspectos a tener en cuenta en cada técnica y el objetivo que se persigue con cada una.

- ✓ **Análisis de documentos:** se revisará toda la información que resulte necesaria y de interés para la elaboración de la táctica de evaluación.

Se tomarán como fuentes documentos facilitados por la dirección de recursos humanos, contabilidad, auditoría interna, control y supervisión, Inversiones, control de la calidad, etc. Los mismos contienen información útil sobre el desempeño productivo tecnológico de la entidad. Por ejemplo, el expediente único permite corroborar la realización de auditorías medioambientales y de sistema de calidad, posibles deficiencias detectadas y plan de medidas a ejecutar; las actas e informes de la dirección, permiten apreciar el conocimiento, voluntad, interés y/o prioridad que otorga la dirección a la temática medioambiental y la satisfacción al cliente. Se podrán consultar estas y otras fuentes que resulten útiles a los fines del investigador.

- ✓ **Técnicas grupales (tormentas de ideas):** una vez identificados los principales conceptos establecidos en la táctica para la evaluación de las causas y condiciones que propician la formación de sopladuras en el producto final en la entidad objeto de estudio, se define un objetivo concreto, que debe ser alcanzado como resultado del análisis colectivo, en este caso, la identificación de los problemas que propician la formación de sopladuras así como el impacto medioambiental de la organización en el entorno, mediante una selección de datos a partir del criterio de especialistas de todas las áreas de la entidad.

## **2.2.2 Proyección Organizativa.**

En esta etapa es donde se define el desarrollo de la evaluación de las causas y condiciones que propician la formación de sopladuras en el producto final, donde se utilizara como herramienta de análisis la aplicando del diagrama de causa – efecto, poniendo de manifiesto

posibles causa, a problemas específicos y característicos de la calidad, se soporta dicho estudio de forma muy rápida en el diagrama de Pareto. Se hace una valoración económica de las pérdidas originadas por la aparición del defecto sopladura trayendo consigo la no conformidad limitando las exportaciones previstas en los planes productivos.

Conocer la situación actual en relación con el medioambiente en cada uno de los ámbitos de la organización que condicionaran a la mejora de actuación ambiental de la empresa, es necesario conocer la realidad de ACINOX- Las Tunas en cuanto a la relación que este mantiene con sus proveedores, procesos, talleres, clientes, la legislación, trabajadores y los vecinos de la comunidad. También se deben de realizar análisis de las diferentes áreas en los elementos de almacenamiento y manejo de materiales, mantenimiento y reparaciones del equipamiento y desechos de productos liberados al medioambiente, como emisiones fugitivas.

El autor considera que para completar dicho ciclo se le debe explicar al colectivo laboral que inciden directamente en el proceso técnico productivo, las ventaja y objetivo que ofrece la táctica para la evaluación de las causas y condiciones que propician la formación de sopladuras en el producto final, apoyándose para ello de ejemplos precisos que permita el conocimiento del mismo, logrando mediante la aplicación de la técnica de tormentas de ideas y bajo la dirección del personal calificado que no solo identifiquen sino que también evalúe los diferentes procesos y funciones que desarrolla la organización, contribuyendo así al comprometimiento de los trabajadores, tanto en la táctica como en su ejecución posterior para de esta forma darle a la organización ventajas económicas, técnicas, competitivas y ecológicas.

### **2.2.3 Validación de las causas y condiciones que propician a las sopladuras.**

Una vez concluido el proceso de proyección del desarrollo de la evaluación se deberá como primer paso comunicarle a los trabajadores y directivos los resultados obtenidos con el mismo y concluirá con la recopilación de los datos y la información a los miembros de la organización interesados en el argumento de la investigación para poner en conocimiento el nivel funcional de la evaluación de los defectos en el producto final de ACINOX- Las Tunas, así como las acciones remediadoras para atenuar los impactos medioambientales que genera dicha organización.

Después de haber analizado los temas que se desarrollaran para cumplir el objetivo propuesto en la investigación se esta en condiciones de validar la evaluación de las causas y

condiciones que propician la formación de sopladuras en el producto final en la empresa ACINOX Las Tunas y el impacto que genera la industria en el medioambiente.

### **CONCLUSIONES PARCIALES:**

- La evaluación propuesta parte del estado del arte actual y la situación problemática real existente en la industria, la misma contempla la sinergia necesaria con vista a lograr un nuevo estilo en la entidad y una nueva filosofía de mitigar la formación de sopladuras en el producto final.
- Se definen las formas de proceder para contribuir a la solución de los problemas que propician las sopladuras en el producto final y los impactos medioambiental que genera la industria en su entorno debido a su proceso productivo.
- De gran importancia se le concede a la validación del trabajo investigativo pues es aquí donde podemos demostrar las técnicas y métodos de análisis para remediar la formación del defecto sopladura en el producto final así como el trabajo de mitigación de los fenómenos medioambientales generados por la industria.

### **CAPITULO 3 VALIDAR EVALUACION DEL DEFECTO SOPLADURAS EN EL PRODUCTO FINAL EN ACIONOX- LAS TUNAS. IMPACTO DE LA INDUSTRIA EN EL MEDIOAMBIENTE**

En este capítulo se expone, teniendo como antecedentes las variantes teóricas sobre el tema y el desarrollo para la evaluación de defectos en el producto final referidas en los capítulos anteriores, mediante el empleo de herramientas analíticas, respondiendo a la situación problemática planteada por la organización

Después de haberse considerado los aspectos a analizar del fenómeno, se inició el diagnóstico con la caracterización de la instalación objeto de estudio, en el cual se obtuvieron los siguientes resultados:

#### **3.1 Diagnóstico de la Empresa.**

##### **Caracterización de la Organización Objeto de Estudio.**

La planta de Aceros Inoxidable de Las Tunas (ACINOX Tunas), integrada al grupo de la Siderurgia, subordinada al Ministerio de la Industria Sidero Mecánica, fue diseñada y suministrada por la firma italiana DANIELI S.A. Está dotada de las instalaciones necesarias para producir cualquier tipo de acero inoxidable, al carbono o aleados, a solicitud de los clientes, con niveles de calidad competitivos internacionalmente.

La planta está ubicada en una de las zonas industriales más importantes del país, a 4 Km. del centro de Las Tunas, ciudad de 125 mil habitantes y capital de la provincia Las Tunas, distante 700 Km. al este de Ciudad de La Habana. Su localización en la región oriental del país la sitúan en el entorno de las plantas niquelíferas; a 130 Km. de Nicaro y 280 Km. de Moa.

La producción fundamental de la Empresa es las fabricaciones de planchones y palanquillas de acero inoxidable y al carbono de calidad, obtenidas mediante colada continua en el Taller de la Acería, así como la fabricación de barras de diversos perfiles en el Taller de Laminación, cuyas producciones se destinan a la exportación y al consumo nacional.

La Empresa ACINOX LAS TUNAS está comprendida por diferentes plantas y talleres, en estrecha relación para lograr realizar los semiproductos y productos terminados concebidos desde su fundación.

## Objeto Social

El objeto empresarial es el documento rector único, que define las transacciones de carácter económico que la empresa está autorizada a realizar en el país. Por su extensión, se considera prudente incluirlo como anexo en la presente investigación. **(Anexo No. 1)**

## Misión

Asegurar mediante la oferta estable de productos y semiproductos de aceros especiales y al carbono de alta calidad y a precios competitivos: mantener y ampliar los aceros especiales al carbono en el mercado internacional, satisfacer a los clientes sus necesidades de aceros para la producción de laminados largos, refuerzo de hormigón y construcciones de la industria mecánica en el mercado nacional e internacional, lograr saltar los obstáculos cualitativos que impiden la producción de aceros inoxidables competitivamente en el plano internacional.

## Visión

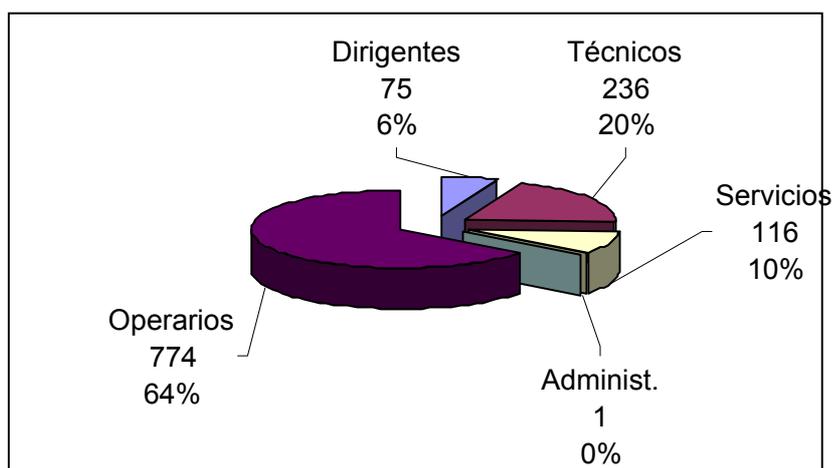
ACINOX-Tunas se ha posicionado firmemente en el Mercado Internacional de los aceros especiales al carbono, en el mercado nacional, centroamericano y caribeño de los aceros al carbono tradicionales. Es reconocida por su competitividad, estabilidad y seriedad en las entregas, así como por la calidad de sus productos.

La entidad cuenta con un total de 1202 trabajadores, de un elevado nivel profesional, altamente calificado y competente, con más de 10 años de experiencia en la producción de la más variada gama de productos del acero.

En la siguiente figura se muestra la composición de la fuerza laboral.

**Figura 3.3 Total de trabajadores por Categoría Ocupacional**

**Fuente: Departamento de Recursos Humanos**



## **Información general de la entidad y actividad que se realiza.**

### **Caracterización del Proceso Tecnológico en ACINOX-Tunas:**

#### **Sector de Aseguramiento:**

El Sector de Aseguramiento de la Producción comprende la nave de recepción de la chatarra y demás materiales para la elaboración y vaciado del acero. La chatarra es materia prima fundamental para la producción de aceros al carbono en ACINOX-Tunas y la misma se clasifica de acuerdo a su densidad en pesada, mediana y ligera, y de acuerdo a su tipo se clasificarse en chatarra de acero al carbono externa (carrocerías, vigas, hojalaterías, tubos, etc.; chatarra de hierro fundido (motores, masas de centrales, piezas fundidas de diferentes tipos, arrabio de altos hornos, etc.); chatarra al manganeso (esteras de tanques de guerra, tractores, etc.). Además existe la chatarra al carbono interna, que se genera dentro de nuestra empresa y se divide además en pesada (retortas, fondo de artesas y palastros del Laminador 200-T), mediana (palastros más pequeños y cabillas) y ligera (limallas del taller de maquinado).

La carga se realiza en cestas de 40 m<sup>3</sup> en carro porta cesta, cargando primeramente en el fondo de las mismas la chatarra ligera ó mediana para proteger del impacto al refractario del Horno Arco Eléctrico, seguidamente se carga la chatarra pesada y encima de esta la ligera o mediana, para que los electrodos a inicio de la fusión penetren formando un foso líquido para evitar partiduras por deslizamientos de chatarra pesada.

La nave tiene una capacidad 9000 t de capacidad operando dos grúas con electroimanes y pulpos, además de dos carros autopropulsados que cuentan con sistema de pesaje y que transportan la chatarra hacia el horno de arco eléctrico.

Las cestas son trasladadas a través del carro porta cesta hasta la Nave de Acería, donde con ayuda de la grúa de 100 t son izadas (cargada al Horno Arco Eléctrico).

#### **TALLER GENERAL DE ACERÍA:**

**En el Taller General de Acería se divide en los siguientes Sectores:**

➤ **Sector de Elaboración de Aceros.**

**Se divide en:**

- **Área del Horno de Arco Eléctrico**
- **Área del Horno de Arco Eléctrico**

➤ **Sector de Vaciado Continuo y Producto Terminado.**

#### **Datos Técnicos Generales del HAE:**

- Capacidad operativa----- 60 t.
- Diámetro de la cuba----- 5100 mm.
- Diámetro de los electrodos----- 500 mm.
- Diámetro de la circunferencia de los electrodos----- 1200 mm.
- Angulo máximo de escorificación----- 15°.
- Angulo máximo de vertido del acero----- 35°.
- Altura de levantamiento de la bóveda----- 350 mm.
- Altura de levantamiento de los electrodos----- 3900 mm.

Primeramente antes de comenzar el día productivo se preparan todas las condiciones para la arrancada del HAE, donde el proceso consta de las siguientes fases:

- Fusión de la Carga Metálica.
- Calentamiento del metal (Escoria Espumosa, Desfosforación y Afino Final).

### **Descripción del Proceso en el HAE:**

#### **Horno de Arco Eléctrico (HAE):**

#### **Consta de las siguientes Fases:**

- a) Fusión de la carga metálica (Intensificación con Oxígeno).
- b) Desfosforación.
- c) Calentamiento del acero, con ayuda de la escoria espumosa..
- d) Reducción.
- e) Vertido.

#### **a) Fusión de la Carga metálica:**

La carga metálica se realiza con ayuda de la grúa de 100t.

La fusión de la carga metálica se realiza en el siguiente orden:

- Carga 1ra. Cesta ----- 3 min.
- Fusión 1ra. Cesta al 80%----- 25 min.
- Carga 2ra. Cesta ----- 3 min.
- Fusión 2ra. Cesta al 80%----- 21 min.
- Carga 3ra. Cesta ----- 3 min.
- Fusión 3ra. Cesta al hasta el final----- 18 min.

Durante la fusión de las tres cestas se intensifica con oxígeno para acelerar el proceso de fusión de la chatarra.

Una vez que se vierte el acero del HAE a la cuchara, se le hace una inspección profiláctica, se carga la primera cesta, se cierra la bóveda y se conecta la corriente descendiendo los tres electrodos automáticamente y al encontrarse los mismos próximo al hacer contacto con la

chatarra se forma un corto circuito entre la chatarra y los electrodos, donde uno hace de cátodo y el otro de ánodo formándose una zona de altas temperaturas de hasta 5000 ° C, permitiendo la de la chatarra.

#### **b) Calentamiento del acero (Escoria espumosa + Defosforación + Vertido):**

- Inmediatamente después de terminar la fusión de la 3ra. Cesta, se aplica la **Tecnología de Escoria Espumosa**, inyectando oxígeno y carbono simultáneamente para inflar la escoria y aprovechar la mayor la energía suministrada por el arco eléctrico y al mismo tiempo se realiza la Defosforación del acero, ya que están creadas las condiciones para ello: relativamente baja temperatura (1500 a 1560 °C), alta concentración (FeO) y de (CaO) en la escoria. El proceso de Defosforación ocurre a través de la siguiente reacción:  $2[P] + 5(FeO) + 4(CaO) = (CaO)_4(P_2O_5) + 5Fe]$ .

La Defosforación está estrechamente relacionada con la aplicación de la Tecnología de Escoria Espumosa, ya que entre más eficiente sea la formación de escoria espumosa, más fácilmente se va a realizar el Desescoriado y por consiguiente la Defosforación. Al final del proceso s fuese necesario se realiza la Desulfuración del acero hasta los niveles permisibles al HC.

- A una temperatura del metal de 1620 a 1640 °C máx, sí la composición química y la temperatura se encuentra en los rangos exigidos para el HC, según la **Orden de Producción** para la marca de acero, que se este elaborando, se verte el metal a la cuchara a través de la piquera. Luego del vertido del acero a la cuchara se realiza la inspección profiláctica (alargamiento de los electrodos, reparación del refractario, etc.) del HAE para la nueva colada (10 min.).
- El tiempo de Tap-to-Tap del HAE será entonces de 100 min. Este tiempo puede ser mayor o menor a este valor en dependencia de la calidad de la chatarra, disponibilidad de oxígeno y de las interrupciones.
- Antes de verter el acero, debe encontrarse la cuchara posición vertido con el flujo de agitación de 200-250 L/min.; así como el revestimiento refractario con la temperatura requerida para evitar un choque térmico con el acero caliente con temperatura mayor a 1630 °C.

#### **Horno Cuchara (HC):**

##### **Datos Técnicos generales del HC:**

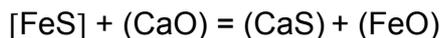
- Tipo----- LF 5060.
- Diámetro de los electrodos----- 300 mm.

- Carrera levantamiento de la bóveda----- 400 mm.
- Velocidad calentamiento del acero----- 3.5 °C/min.
- Capacidad Nominal del Transformador----- 20 MVA.
- Voltaje secundario----- 140-407 V.
- Corriente Secundaria----- 28.4 KA.

Después de realizado el vertido a la cuchara, se regula el flujo de agitación de gas inerte (N<sub>2</sub> ó Ar) y de acuerdo a la cantidad de escoria procedente del HAE se realiza el desescoriado ó no. El proceso de HC se realiza en el orden siguiente:

- Muestra de metal y temperatura. La muestra de metal se envía al Laboratorio para el análisis de la composición química.
- Conexión del horno e inicio del calentamiento del acero hasta alcanzar una temperatura de 15-20 °C mayor a la temperatura de envío a la Máquina de Vaciado Continuo.
- Formación de la nueva escoria con la adición de 300-350 kg de Cal.
- Con los resultados de composición química, se realiza el cálculo de las adiciones.
- Ajuste de la composición química de acuerdo al tipo de acero según Orden de Producción y adición de 200 kg de Cal.
- A los 5-10 min. de arco, se toma muestra de metal y si fuese necesario de temperatura.
- Con los resultados de la muestra de composición química, se realiza el cálculo de las adiciones. El ajuste de composición química se realizará tantas veces fuese necesario hasta alcanzar la composición química exigida por el Cliente. Adición de la cantidad de Cal necesaria según Programa de Cálculo para un valor Basicidad de aproximadamente 2.5.
- Una vez que el acero se encuentre en composición química, se alcanzara la temperatura de Desulfuración (1620-1640°C máx.), con un flujo de gas de agitación entre 1000-1200 L/min. y en dependencia del [%S] será el tiempo de Desulfuración.

La Desulfuración ocurre a través de la siguiente reacción:



Para que esta reacción sea efectiva tiene que cumplir las siguientes condiciones:

- a) Alta Temperatura: > 1620°C.
- b) Alta porcentaje (CaO) en la escoria (50-55%).
- c) Bajo porcentaje de (FeO) en la escoria

- Al terminar la Desulfuración se toma muestra de metal y temperatura y si el acero se encuentra en composición química, se homogeniza la temperatura, estando la colada lista para su envío a la Máquina de Vaciado Continuo.
- Adición de 200 kg de Ceniza de Paja de Arroz al espejo metálico para la protección del acero de los gases del ambiente.

### **Sector de Vaciado Continuo y Producto Terminado.**

#### **Datos Técnicos generales del IVC:**

#### **Características Técnicas de la Máquina de Vaciado Continuo:**

- Máquina CC----- 1TS 601.
- Número de líneas----- 2 palanquillas (TWIN), en una línea de planchones.
- Distancia al centro de la línea----- 1 200 mm.
- Tipo de proceso de Agitación----- M. EMS.
- Secciones de vaciado----- SQ 130 hasta SQ 160.
- Secciones para ser agitadas----- SQ 125 y SQ 160.
- Grados del acero----- Inoxidable, Austenítico, Ferrítico, acero para Herramientas, Tratamiento Térmico.
- Tipo de molde----- Curvilíneo, conicidad parabólica.
- Capacidad de la Artesa----- 12 t.

Al terminar el proceso de HC, se traslada la cuchara con acero a la IVC y se coloca en uno de los carros porta cuchara, que se posiciona encima de la Artesa de vaciado. Entre la Artesa y la cuchara se coloca al cubre chorro (tubo de refractario grafitado, por donde desciende el acero por gravedad protegido de los gases de la atmósfera. De la Artesa el acero pasa al molde ó cristizador donde ocurre el Enfriamiento Primario del acero. El vaciado se puede realizar en manual ó automático. El paso del acero de la artesa a los moldes se realiza a través de dos tubos de refractarios llamados Snorkells. En los moldes se cristaliza el acero hasta un 80-90%, solidificándose de las capas exteriores al centro de las palanquillas. El aceite o polvo de lubricación no permiten que se adhiera el acero a las paredes del molde.

Luego el metal (palanquillas) pasan a la duchas de agua ó Enfriamiento Secundario, donde termina la cristalización completa del acero. Del Enfriamiento Secundario las palanquillas pasan a la Unidad Extractora y con ayuda de la Unidad Extractora son conducidas hasta el camino de los rodillos, donde se encuentra el Carro de Corte, donde se pican en las dimensiones exigidas por el Cliente. Las palanquillas pasan a la mesa de evacuación ó Enfriamiento Terciario y de aquí se trasladan con ayuda de la grúa al nivel 0.0 donde termina el enfriamiento Terciario.

En el nivel 0.0 se inspeccionan visualmente para detectarles los defectos superficiales y si hay algún problema de composición química se sacan muestra y se verifica la estructura interna a través de fotografía (Bauman) para verificar el grado de limpieza interno del acero. También las palanquillas se miden y sí todos los parámetros (externos e internos) están en rangos, constituye una Producción Conforme para la exportación, de lo contrario puede ser Producción Pendiente de Inspección ó No Conforme.

Los perfiles ó secciones producidos (vaciados) en ACINOX-Tunas son:

- Palanquillas de sección de 130\*130\*130 mm.
- Palanquillas de sección de 140\*140\*140 mm.
- Palanquillas de sección de 160\*160\*160 mm.

La producción de ACINOX-Tunas tiene el siguiente uso:

- El 65-70% de la producción es para la exportación, por lo que la exigencia de calidad del producto final es alto..
- El 30-35% de la producción es para el Laminador 200-T que pertenece a nuestra Empresa.
- Aproximadamente el 3-5% de la producción es para la Siderurgia Antillana de acero que pertenece a nuestro Grupo Empresarial.

Estas producciones se laminan y de ellas se obtienen diferentes perfiles como cabillas, es decir, barras lisas y corrugadas de diferentes perfiles que oscilan desde 9 a 36 mm de diámetro. Además se obtiene alambrotos, etc.

### **Plantas Auxiliares:**

**Planta de Fraccionamiento de Aire:** Se producen los gases (oxígeno, nitrógeno y argón) que posteriormente se insuflan en el acero líquido (Ar y N<sub>2</sub>) en el proceso de Afino de HC para la homogenización de la temperatura y composición química y O<sub>2</sub> que se emplea fundamentalmente en la intensificación de la fusión de la carga metálica en el HAE.

**Planta de Tratamiento de Agua:** Destinada al tratamiento y posterior suministro del agua a las instalaciones industriales de enfriamiento de la Acería, contando para ello con descarbonatadores, desmineralizadores, bombas, tanques elevados y cisternas.

**Estación de Gas Licuado de Petróleo (LPG):** Permite el almacenamiento y suministro del LPG que combinado con el oxígeno garantiza el corte de las palanquillas óplanchones.

**Estación de Fuel Oil:** Destinada al almacenamiento y suministro del combustible para los quemadores que participan en el proceso, por ejemplo: los de las estaciones de calentamiento de la cuchara.

**Planta de Depuración de Humos:** Su función principal es garantizar el depurado de los humos generados en el proceso de fabricación del acero antes de ser expulsados a la atmósfera, cuenta con sistemas de filtros y equipos para la recolección del hollín.

**Planta de Oxido de Calcio:** Destinada a la producción de Óxido de Calcio, que posteriormente se añade al HAE y HC para formar la escoria y poder proteger al refractario de los mismos con una Basicidad óptima. Además de garantizar una buena Desfosforación en el HAE y Desulfuración en HC (Proceso de Afino).

### **Desempeño económico básico de la entidad**

A continuación se realiza una valoración del comportamiento de algunos indicadores representativos del desempeño de la entidad a partir del análisis de documentos, por actividades fundamentales. Los siguientes datos se obtuvieron del balance del trabajo del primer cuatrimestre de año 2009, proporcionados por la dirección del área económica de la empresa.

Las ventas totales, incluyendo las barras al sector financiado se cumplen al 48.3% y al 111.5%, con respecto al plan acumulado el incumplimiento se debe:

- **Exportaciones:** Se cumple al 86.6% en valores, causado por la entrega física, se incumple con 3,7 mt menos de palanquillas de acero al carbono, por otra parte los precios planificados están por encima del comportamiento que tienen en la actualidad de 315.94 cuc/t plan a 310.42 cuc/t un 2.5 %enos
- **Aporte otros presupuestos del propio organismo (Barra Financiada):** se incumple la entrega pues no se cumplen los niveles de producción previstos, estando el cumplimiento a un 90%, con 0,6 mt menos.

#### ➤ **Nivel de Actividad**

Los niveles productivos en ambos Talleres están al 92.2% en la Acería y al 88.5% en el Taller de Laminación, lo que ha provocado incumplimiento en las Ventas Totales físicas.

El incumplimiento se asocia a la baja productividad y a la falta de materias primas y materiales fundamentalmente Chatarra. En el caso del Laminador 200t existen 10 días de paradas para reparar el horno, las que estaban programada lo que afecto la venta de este producto.

El índice general de gastos por peso de ingreso cerró en \$ 1.07 contra \$ 0.92 planificado para el año. El índice general muestra sobregiros asociado a otros gastos en el mes y acumulado en el caso de mantenimiento, acumulado algunos de ellos relacionados con gastos directos, este deterioro esta incorporado a incumplimientos de los niveles productivos planificados y mantener el mismo valor de gastos fijos, vinculado también a sobre consumos por bajos ritmo productivo como el caso de mantenimiento.

**Capital de Trabajo Principal:** sobregiro por 10.5 M CUC debido a pagos de prestamos, no obstante se espera al cierre del año ajustarse a lo previsto ya que los pagos concluyen en octubre.

**Proveedores Intereses:** sobregiro por 1.6 M CUC está determinado por pagos por concepto de moras, específicamente a CUPET.

**Mantenimiento:** sobregiro por 136.2 M CUC, este es un indicador que por sus características refleja un comportamiento relativamente fijo de ejecución, manifestando una relación no directamente proporcional con los volúmenes productivos, garantizándose en primer orden las condiciones técnicas del equipamiento con un envejecimiento gradual. Por otra parte se incluyen 31,8 mcuc asociados a servicios prestados fundamentalmente a la Empresa de Materia Primas de Las Tunas en las naves de chatarra (Grúas). No obstante n el transcurso del año se espera llevar a los niveles planificados aunque contra esto atenta el envejecimiento gradual del equipamiento ya que no se aprueba las inversiones en este año con este fin.

**Alimentación:** refleja una sobre ejecución de 35.8 M CUC acumulado. Durante años la empresa viene sobregirándose en este indicador pues los precios ya no están acordes al per cápita planificado.

**Gastos Financieros (Sin Intereses Créditos):** presenta sobregiro acumulado por 121.0 M CUC, asociado a disminución de los ingresos, fundamentalmente de las exportaciones, por tasas de cambios de euros a M CUC, por este concepto se ha perdido 179.8 M CUC, no

obstante se generan ingresos financieros por descuentos comerciales que suman 236.2 M CUC

**Material de Limpieza:** sobregiro por 0.2 M CUC causado fundamentalmente por normas de higiene, en los próximos meses se ajustara.

### **Identificación de los principales problemas en la formación de sopladuras en el producto final en ACINOX-Las Tunas**

Para profundizar en el diagnóstico de la entidad se utilizó el análisis de documentos y dinámica de grupo.

Los resultados obtenidos se exponen a continuación:

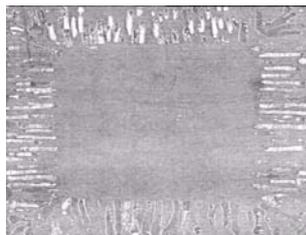
#### ➤ **Análisis de documentos**

Se analizó la preocupación y ocupación por parte de la dirección en cuanto a la temática de calidad del producto final y los impactos medioambiental en función de la gestión empresarial, mediante la revisión de actas del consejo de dirección y las carpetas de funciones de la instalación, así como la documentación existente en el área de ciencia y técnica.

Se determinaron las siguientes necesidades:

- Carencia de una metodología, de un programa o de procedimientos que permitan la realización de buenas prácticas tecnológicas.
- Falta de preparación de los trabajadores en los temas de instrucciones tecnológicas y acciones medioambientales.
- Carencia de un Sistema de Gestión Medio Ambiental Integrado al de Calidad

**El defecto** se representan en burbujas de forma ovaladas ( $H_2$ ) o tubulares ( $N_2$ ) que se encuentran en el interior del producto, próximo a la superficie y orientado según el eje de las dendritas de la zona basáltica. Algunas veces llegan a aflorar a la superficie.



**Figura 3.4 Defecto Sopladura**

La Sopladura en la Laminación provoca agujeros que pueden ser de diferentes tamaños y están ubicados al azar en toda la lámina.

La producción de acero al carbono e inoxidable se caracteriza por la división de los productos en lotes o coladas en las cuales sus unidades se enumeran de forma consecutiva. Una vez concluido el proceso de fabricación serán inspeccionadas para determinar su correspondencia con los requerimientos del cliente y poder emitir un criterio de calidad del lote. Para el cumplimiento de lo anterior se debe de realizar un plan de muestreo de aceptación según NC-ISO 2859-1:2003 "Procedimiento de muestreo para la inspección por atributos parte 1".

Teniendo en cuenta la Política Medioambiental del SIME, la estrategia debe estar dirigida a resolver los siguientes problemas.

- Deterioro de las condiciones medioambientales de la atmósfera.
- Contaminación de las aguas terrestres.
- Degradación de los suelos y deforestación.
- Pérdida de la diversidad biológica.

Los aspectos asociados a cada impacto medioambiental, o sea, que acción genera el impacto medioambiental.

**Contaminación acústica:** Generación de ruidos y vibraciones

**Afectaciones a la salud:** Generación de ruidos y vibraciones, emisión de polvos, consumo de combustibles gaseosos manufacturado, almacenamiento inadecuado de insumos, emisión de fluidos a elevadas temperaturas, emisión de polvos y gases, posibles derrames de gases, utilización de materiales radioactivo.

**Agotamiento de los recursos naturales:** Consumo de energía eléctrica, utilización de sílice, consumo de agua, consumo de combustible, consumo de caliza.

**Contaminación de aguas y suelo:** Generación y acumulación de residuales sólidos, posibles derrames por la manipulación de productos químicos, vertimiento de productos químicos peligrosos.

**Contaminación atmosférica:** Emisión de polvos y gases, consumo de combustibles gaseosos manufacturado, emisión de fluidos a elevadas temperaturas, posibles derrames de gases (Amoniaco, Freón, Co<sub>2</sub>, Azufre, Acido Clorhídrico y Sosa Cáustica).

**Contaminación visual:** Deterioro de la estética del medio.

**Afectación económica de la empresa:** Almacenamiento inadecuado de insumos.

**Deterioro de la calidad del producto:** Almacenamiento inadecuado de insumos.

**Recuperación de chatarra como proceso de reciclaje:** Reutilización de chatarra (Impacto positivo).

**Contaminación térmica:** Emisión de fluidos a elevadas temperaturas.

**Posibles afectaciones a la seguridad del trabajo y protección física de la empresa:**  
Deficiente iluminación

**Contaminación radioactiva:** Utilización de materiales radioactivo.

### **3.2 DIAGRAMAS CAUSA-EFECTO.**

La elaboración de diagramas visuales ayuda a procesar, organizar y priorizar nueva información, de manera que puedan integrarla significativamente a su base de conocimientos previos. Además, les permite identificar ideas erróneas y visualizar patrones e interrelaciones en la información, factores necesarios para la comprensión e interiorización profunda de los conceptos.

Los Diagramas Causa-Efecto ayudan a pensar sobre todas las causas reales y potenciales de un suceso o problema, y no solamente en las más obvias o simples. Además, son idóneos para motivar el análisis y la discusión grupal, de manera que cada equipo de trabajo pueda ampliar su comprensión del problema, visualizar las razones, motivos o factores principales y secundarios, identificar posibles soluciones, tomar decisiones y, organizar planes de acción.

El Diagrama Causa-Efecto es llamado usualmente Diagrama de "Ishikawa" porque fue creado por Kaoru Ishikawa, experto en dirección de empresas interesado en mejorar el control de la calidad; también es llamado "Diagrama Espina de Pescado" por que su forma es similar al esqueleto de un pez: Está compuesto por un recuadro (**cabeza**), una línea principal (**columna vertebral**), y 4 o más líneas que apuntan a la línea principal formando un ángulo aproximado de 70° (**espinas principales**). Estas últimas poseen a su vez dos o tres líneas inclinadas (**espinas**), y así sucesivamente (**espinas menores**), según sea necesario. Nota: En una de las ramas donde Kaoru Ishikawa aplico este Diagrama fue en la industria siderúrgica.

## COMO CONSTRUIR UN DIAGRAMA CAUSA-EFECTO

### IDENTIFICAR EL PROBLEMA:

Identifique y defina con exactitud el problema, fenómeno, evento o situación que se quiere analizar. Éste debe plantearse de manera específica y concreta para que el análisis de las causas se oriente correctamente y se eviten confusiones. Los Diagramas Causa-Efecto permiten analizar problemas o fenómenos propios de diversas áreas del conocimiento. Una vez el problema se delimite correctamente, debe escribirse con una frase corta y sencilla, en el recuadro principal o **cabeza del pescado**,

### IDENTIFICAR LAS PRINCIPALES CATEGORÍAS DENTRO DE LAS CUALES PUEDEN CLASIFICARSE LAS CAUSAS DEL PROBLEMA.

Para identificar categorías en un diagrama Causa-Efecto, es necesario definir los factores o agentes generales que dan origen a la situación, evento, fenómeno o problema que se quiere analizar y que hacen que se presente de una manera determinada. Se asume que todas las causas del problema que se identifiquen, pueden clasificarse dentro de una u otra categoría. Generalmente, la mejor estrategia para identificar la mayor cantidad de categorías posibles, es realizar una lluvia de ideas con los estudiantes o con el equipo de trabajo. Cada categoría que se identifique debe ubicarse independientemente en una de las **espinas principales** del pescado.

### IDENTIFICAR LAS CAUSAS

Mediante una lluvia de ideas y teniendo en cuenta las categorías encontradas, identifique las causas del problema. Éstas son por lo regular, aspectos específicos de cada una de las categorías que, al estar presentes de una u otra manera, generan el problema.

Las causas que se identifiquen se deben ubicar en las **espinas**, que confluyen en las espinas principales del pescado. Si una o más de las causas identificadas son muy complejas, ésta puede descomponerse en subcausas. Éstas últimas se ubican en nuevas espinas, **espinas menores**, que a su vez confluyen en la **espina** correspondiente de la causa principal.

También puede ocurrir que al realizar la lluvia de ideas resulte una causa del problema que no pueda clasificarse en ninguna de las categorías previamente identificadas. En este caso, es necesario generar una nueva categorías identificar otras posibles causas del problema relacionadas con ésta, después, de acuerdo con ellas, se determinan las posibles causas; en la segunda, se establecen las causas y después se crean las categorías dentro de las que

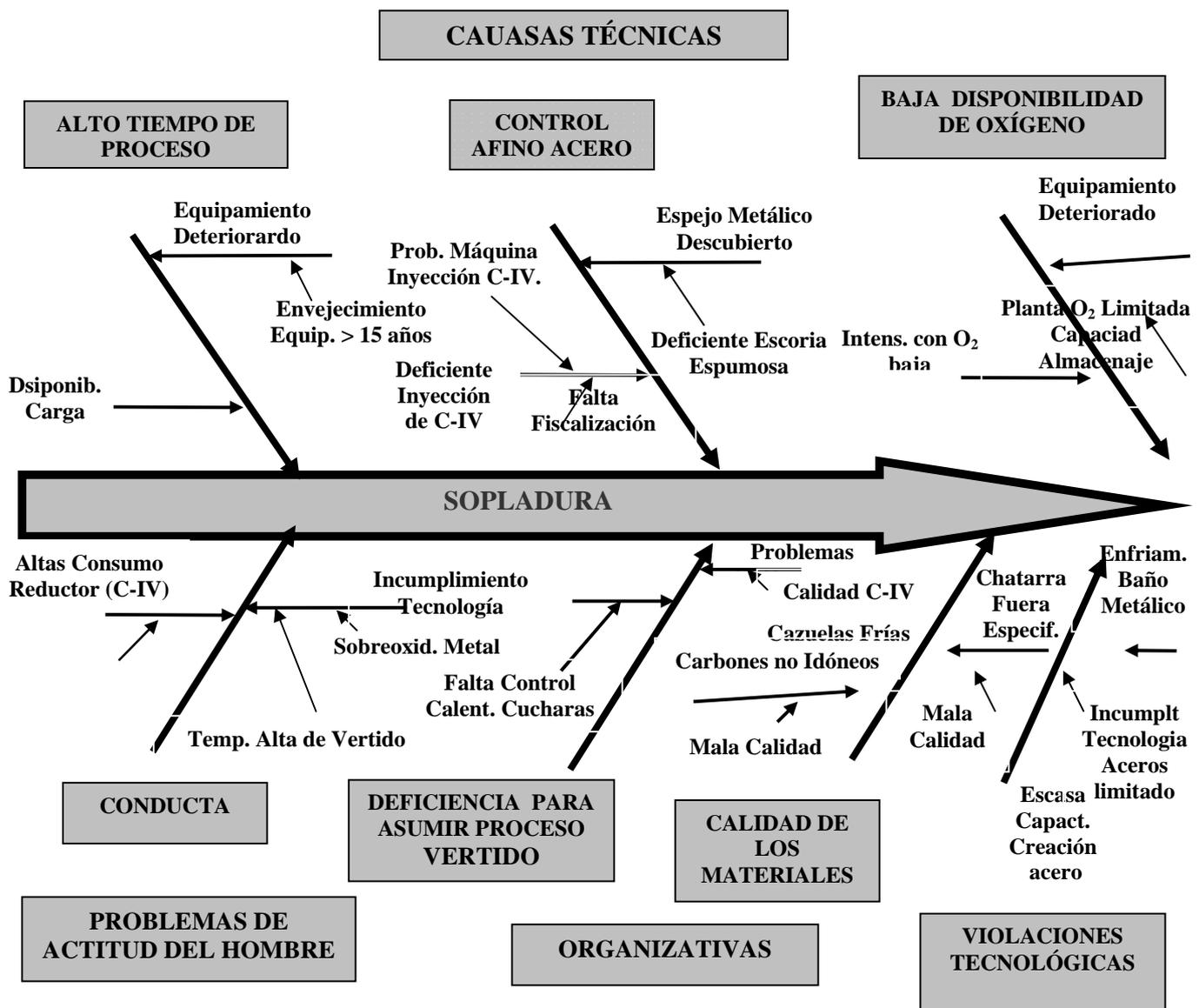
estas causas se pueden clasificar. Ambas vías son válidas y generalmente se dan de manera complementaria.

### 3.3 ANALIZAR Y DISCUTIR EL DIAGRAMA

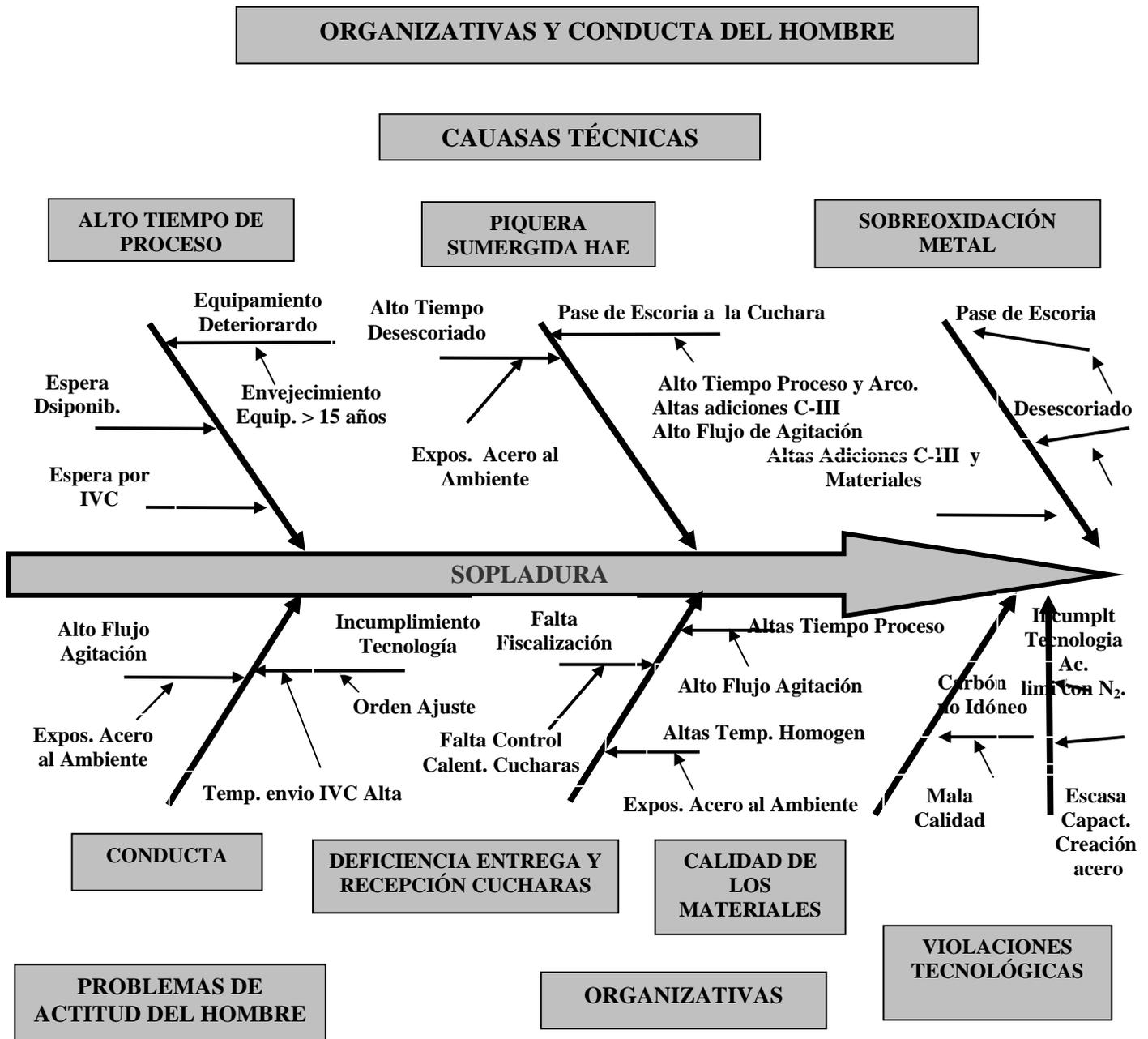
Al realizar el análisis del diagrama se dirige a identificar la(s) causa(s) más probable(s), y a generar, si es necesario, posibles planes de acción. Para el exploración de la problemática, se confeccionan 4 Esquemas ó Diagramas Causas-Efectos:

- Horno de Arco Eléctrico. Esquema No. 1.
- Horno Cuchara. Esquema No. 2.
- Instalación de Vaciado Continuo. Esquema No. 3.
- Inclusiones no Metálicas. Esquema No. 4.

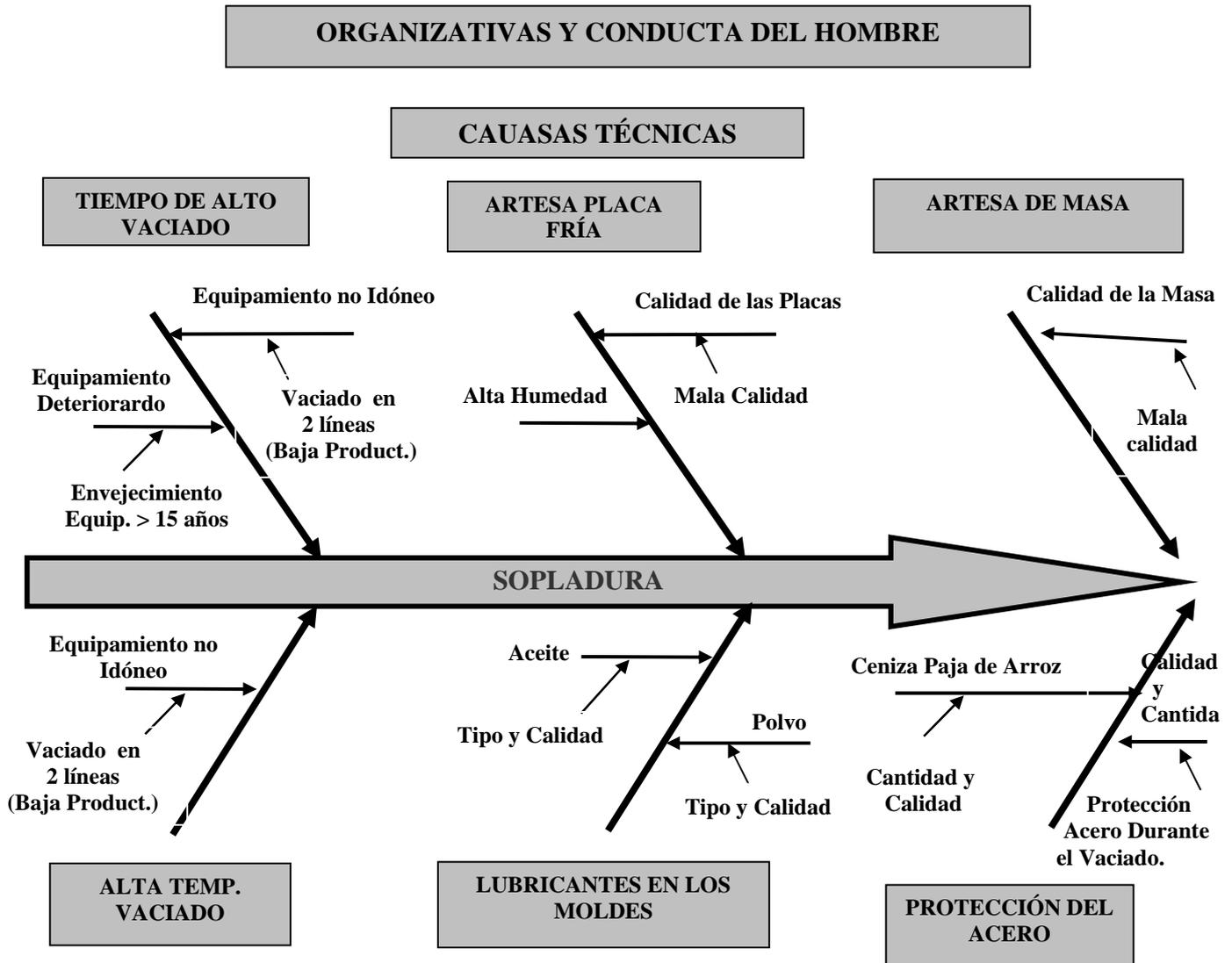
**Esquema No. 1: Diagrama Causa – Efecto. Defecto Sopladura. Horno de Arco Eléctrico.**



Esquema No. 2: Diagrama Causa – Efecto. Defecto Sopladura. Horno Cuchara.



**Esquema No. 3: Diagrama Causa – Efecto. Defecto Sopladura. Instalación de Vaciado Continuo.**



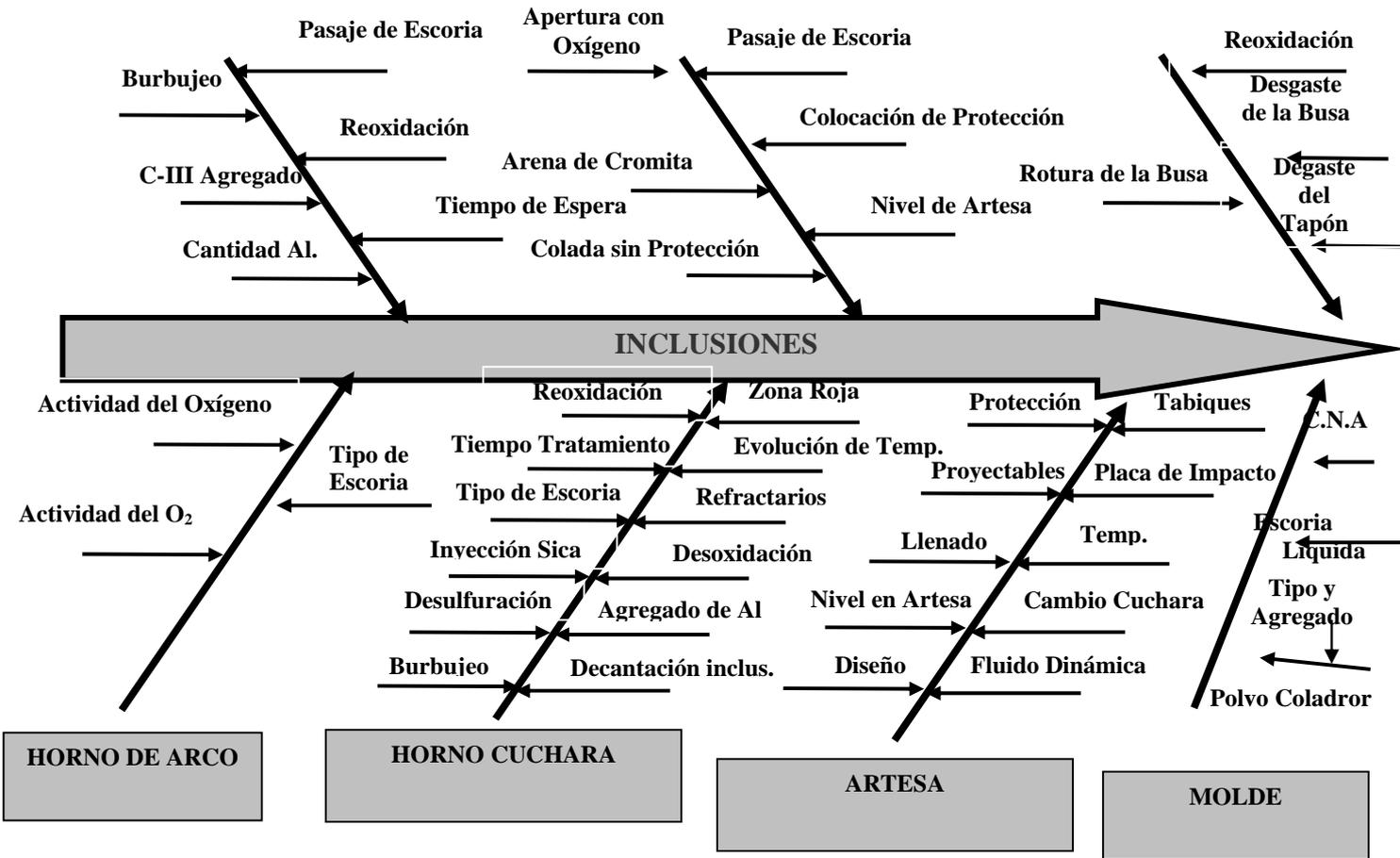
**Esquema No. 4: Diagrama Causa – Efecto. Defecto Sopladura. Inclusiones no Metálicas.**

# CAUSAS TÉCNICAS

SANGRADO

CUCHARA-ARTESA

CUCHARA-MOLDE



## Plan de Acción para Eliminar los Problemas en el Sector de Elaboración.

<b>Causas.</b>	<b>Plan de Acción.</b>
<b>Alto tiempo de proceso.</b>	
Equipamiento deteriorado.	Modernización del equipamiento mecánico y Sistema de Enfriamiento del HAE.
Disponibilidad de carga	Mayor disponibilidad de chatarra en Fosos, producción de prerreducidos en cuba ó compra en el extranjero.
<b>Control Afino acero.</b>	
Deficiente inyección C-IV.	Mejora Sistema Generación Aire Comprimido Empresa y reposición accesorios máquina. Mejora calidad C-IV en cuanto a humedad.
<b>Baja Disponibilidad de Oxígeno.</b>	
Baja disponibilidad de Oxígeno.	Realizar inversiones en Planta de Oxígeno en la capacidad de almacenaje.
<b>Problemas Actitud del Hombre y Violaciones Tecnológicas.</b>	
Incumplimiento de la Tecnología.	Capacitar a los Jefes de turnos y trabajadores en los Procedimientos donde hubo violaciones ej. (IAC-209b formación de escoria Espumosa, 02010a, punto 6.3. 1 Ajuste en el vertido, 6.3. Temperatura. Vertido, ANEXO II " Variantes de Reducción" y PEP de HC (Fase de Calentamiento y Ajuste-Orden de las adiciones).
<b>Deficiencia para Asumir proceso de Vertido.</b>	
Falta de Fiscalización.	Capacitación de los Jefes directos sobre las responsabilidades en cuanto a entrega y recepción del turno. Capacitación de los trabajadores de los puestos claves.
Problemas Quemadores Horizontales.	Realizar inversiones. Capacitar el personal de operación.
<b>Calidad de los materiales.</b>	
Carbones no idóneos.	Realizar estudio de factibilidad para la adquisición de carbones con mayor calidad en cuanto granulometría, composición química y tipo. Crear las condiciones en el Control de Entrada para eliminar la humedad.

<b>Causas</b>	<b>Plan de Acción.</b>
<b>Calidad de los materiales</b>	
Mala calidad de la Chatarra.	Realizar una mejor clasificación de los diferentes tipos de chatarra en el Área de Aseguramiento. Realizar la limpieza de los fosos de almacenaje de la chatarra establecido según Contrato entre ACINOX-Tunas y Materia Primas.
<b>Piquera Sumergida del HAE.</b>	
Pase de Escoria a la Cuchara.	Realizar desescoriado profundo antes del vertido del acero a la cuchara. Cambio sistemático del tubo de la piquera.
Alto Tiempo de Desescoriado.	Realizar inversiones en el Carro Porta Cuchara.
<b>Sobreoxidación.</b>	La sobreoxidación del metal ocurre en el HAE cuando se encuentra en la Fase Líquida; debido en lo fundamental a interrupciones en la IVC, oxidándose el Carbono en el tiempo; afectando fundamentalmente al proceso de HC.
Alto Tiempo de Proceso	Realizar inversiones en la IVC y tener un Stop de piezas de repuesto para realizar las reparaciones planificadas.
<b>Deficiencia en la Entrega y Recepción de las Cucharas.</b>	
Falta de Fiscalización	- Capacitación de los Jefes directos sobre las responsabilidades en cuanto a entrega y recepción del turno. - Capacitación de los trabajadores de los puestos claves.

**Plan de Acción para Eliminar los Problemas en el Sector de Vaciado Continuo del Acero.**

<b>Causas.</b>	<b>Plan de Acción.</b>	
<b>1. Alto Tiempo de Vaciado.</b>		
Equipamiento no Idóneo.	no	- Realizar inversiones en la Instalación de Vaciado Continuo.
<b>2. Calidad Placa Frías y Masa de Artesa.</b>		
Calidad de la Placas.		- Adquirir Placas de mayor calidad. - Realizar Plan de Acción para la protección de la humedad durante transportación y almacenamiento de las placas.
2.3. Calidad de la Masa.		Adquirir masa de artesa de mayor calidad. - Capacitar al personal relacionado con el calentamiento de la artesa de masa para lograr un óptimo calentamiento de la misma.
<b>3. Alta Temperatura de Vaciado.</b>		
Equipamiento no Idóneo.		- Realizar inversiones en la Instalación de Vaciado Continuo.
<b>4. Lubricantes (Polvos y Aceites)</b>		
Aceite		- Adquirir Aceites de mayor calidad. - Crear las condiciones para el vaciado con aceite.
<b>5. Protección del Acero.</b>		
<b>Cantidad y Calidad Ceniza de Paja de Arroz.</b>		- Realizar Plan de Acción para la protección de la humedad durante transportación y almacenamiento de las placas. - Lograr la concientización del personal de proceso sobre la importancia de la adición de la cantidad de Ceniza establecida para la protección del Espejo Metálico de la Cuchara y la Artesa.

**Plan de Acción para Eliminar los Problemas en el Sector de Elaboración y Vaciado Continuo en cuanto a las Inclusiones no Metálicas.**

<b>Causas.</b>	<b>Plan de Acción.</b>
<b>1. Sangrado ó Vertido</b>	
Pasaje de Escoria.	Modernización de la piquera sumergida del HAE por el sistema EBT.
Tiempo de Espera.	Modernización de la piquera sumergida del HAE por el sistema EBT. Mantener el orificio de la piquera abierta 10 antes del vertido.
Reoxidación.	Realizar modernización de la piquera sumergida por EBT para logra un tiempo de vertido de 3 a 4 min. máx.
<b>2. Cuchara-Artesa.</b>	
Pasaje de Escoria.	Adquisición de un detector de escoria, para evitar el pase de escoria a la artesa.
Nivel de acero en Artesa.	Mejora estado técnico del Equipamiento Tecnológico, para evitar llegada cucharas atrasadas por interrupciones a la IVC.
Apertura con Oxígeno.	Mejora estado técnico del Equipamiento Tecnológico, para evitar llegada de las cucharas atrasadas por interrupciones a la IVC y evitar solidificación de la arena del Nicho Cierre Corredera.
<b>3. Artesa-Molde.</b>	
Desgaste de Busa y Tapón.	Realizar inversiones en la Máquina de Vaciado continuo, para disminuir el tiempo de vaciado.
Reoxidación.	Realizar inversiones en la Máquina de Vaciado continuo, para disminuir el tiempo de vaciado.
<b>4. Horno.</b>	
Calidad de la Chatarra.	Cumplir lo establecido en Contrato entre ACINOX-Tunas y Materias Primas para la recepción de la chatarra con la calidad requerida.
Actividad del Oxígeno.	Mejora estado técnico del Equipamiento Tecnológico, para evitar altos tiempos de proceso y cumplir el contrato con Materias Primas en cuanto a la calidad de la chatarra.
<b>5. Horno-Cuchara.</b>	
Desulfuración.	Realizar inversiones en Planta de Cal para aumentar la calidad de la Cal. Modernizar la piquera sumergida del HAE por una de tipo EBT.
Evolución de la Temperatura.	Realizar modernización de la Máquina de Vaciado Continuo para evitar temp. de envío altas a la IVC. Modernizar los Quemadores Horizontales para garantizar que las cucharas lleguen caliente al HC y evitar altas temperaturas en la homogenización del acero.

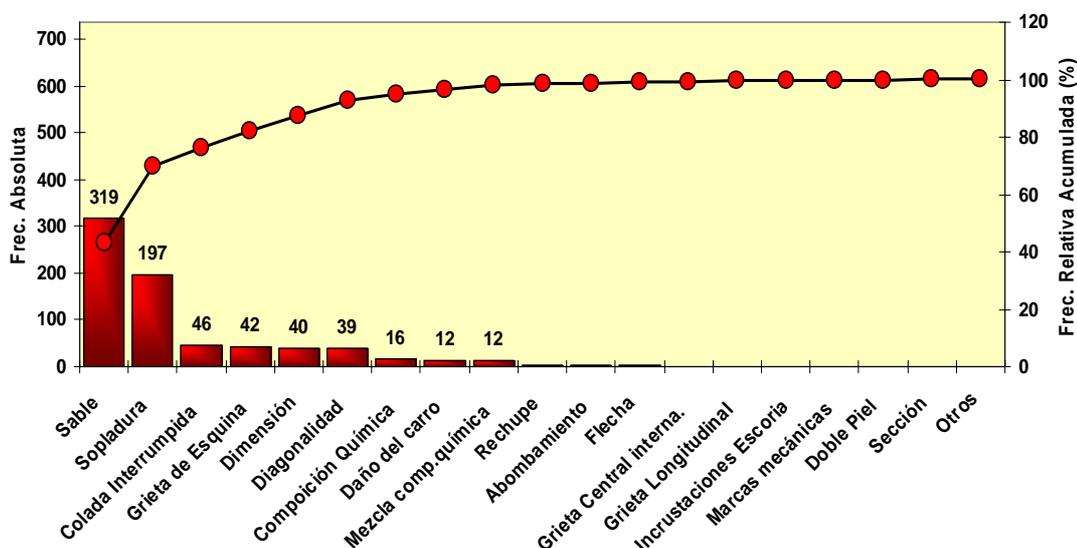
**Plan de Acción para Eliminar los Problemas en el Sector de Elaboración y Vaciado Continuo en cuanto a las Inclusiones no Metálicas (continuación).**

<b>Causas.</b>	<b>Plan de Acción.</b>
<b>5. Horno-Cuchara.</b>	
Inyección de SiCa.	Realizar montaje de Máquina de Inyección de Alambre de la Estación de Espera en el HC.
Tipo de Escoria.	Adquirir escoria sintética para la adición durante el vertido. Adquisición de reductores para la escoria.
Tiempo de Tratamiento.	Modernización de la Máquina de Vaciado Continuo.
Zona Roja.	Modernización de la Máquina de Vaciado Continuo para disminuir los tiempo de proceso y pueda cumplirse la Zona Roja (tiempo proceso muy alto).
<b>Artesa.</b>	
Diseño.	- Modernización de la artesa.
Tabiques.	- Montaje de los Tabiques en las artesas.
Placa de impacto.	- Montaje las Placas de Impacto.
Temperatura.	- Realizar modernización de la máquina de Vaciado continuo.
<b>Molde.</b>	
Polvo-Aceite Colador.	- Crear las condiciones para el vaciado con aceite.

Para lograr controlar el proceso se recurre ante todo a la verificación del comportamiento de las características de calidad a ser inspeccionadas propias del proceso como vía más económica de garantizar la calidad de los productos a producir.

Para iniciar con la investigación se partió de un diagnóstico inicial para identificar las no conformidades presentes en el producto final en el año 2008, utilizamos técnicas estadísticas de recopilación y análisis de la información, revisamos las evidencias que muestran los Expedientes de Coladas que amparan la situación de la calidad en el periodo analizado, describiendo los problemas en orden decreciente de frecuencia, calculamos los valores de las frecuencia absoluta, frecuencia absoluta acumulada, la frecuencia relativa unitaria y la frecuencia relativa acumulada, se obtiene la Verificación de las no conformidades año 2008 (ver anexo 2).

Gráf. No.1: Comportamiento de la producción no conforme año 2008.



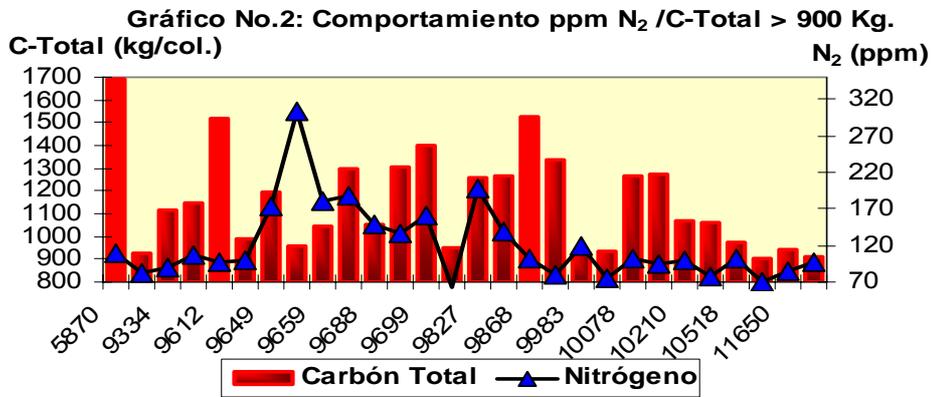
Con la aplicación de Diagrama de Pareto (pocos vitales, muchos triviales) que dice que hay muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves, o lo que es lo mismo, la mejora de la calidad se logra con la eliminación del 20% de las causas las cuales generan el 80% de los problemas y que para nuestro caso tenemos el defecto Sopladura en segundo lugar.

Se apoyan en herramientas estadísticas utilizando el “Diagrama de Causa-Efecto”; donde se determino con exactitud todas las posibles causas de la aparición de la sopladura en las palanquillas de acero al carbono. Una vez analizados los diagramas de Causa-Efecto, se determinan las principales causas, que dan lugar al surgimiento de la sopladura en las palanquillas, entre las que se tenemos:

- ✓ Insuflado del acero con nitrógeno.
- ✓ Alto tiempo de proceso.
- ✓ Altas adiciones de carbón.
- ✓ Altas temperaturas de proceso (temperatura vertido HAE, temperatura proceso HC y temperatura de envío a IVC).
- ✓ Baja disponibilidad de oxígeno en el HAE durante la intensificación, etc.

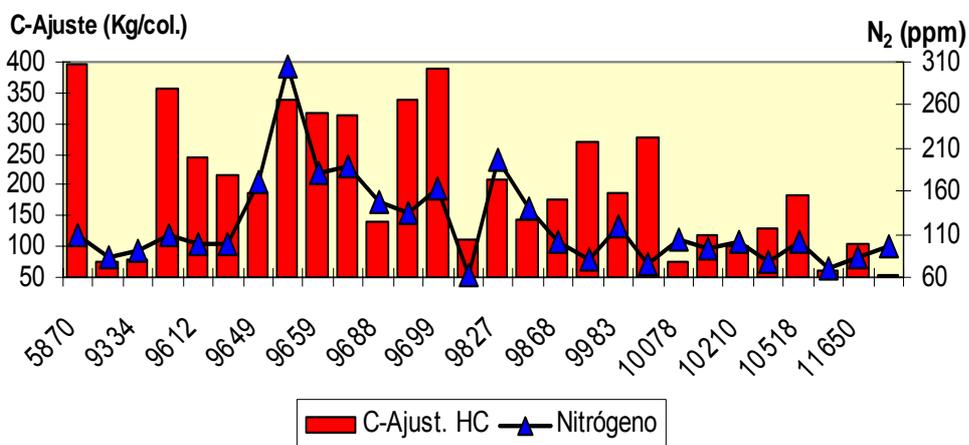
Para inferir en la reducción del efecto de esta no conformidad el cual constituye el objetivo fundamental de nuestro trabajo, procedimos a realizar una investigación del comportamiento de las coladas que presentaron este defecto, analizando la información que brinda el expediente de colada las variables con parámetros tecnológico desviados tales como: comportamiento del carbón de carga total, carbón II, carbón III de ajuste y vertido, porciento

de Nitrógeno en el Horno de Arco Eléctrico y en el Horno Cuchara, el resultado metalográfico de la estructura interno. A continuación ver grafico 2.

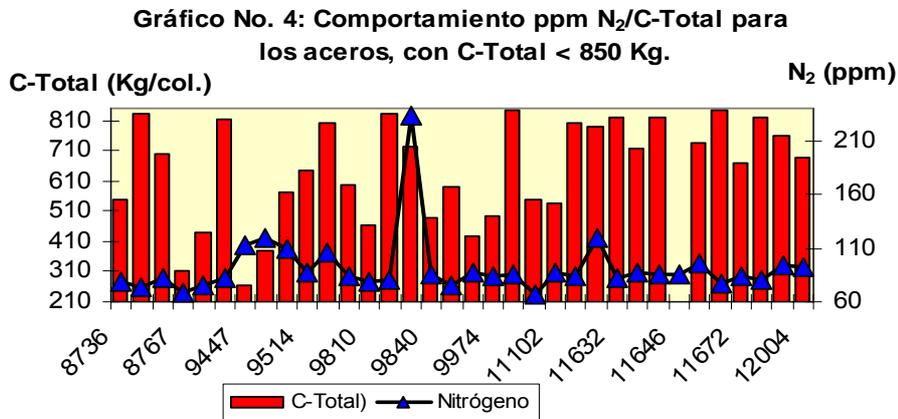


El C-Total comprende el carbón en HAE (carbón de carga, de reducción, de escoria espumosa y vertido) y carbón de ajuste en HC. El carbón es un portador potencial de nitrógeno al acero, pero no siempre la cantidad de carbón adicionado durante el proceso (HAE y HC) es la causa fundamental de saturación del acero con Nitrógeno, ya que existen otros factores como la temperatura, tiempo de proceso, tipo de acero, protección del acero, pase de escoria a la cuchara, agitación del baño metálico con nitrógeno, etc., que inciden decisivamente en el aumento de la concentración del nitrógeno en el acero. Para los aceros con alto %C en su composición química por ejemplo el SAE-1039 se adiciona una mayor cantidad de carbón para lograr su ajuste, pero si durante el proceso de elaboración ocurren anomalías (tiempo proceso alto, retorno de IVC, agitación del baño metálico con Nitrógeno, etc.), los ppm de nitrógeno en el acero serían mucho mayores.

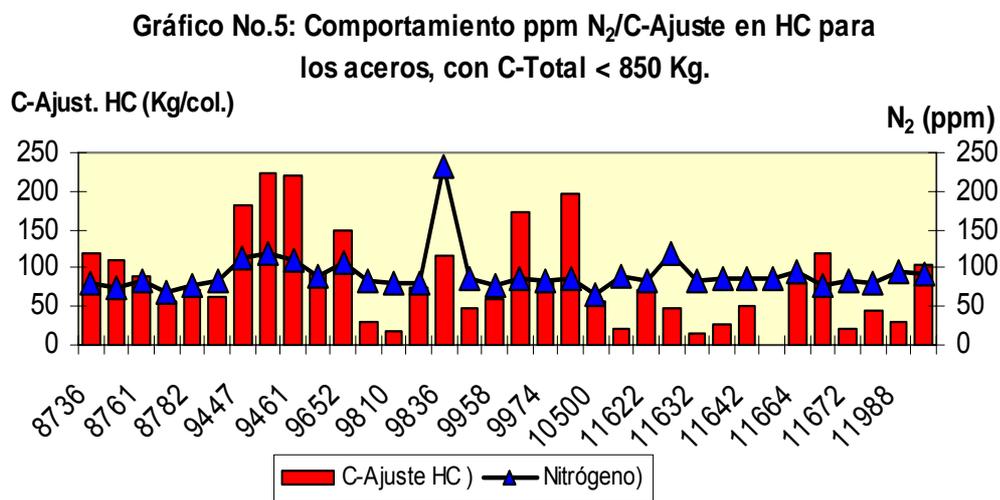
**Gráfico No.3: Comportamiento ppm N<sub>2</sub>/C-Ajuste en HC.**



Con la adición de C-Ajuste en HC se observa la tendencia del aumento de los ppm de nitrógeno.



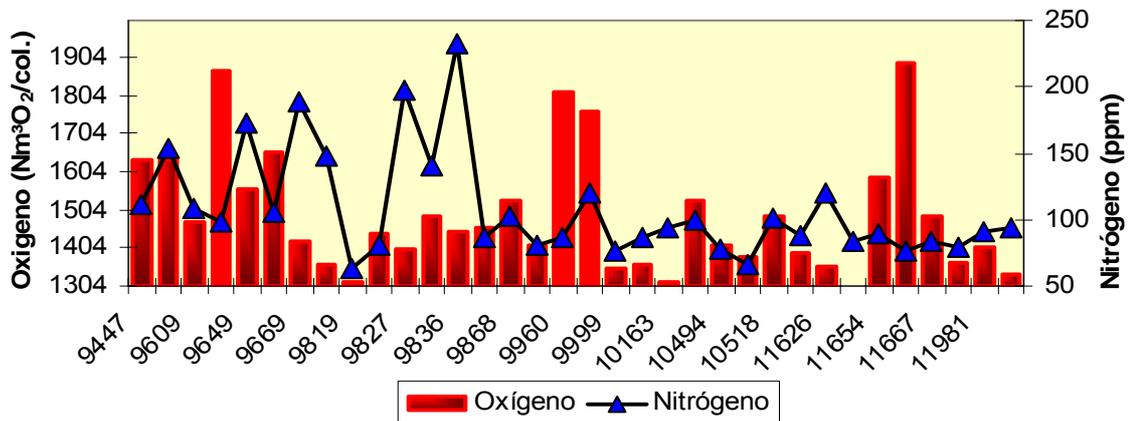
Las adiciones de carbón total con menos de 850 kg de carbón total coinciden con las marcas de acero de más bajo carbono en su composición química, por lo que el aporte de carbono al acero va a ser menor. Existe una estabilidad en el consumo de carbón. Los procesos del HAE y HC están controlados. El carbón aporta nitrógeno, hasta un límite determinado en dependencia de las adiciones de cada marca de acero en cuestión.



El 52.9% de las coladas representada en este gráfico fueron de acero medio y bajo carbono y el 47.10% correspondió a aceros alto carbono, existiendo una estabilidad en la concertación de nitrógeno en el acero. En los aceros medio y bajo carbono son aceros generalmente para la exportación, con alta exigencia de calidad y insuflado de argón durante todo el proceso de afinado de HC, por lo que el %N<sub>2</sub> se encuentra por lo general en el rango exigido. La tendencia del %N<sub>2</sub> en estos aceros siempre va a ser más baja en toda la línea

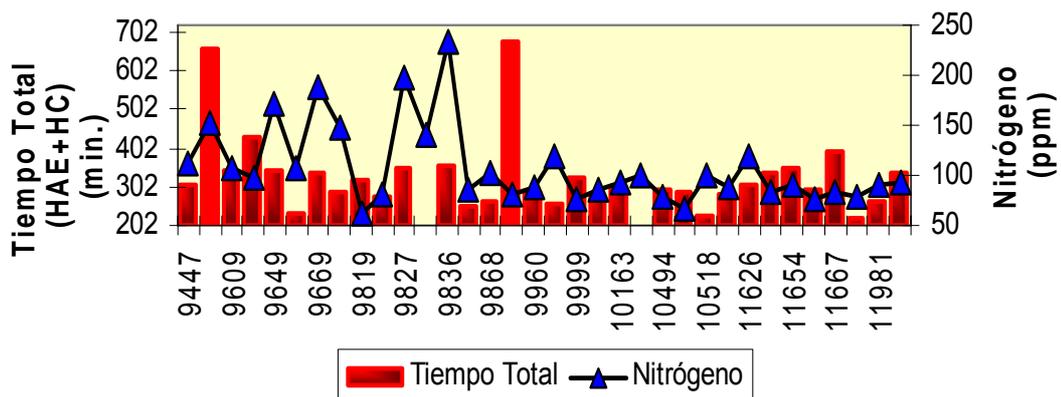
de producción. En los de alto aunque también la mayoría son para la exportación, el rango de nitrógeno mayor. No obstante existen picos, debido a interrupciones en el proceso productivo.

**Gráfico No. 6: Comportamiento del  $O_2 > 900 \text{ Nm}^3 O_2 / \text{col.}$  / ppm  $N_2$ .**



La cantidad de oxígeno insuflado en el HAE para intensificar durante el proceso de fusión de las cestas es beneficiosa para la eliminación del nitrógeno en el metal, pero las interrupciones, que generan diferentes causas de contaminación (retornos, desescoriado con grúa, mezcla de acero, etc.) del acero con nitrógeno.

**Gráfico No. 7: Comportamiento ppm  $N_2$ /Tiempo Total de proceso (HAE+HC).**

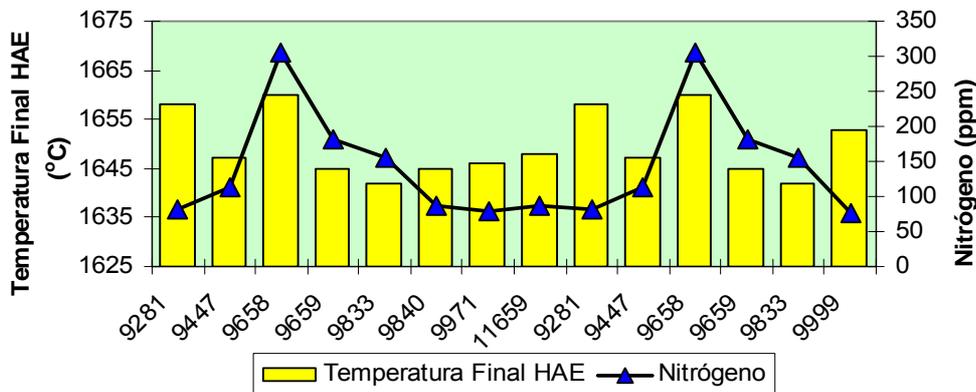


La asimilación del nitrógeno en el acero puede ser favorecido por los altos tiempos de proceso; pero no es un factor determinante. Cuando los tiempos de proceso son altos provocados por diferentes interrupciones y el acero se expone al ambiente (por tras bases, altos tiempos de desescoriado, mezcla de acero, retornos al HAE, etc.); el acero es

propenso a contaminarse con nitrógeno. Los tiempos de proceso pueden ser altos, pero se insufla todo el tiempo con argón y se mantiene el acero protegido a la exposición al medio ambiente, el contenido [%N<sub>2</sub>] aumenta en pequeñas proporciones en el acero. La mayoría de los picos corresponden a los aceros alto carbono (SAE-1030) con alto consumo de Carbón y alto tiempo de proceso y en los aceros de bajo carbono existe una estabilidad del contenido de nitrógeno, no obstante ser los tiempos de proceso altos.

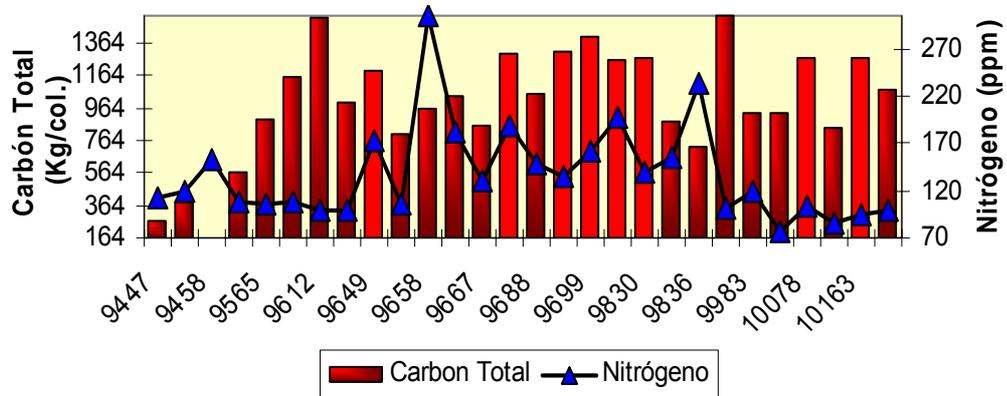
Siempre y cuando se alcance la temperatura de vertido y se vierta el acero a la cuchara lo más rápido posible y el acero este protegido del ambiente, la solubilidad del nitrógeno en el acero va a ser en menor grado. De ocurrir alguna anomalía y el tiempo de proceso alargue la tendencia de saturarse el acero con nitrógeno va a ser mayor.

**Gráfico No.8: Comportamiento de la Temp. Final HAE/ppm N<sub>2</sub> para temperaturas >1640°C.**



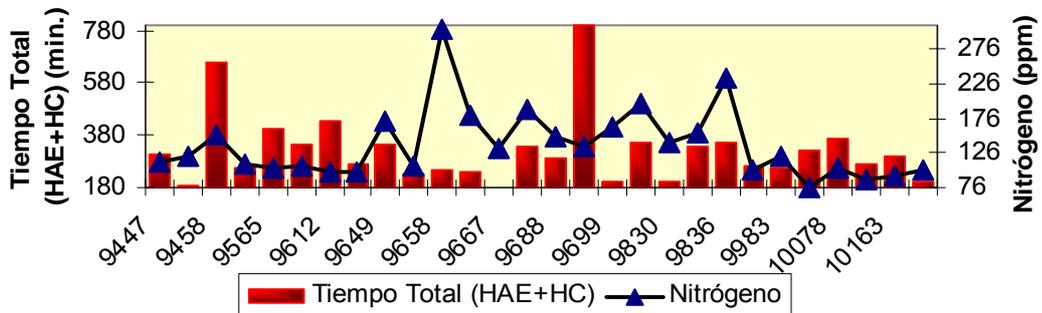
La solubilidad del nitrógeno en el acero es directamente proporcional al aumento de la temperatura. Se observa que existe una proporcionalidad entre el aumento de temperatura y la solubilidad del nitrógeno en el acero. Las temperaturas de vertido altas son producto a fundir cercano al Horario Pico, revestimiento refractario con baja temp. e interrupciones al proceso por diferentes causas en el momento de verter el acero a la cuchara.

**Gráfico No. 9: Comportamiento ppm N<sub>2</sub>/ C-Total, para los aceros, con (%C>0,35).**



Se observa la tendencia de la solubilidad del nitrógeno con relación al C-Total adicionado. El mayor o menor aporte del nitrógeno al acero depende de la calidad de los diferentes tipos de carbones con relación a la concentración de nitrógeno en los mismos.

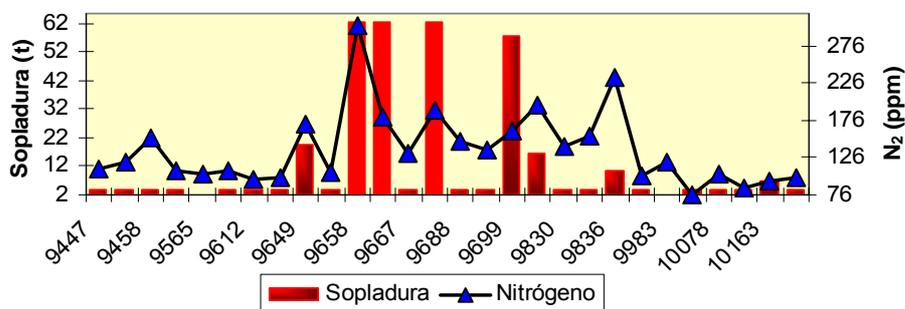
**Gráfico No.10: Comportamiento ppm N<sub>2</sub>/Tpo. Total (HAE+HC), para los aceros, (%C>0,35).**



Las altas adiciones de carbón en los aceros altos en carbono combinado con altos tiempos de proceso favorecen la saturación del acero con nitrógeno. Existen casos que el tiempo de proceso y las adiciones de carbón están en los rangos permisibles, pero el acero se expone al ambiente debido a retornos al HC ó HAE, o hubo una mezcla de acero y en un mínimo de

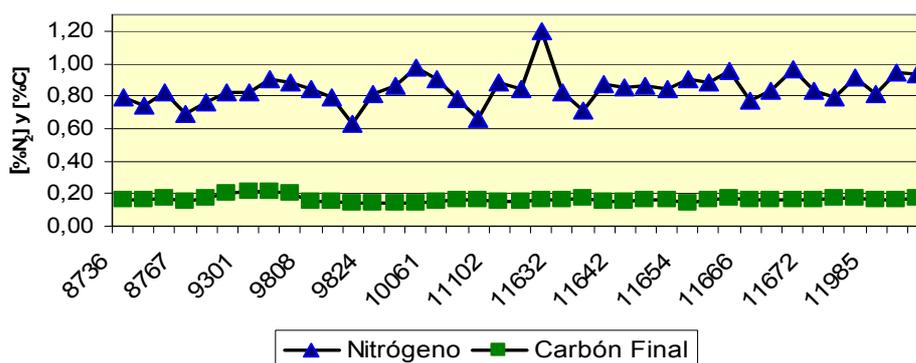
tiempo se contamina el acero aumenta la concentración

**Graf.No. 11: Comportamiento de Sopladura/ppm N<sub>2</sub> para los aceros, con (%C>0,35).**



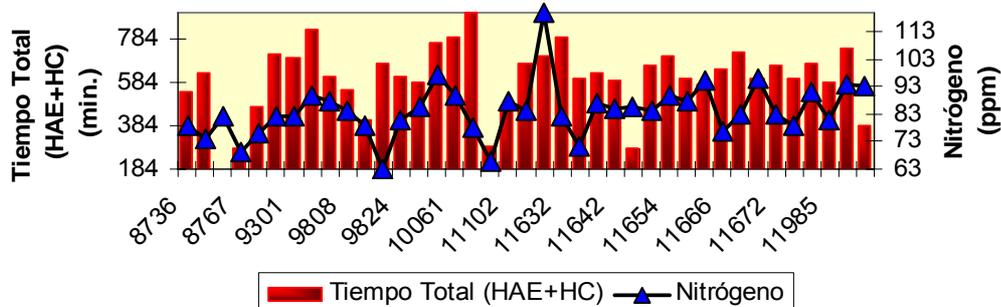
En las coladas donde la concentración de nitrógeno es alta, los diferentes parámetros tecnológicos como (tiempo total de proceso, cantidad de oxígeno, temp. vertido, adición de carbón, etc.) estuvieron fuera de control indistintamente en cada una de estas coladas.

**Gráfica No.12: Comportamiento del Nitrógeno/[%C] Final.**



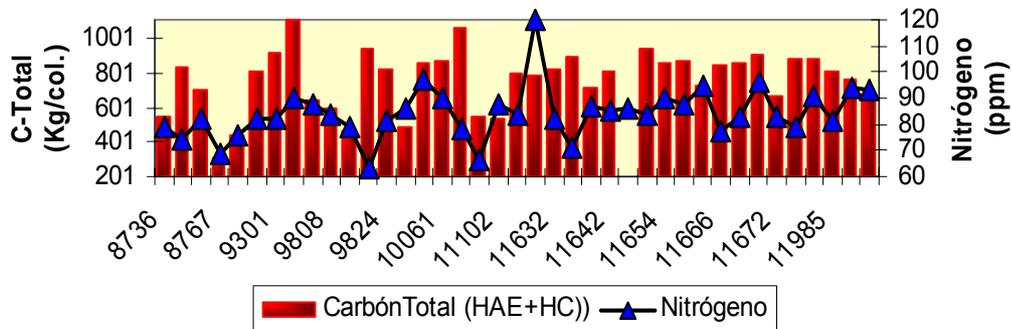
En los aceros para la exportación con bajos %C siempre se insufla Argón. Se observa que [%N<sub>2</sub>] esta controlado. La colada con el [%N<sub>2</sub>] más alta fue producto de interrupciones.

**Gráfico No.13: Comportamiento ppm N<sub>2</sub>/Tpo. Total (HAE+HC), para aceros, con (%C<0,20).**



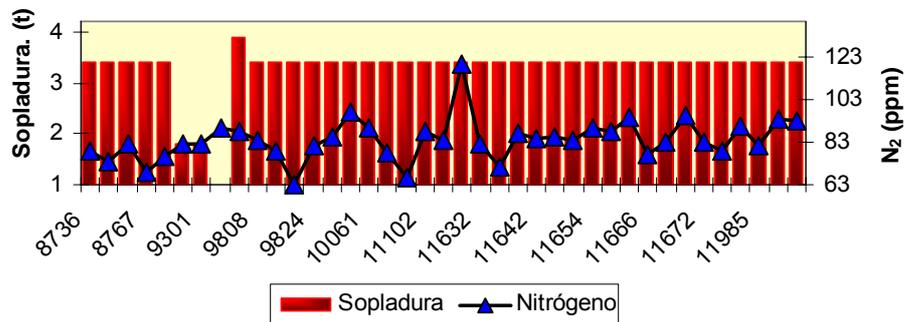
Aunque en estos aceros el nitrógeno se encuentra controlado, se observa que el tiempo sigue siendo un factor importante en el aumento del nitrógeno en el acero.

**Gráfico No.14: Comportamiento ppm N<sub>2</sub>/ C-Total (HAE+HC) para los aceros, con (%C<0,20).**



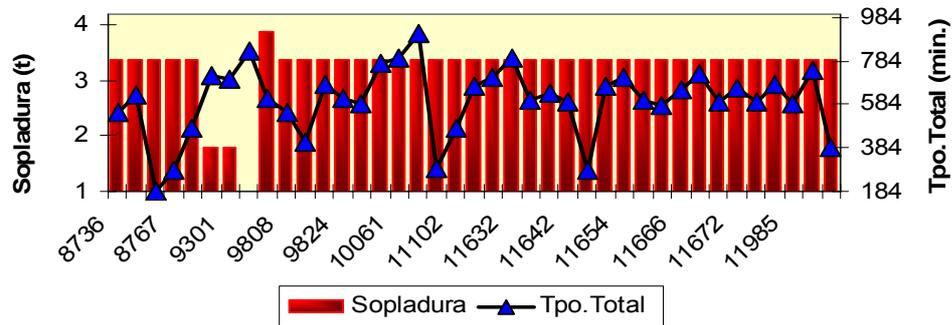
Se evidencia que con el aumento de las adiciones de carbón, la tendencia del nitrógeno es aumentar. En estos aceros siempre se insufla argón.

**Gráf. No. 15: Comportamiento de la Sopladura/ppm N<sub>2</sub> para los aceros, con (%C< 0.20).**



Las no conformidades por sopladura se mantienen en un rango, debido a que inicio de colada en la Instalación de Vaciado Continuo en las artesas de placas frías, estas presenta una resina que genera gases y en el caso de las artesas de masa, la calidad no es la idónea; así como la lubricación con aceite en los moldes del Enfriamiento Primario, generando una importante cantidad de gases al hacer contacto con el acero, provocando una cantidad de sopladura. Esto ocurre siempre en las primeras coladas de los ciclos.

**Gráf.No. 16: Comportamiento de la Sopladura/Tpo.Total para los aceros, con (%C< 0.20).**

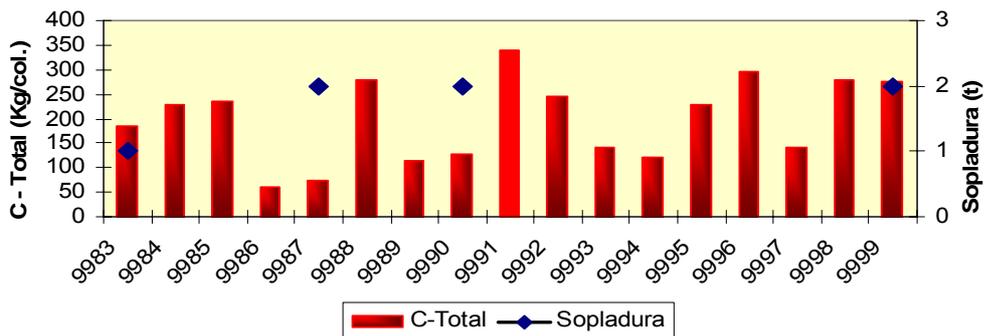


Aunque el tiempo total varió, las nos conformidades siguen siendo const. Para el carbón total también tiene el mismo comportamiento, debido a las causas explicada en el Gráfico 15.

### Corridas Comparativas de las Coladas Controladas (Representativas-sin interrupciones) y con Interrupciones.

#### Coladas Controladas:

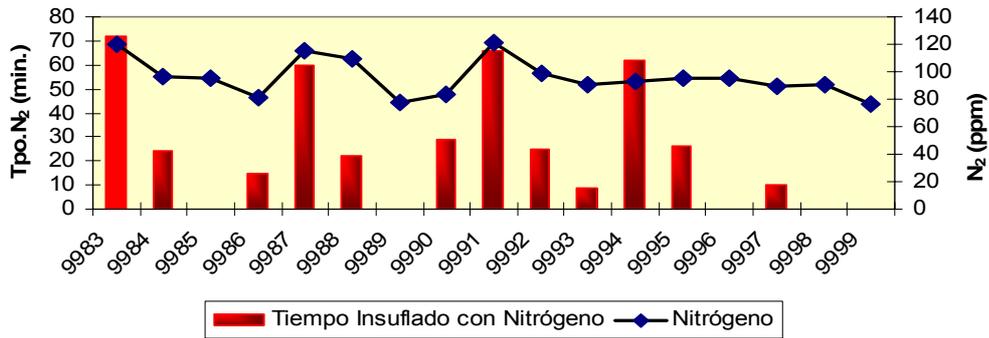
**Gráf. No. 17: Comportamiento de la Sopladura/C-Total.**



Se observa que el tiempo de insuflado de nitrógeno en todas las coladas fue menor de 60 min. En algunas coladas el C- Total (vert.+ HC) fue mayor a 280 kg en los aceros SAE 1039, que estuvieron en rango permisible, pero el promedio fue de 145 kg/col., favorecido por los [%C]fin HAE > 0.20 antes de verter el acero a la cuchara.

En ninguna de las coladas hubo sopladura, a excepción de la sopladura en las primeras palanquillas a inicio de Ciclo, siendo esto totalmente normal, de acuerdo a las condiciones de vaciado de nuestra Máquina.

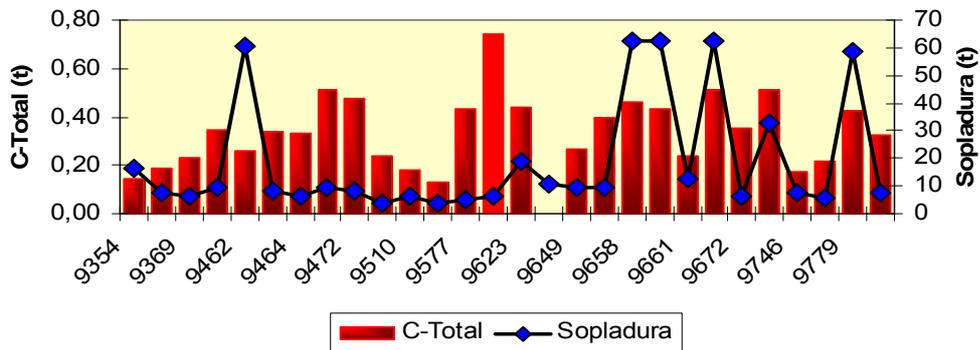
Gráf. No. 18: Comportamiento ppm N<sub>2</sub> /Tpo. Total N<sub>2</sub>.



Evidentemente existe una proporcionalidad entre el tiempo de insuflado de N<sub>2</sub> y su asimilación en el acero, siendo el tiempo de insuflado promedio de **35 min.**, debido al alto porcentaje de secuencialidad, pero el mismo se encuentra controlado en un rango, sin variaciones bruscas..

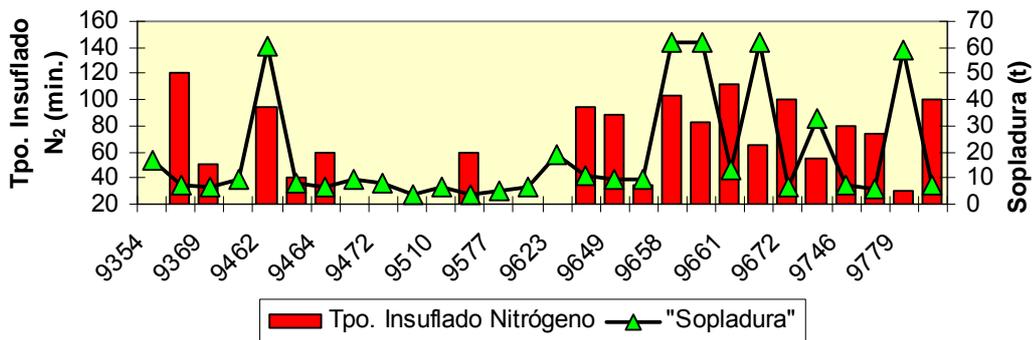
### Coladas con Interrupciones y Sopladura:

Gráfico No. 19: Comportamiento C-Total/Sopladura.



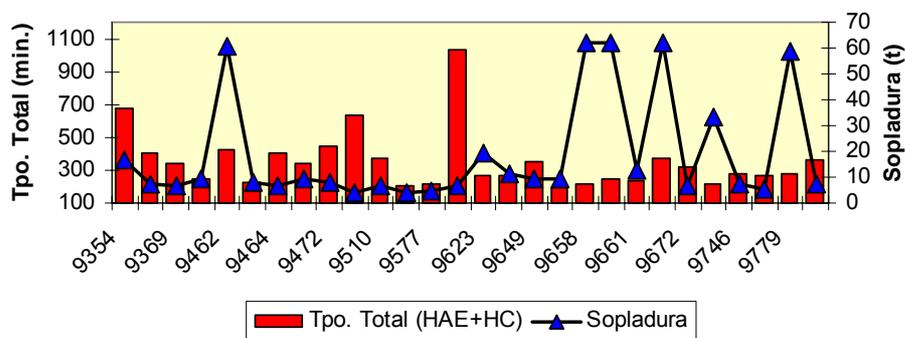
Se observa que la cantidad de C-Total adicionada en las diferentes etapas del proceso es proporcional al aumento de la cantidad de sopladuras en el acero y en la Colada 9462 el tiempo de proceso del HAE fue de 295 min. y además se insufló 94 min. de N<sub>2</sub>. El pico en la colada 9617R es debido al retorno al HAE de IVC. El C total promedio fue de 0,332 t/col.

**Gráfico No. 20: Comportamiento Sopladura/Tiempo Insuflado con Nitrógeno.**



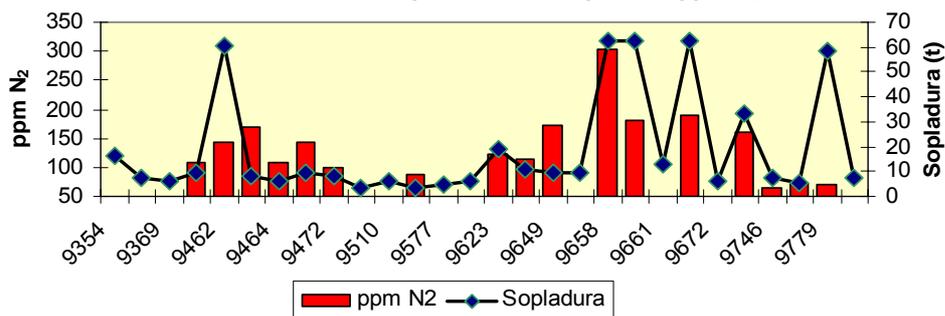
Evidentemente existe una proporcionalidad entre el tiempo de insuflado de  $N_2$  y el aumento de la sopladura en el acero. El tiempo promedio de insuflado fue de **76 min.**

**Gráfico No. 21: Comportamiento Sopladura/Tpo. Total (HAE+HC).**



A medida que aumenta el tiempo de proceso, mayor es la cantidad de sopladura en el acero.

**Gráfico No. 22: Comportamiento Sopladura/ppm  $N_2$ .**



Existe una proporcionalidad entre las no conformidades por sopladura y el aumento de los ppm de  $N_2$ , que las coladas con altos tiempos de proceso y en específico la que solo se agitó con  $N_2$  tienen la mayor cantidad de sopladura.

Después de hacer los análisis y determinar las tendencias teniendo en cuenta las causas y los efectos así como sus planes de acciones se hacen propuestas de mejoras tecnológicas

encaminadas a eliminar las no conformidades del defecto sopladura, varias de las cuales se aplican en el proceso productivo, exponiéndose a continuación:

### **1. Mejoras Tecnológicas en el Horno de Arco Eléctrico:**

- Aumento de la disponibilidad de Oxígeno para la intensificación de la carga metálica en el HAE, con la Propuesta de Inversión de aumento de capacidad de almacenaje en Planta de Oxígeno.
- Inyección de C-IV en la superficie de la escoria para los aceros limitado con nitrógeno.
- Modernización de la Piquera Sumergida por EBT.

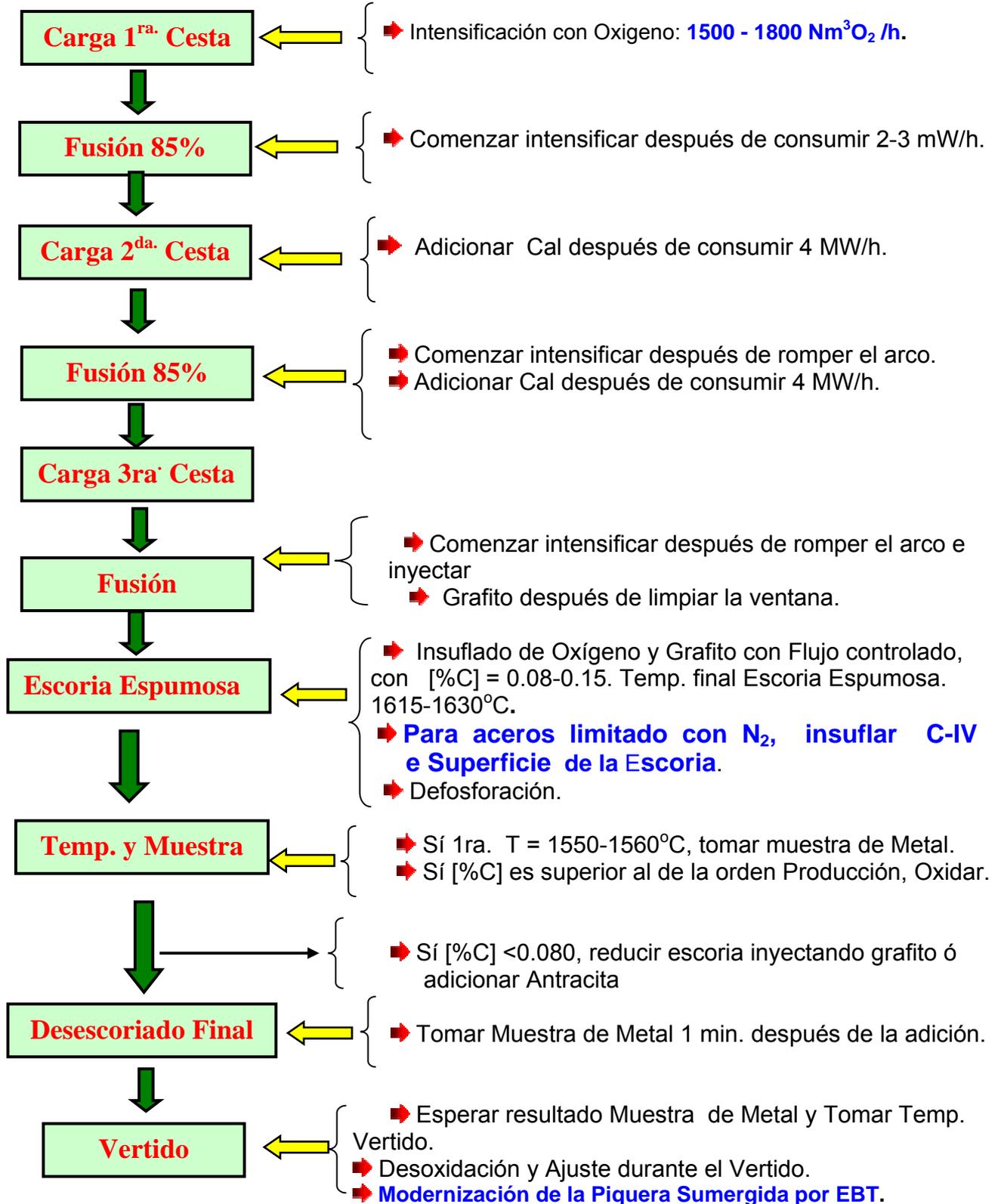
### **2. Mejoras Tecnológicas en el Horno Cuchara:**

- Se hace una propuesta de mejora del PEP (Patrón Específico de Proceso), donde se señalan las principales dificultades.
- Se propone una Instrucción para el Insuflado o Agitación del acero con nitrógeno.
- Cronología de Operaciones en el Horno Cuchara. Evolución de Temperatura y Nivel de Burbujeo (agitación).

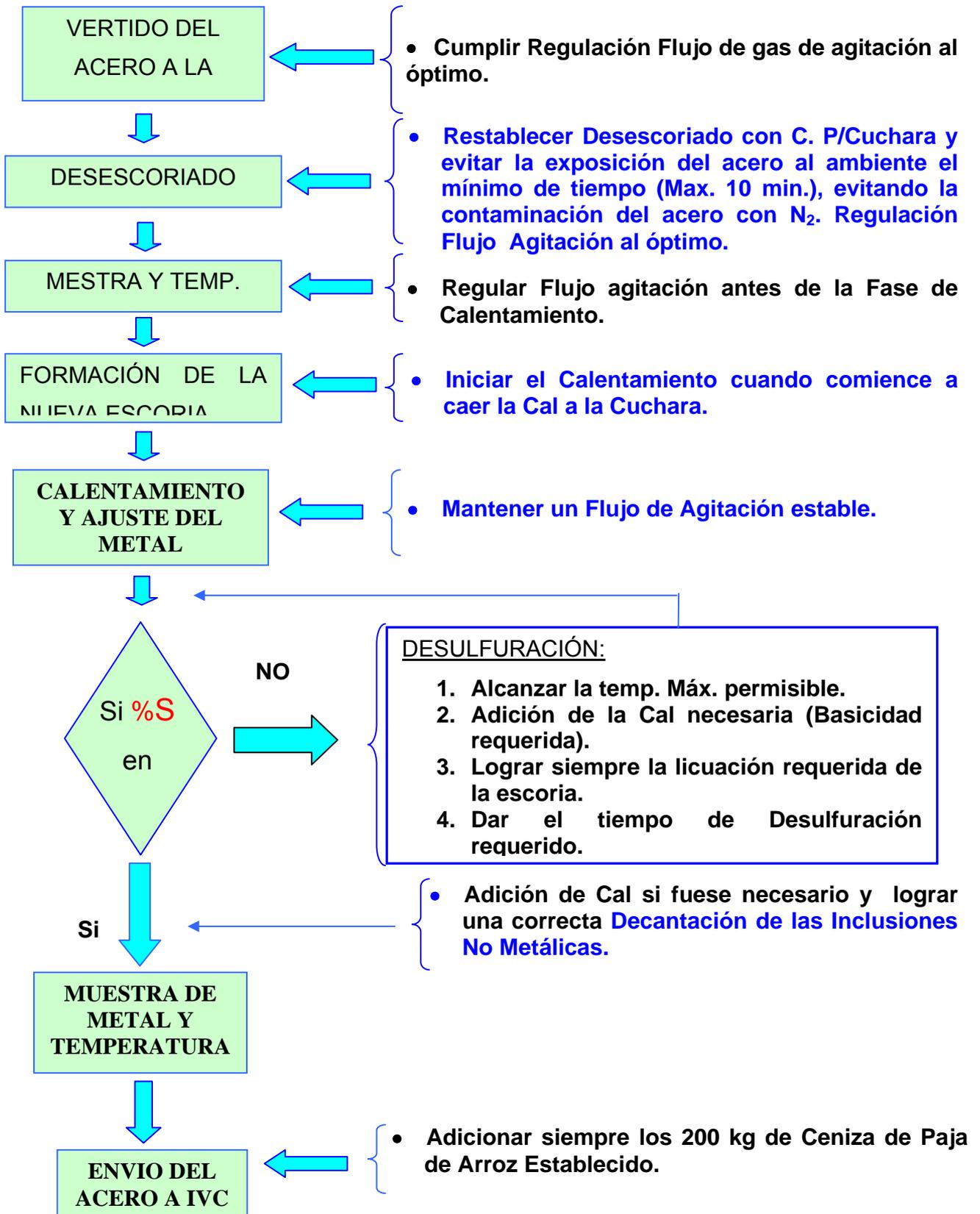
### **3. Mejoras Tecnológicas en la Maquina de Vaciado continuo:**

- Propuesta de Inversión para la modernización de la Maquina de Vaciado continuo.

## PROPUESTAS MEJORAS TECNOLÓGICAS EN EL PROCESO DE HAE



## Mejoras Tecnológicas en el Horno Cuchara:



## **Instrucción Tecnológica para el Insuflado con Nitrógeno en el Proceso de HC.**

### **Pasos a seguir:**

1. Durante el Vertido, insuflar siempre Argón.
2. Comenzar a insuflar siempre con Nitrógeno a una temperatura  $\geq 1550$  °C y de ser la misma menor a este valor, insuflar con Argón hasta alcanzar dicha temperatura.
3. En caso que se reciba en HC la cuchara con revestimiento refractario frío o con piso de metal, insuflar todo el tiempo de proceso con Argón.
4. Para los aceros alto carbono, con limitación del Nitrógeno en su composición química hasta 110-120 ppm, insuflar Nitrógeno por un tiempo de proceso de 40 min. máx. y para los aceros alto carbono limitado con Nitrógeno hasta 200 ppm, insuflar solamente 60 min. de Nitrógeno máx.
5. Para los aceros de alta calidad (medio y bajo carbono) para la exportación limitado con Nitrógeno de 110 a 120 ppm, insuflar todo el tiempo de proceso con Argón.
6. Para los aceros bajo carbono SAE-1006 y 1008 para la producción nacional, insuflar todo el tiempo de proceso con Argón.
7. Para los aceros de producción nacional o exportación, donde no exista una limitación con el Nitrógeno por parte de los Clientes, insuflar hasta 80 min. de Nitrógeno siempre y cuando el tiempo de proceso no exceda los 100 min.
8. Durante la Fase de Desulfuración, insuflar siempre con Argón.
9. Los últimos 15-20 min finales del proceso, insuflar con Argón, para garantizar una buena homogenización de la composición química y la temperatura; así como la decantación de las inclusiones no metálicas.
10. Siempre y cuando retorne la colada al Horno Cuchara (IVC y HAE), insuflar todo el tiempo de proceso con Argón.
11. Durante el insuflado con Nitrógeno, subir la temperatura de 15-20°C, por encima de la temperatura de envío a la Máquina de Vaciado Continuo.
12. Durante el insuflado con Nitrógeno, no dar alta Presión de agitación, para evitar una excesiva saturación del baño metálico con Nitrógeno.

***Se proyectan mejoras tecnológicas a largo plazo como son los proyecto de inversión para almacenamiento de oxígeno gaseoso y la instalación de una máquina de vaciado continuo, así como la Utilización de Prerreducidos en la Carga Metálica, esta***

**tecnología permite a los gases puros como el "CO", "O2", se logren evacuar en su salida a la atmósfera el "Nitrógeno" disuelto en el acero**

### **3.4 VALORACIÓN ECONÓMICA:**

En el proceso productivo a partir del año 2007 comenzó a aparecer sopladuras en el producción terminada, con gran cantidad de no conformidades por este tipo de defecto, por lo que impide la exportación prevista en los diferentes planes productivos. Estas producciones no conformes la asimila el Taller General de Laminación (L-200T), donde son laminadas en barra corrugadas para el consumo nacional. Para la valoración económica tenemos en cuenta todas las no conformidades por sopladuras de los años 2007 y 2008, donde consideramos las utilidades obtenidas con relación al proceso de laminación.

#### **Cálculo del las Pérdidas por no Conformidades (sopladura). Datos: Año: 2007.**

- Acero terminado----- 11.0805, 60 t.
- Costo de producción de la palanquilla----- 184,57 (CUC/t.)
- Precio de venta exportación----- 800,00 (CUC/t).
- Precio de venta producción L-200T----- 236,00 (CUC/t).
- Cantidad de coladas----- 52 col.
- Producción no conforme----- 507,710 t.

#### **Año: 2008.**

- Acero terminado----- 109.258,11 t.
- Costo de producción de la palanquilla----- 213,0 (CUC/t.)
- Precio de venta exportación----- 648,00 (CUC/t).
- Precio de venta producción L-200T----- 236,00 (CUC/t).
- Cantidad de coladas----- 24 col.
- Producción no conforme----- 76,608 t.

Se determino la ganancia total de la producción exportable (palanquillas) por la relación del (Precio Venta – Costo de Producción) \* tonelaje de no conformidades. De esta forma se realiza para la producción de barras corrugadas en el L-200T, para los años 2007 - 2008 (Ver Anexo 3)

Se calcularon la diferencia de la ganancia totales que se obtendrían por la exportación y la que se obtuvo realmente en las barras corrugadas para el consumo nacional, para saber las perdidas por no conformidad en los años 2007 – 2008. (Ver Anexo 3)

Se determino una pérdida de **317.974,51CUC**, que representa **(1.44 CUC/t)** en los años 2007 – 2008, ya que estas producciones se concibieron inicialmente para la exportación y por consiguiente siempre estos aceros presentan un costo de producción mas alta que las producciones destinada al L-200T para la producción nacional (Ver anexo 4)

### **3.5 Relación Entidad-Comunidad-Medio Ambiente**

La introducción de mejoras tecnológicas en el equipamiento y la aplicación de innovaciones han permitido alejar al hombre del riesgo, mejorar los resultados productivos, y disminuir la agresión al medio ambiente, se dan soluciones en aras del desarrollado de la industria para alcanzar mayor eficiencia y eficacia en el trabajo con un mejor desempeño ambiental las que relacionamos a continuación.

- ✓ Se realizó la adquisición de un cargador equipo para la limpieza de la ventana de trabajo del Horno de Arco Eléctrico posibilitando la mejora de las condiciones de trabajo del colectivo así como la humanización de este, además logrando realizar las limpiezas en este agregado con mayor operatividad posibilitando disminuir los tiempos en este agregado.
- ✓ Adquisición de un equipo para la extracción de los residuales del proceso con mayor capacidad.
- ✓ Aplicación de la Tecnología de Escoria Espumosa que disminuye el consumo de energía en el HAE.
- ✓ Alternativa para la Tracción y Suministro de Chatarra al H.A.E.
- ✓ Soluciones alternativas para la adición de Cal al H.A.E. y para la reducción de costos en la producción de aceros.
- ✓ Recuperación de Boquillas para el corte de palanquillas.
- ✓ Modificación altura montaje de boquillas en artesas.
- ✓ Optimización del consumo de Energía en el proceso de ajuste y afino en el Horno Cuchara.
- ✓ Aplicación práctica del Diagrama de Causa y Efecto en la mejora de la calidad del producto final en Acinox.
- ✓ Mejoras tecnológicas en el vaciado continuo.
- ✓ Sustitución en el vaciado continuo del aceite de lubricación por polvo en la acería de Acinox-Tunas.
- ✓ Disminución de la presencia de Azufre en el acero a través de la carga metálica.

- ✓ Recuperación de banco de batería de los carros p/ cestas.
- ✓ Fabricación Aislantes cilíndrico mordaza del horno cuchara.
- ✓ Conjunto de soluciones carro de corte de la instalación de vaciado.
- ✓ Montaje de Topes Fijos y Móviles para evitar efecto sable en mesa de enfriamiento.
- ✓ Mejoramiento del sistema de enfriamiento de HC.
- ✓ Modificación de rótula de agua, enfriamiento encoder carro de corte.
- ✓ Modificación del sistema de agua para enfriamiento de IVC.
- ✓ La aplicación de la oleodinámica como solución al sistema de traslación del carro cuchara.
- ✓ Optimización del proceso de vaciado de acero en una máquina de producir planchones o palanquillas con un Twin.
- ✓ Modificación de estructura del Delta del HAE.
- ✓ Caracterización de las escorias del Horno Cuchara en el proceso de acero al carbono.
- ✓ Utilización del sistema de agitación con flujo direccional en las cazuelas de ACINOX-Tunas.
- ✓ Se han aplicado nuevas tecnologías como el Nuevo sistema de cálculo en el proceso de elaboración de acero en ACINOX-Tunas.
- ✓ Caracterización de las escorias del Horno Cuchara en el proceso de acero al carbono.
- ✓ Medidas mejorativas de la posición de mangueras de cilindros de cierre de corredera en los carros porta cuchara y modificación del diseño de los orificios de las tapas de artesas.
- ✓ Reducción de consumo portadores energéticos mediante uso de dispositivo de izaje para 6 palanquillas en la mesa de evacuación.
- ✓ Mejoras tecnológicas en la fabricación de artesas de placas frías con el objetivo de erradicar rebosamiento durante el proceso de vaciado.
- ✓ Recuperación de tapas de lingoteras y modificación del sistema de agarre de las telescópicas de los cierres de correderas.
- ✓ Modificación de Copling fijo y amplitud de las oscilaciones, en la cuna de oscilación, IVC.
- ✓ Innovación del sector fijo de IVC.
- ✓ Innovación de las cremalleras y excéntricas de ruedas guías de antorchas en carro de corte, IVC.
- ✓ Recuperación de rodamiento del manipulador, HAE.
- ✓ Recuperación MCD antorchas CC, IVC.
- ✓ Automatización de cierre contable de materiales en Acería.

- ✓ Conjunto de soluciones para la utilización de los tubos de acero negro Ø26 mm en el proceso de oxidación de H.A.E.
- ✓ Fabricación de plataforma para protección de plancha de ferrocarril y marmita en H.C. ante derrames de escoria.
- ✓ Modificación de tolva doble en H.A.E.
- ✓ Fabricación de dispositivo para el cambio de bloque punta de piquera.
- ✓ Recuperación de material de respaldo de artesas.
- ✓ Recuperación "in situ" de platillos de artesas.
- ✓ Conjunto de soluciones para el montaje de bloques en cazuelas.
- ✓ Incremento de vida útil de bloques cierre de corredera.
- ✓ Optimización y solución de la zona de almacenamiento en producto Terminado para producciones hacia laminación.
- ✓ Evaluación Integral de costos por atrasos de carga con existencia de chatarra en fosos.
- ✓ Mejoras tecnológicas en la formación de escorias metalúrgicas en el proceso de horno cuchara y su impacto en el medio ambiente
- ✓ Mejoras tecnológicas en el sistema de enfriamiento del circuito secundario de IVC.
- ✓ Optimización del peso del producto final en Acinox Las Tunas.
- ✓ Optimización del proceso de elaboración en el HAE utilización del equipo OLTEC
- ✓ Conjunto de soluciones en la maquinado de vaciado.
- ✓ Utilización de aluminio en el proceso de elaboración y afino del acero.
- ✓ Sistema informativo para la explotación eficiente de los materiales refractarios en la empresa Acinox – Las Tunas
- ✓ Montaje y puesta en marcha Quemador Vertical de Horno Cuchara.
- ✓ Recuperación sensor de Centelleo IVC.
- ✓ Modificación en rampa de HC para aumentar caudal.
- ✓ Solución a salideros por rótulas en IVC.

## **Conclusiones Parciales**

- ✓ Los resultados obtenidos en la evaluación de las causas y condiciones de la formación de sopladuras en el producto final así como el impacto de la industria en el medioambiente permiten constatar que existen deficiencias en el proceso de elaboración de acero así como los impactos de la industria en el medioambiente en ACINOX Las Tunas.
- ✓ Determinando los objetivos que integran la evaluación de los defectos así como los impactos de la industria en el medioambiente se podrán obtener productos con ventajas competitivas, ecológicas, económicas en el mercado.

## Conclusiones:

- ✓ Con la correcta identificación de los defectos en el producto final y los impactos de la industria en el medioambiente, los directivos podrán incorporar prácticas tecnológicas y de gestión medioambiental, como un factor de desarrollo estratégico y de competitividad.
- ✓ Con el análisis de la evaluación se permitió identificar las principales causas que propiciaban la formación del Defecto Sopladura las cuales incurren en el proceso tecnológico:
  - Altos tiempos de insuflado de Nitrógeno en el acero.
  - Baja disponibilidad de Oxígeno para la intensificación de la carga metálica.
  - Altos tiempos de proceso en el HAE y HC, provocados fundamentalmente por la IVC.
  - Altas adiciones de C-III para el ajuste del acero.
  - Altas temperaturas de vertido del acero a la cuchara, etc.
- ✓ Se comprobó que con la implantación de las nuevas Propuestas Tecnológicas se eliminara el defecto Sopladura dando una mayor calidad al producto final:
  - Utilización de Prerreducidos en la carga metálica del HAE para el control de Nitrógeno, principalmente para los aceros limitado en su composición química.
  - Tecnología de Insuflado de Nitrógeno en el Horno cuchara.
  - Cronología de Operaciones en el HC. Evolución de la temperatura y Nivel de Burbujeo (agitación).
  - Modernización de la Máquina de Vaciado Continuo.
- ✓ Se demostró que la organización por concepto de no conformidad debido al defecto Sopladura dejó de ingresar 317.974,51CUC, equivalente a 1.44 CUC/t.

## **Recomendaciones:**

- ✓ Adquirir el equipamiento idóneo para la realización del estudio de las Inclusiones no Metálicas.
- ✓ Tomar acciones correctoras en el área de Vaciado del acero de forma rápida y precisa tomando como base el Plan de Acción, para evitar pérdidas y producciones no conformes.
- ✓ Se le recomienda a la organización aplicar las Tecnologías Propuestas, para la obtención de mayores ventajas competitivas en el mercado intencional y nacional
- ✓ Empleo de la instalación VOHSD, que se encuentra en ACINOX-Tunas como VD para la Desgasificación de la acero u otra tecnología similar a esta, Instalación R.H.

## **BIBLIOGRAFIA:**

Albesa Hector, Madías Jorge, Dziuba Marcelo, Brandaleza Elena, Genzano Cristian. Curso sobre Fabricación de Aceros Calmados al Aluminio. 28 de Julio al 8 de Agosto de 2003. Inst. Argentino de Siderurgia. San Nicolas, Pcia de Buenos Aires, Argentina.

Control of nitrogen in Non-oriented Silicon Steel N.N. Jha, K.N.. Jha, K.B. Sahay and S. Chekroborty,.Research and development centre Iron and Steel, Steel Authority of India limited, Ranchi-83 4002. received 6 September 2002; in revised for January 2003.

Albún de Defectos de Productos Siderúrgicos Parte II. Semiproducto de la Colada Continua. LLOYD'S REGISTER QUALITY ASSURANCE. Altos Hornos Mediterráneo.

F. P. Edneral. Dr. en Ciencias Técnicas. B. V. Linchenkii. Profesor. Bobkobi. Dr. En Ciencias Técnicas. "Electrometalurgia del acero y las Ferroaleaciones " Moscú. "Metalurgia", 1997.

J. Abráis Barreiro. "Fabricación de Hierro, Acero y Fundiciones ". Tomo II. URMOS S.A EDICIONES. Teoría y Tecnología de la Fundición de Acero.

Kaoru Ishikawa. ¿Qué es el Control de la Calidad? (Modalidad Japonesa).

M. Bigieev. Teoría y Tecnología de la Fundición de Acero. Chilibabinskoie. 1998.

M. Ia. Medzhibozchkii. "Bases Termodinámicas y Cinéticas de los Procesos de Fundición de Aceros". Kiev-Dahiezk. Escuela Superior. 1986.

R. J. Fruehan. Ladle refining Furnaces for the Steel Industry CMPR, 1985.

Seminario ILAFA 1998. Ingeniería de Inclusiones como un PRE-requisito para Colada de Palanquillas.

Seppkow, Eloy Martínez, Cristiano Torcelli. CONCAST STANDARDS A.G, Suiza.

STS s. r. I SELECTED TECHNOLOGICAL SUPPLIES. Continuos Casting Of Steel. V. P. Grigoriev, I. M. Aleskin, V. F. Kravchenko, D. I. Borodin. "Metalurgia del acero". Metalurgia 1983.

***ANEXOS***

**RESOLUCIÓN No. 455 (2006)**

**POR CUANTO:** El Ministro de la Industria Sidero Mecánica ha solicitado al Ministro de Economía y Planificación la ampliación del objeto empresarial de la Empresa de Aceros Inoxidables de Las Tunas, integrada al Grupo de la Siderurgia ACINOX, subordinado al Ministerio de la Industria Sidero Mecánica.

**POR CUANTO:** Resulta necesario adicionar algunas actividades que no fueron recogidas en el objeto empresarial de la precitada entidad.

**POR CUANTO:** Corresponde al Ministerio de Economía y Planificación autorizar la creación, traspaso, fusión y extinción de las empresas, uniones de empresas y cualquier otro tipo de organización económica o unidad presupuestada, oído el parecer de los Ministerios de Finanzas y Precios, de Trabajo y Seguridad Social, de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente y de otros organismos, según corresponda, conforme a lo dispuesto en el inciso 7 del Apartado Segundo del Acuerdo del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros, de 25 de noviembre de 1994, para control administrativo Acuerdo No. 2818, adoptado de conformidad con las Disposiciones Finales Sexta y Séptima del Decreto-Ley No. 147 "De la Reorganización de los Organismos de la Administración Central del Estado", de 21 de abril de 1994.

**POR CUANTO:** El objeto empresarial es el documento rector único que define las transacciones de carácter económico que la empresa está autorizada a realizar en el país y su aprobación se realiza por el Ministerio de Economía y Planificación, a propuesta de los Organismos de la Administración Central del Estado o los Consejos de la Administración Provincial o los Jefes de otras entidades nacionales, según la política general para los objetos empresariales de las empresas estatales aprobada por el Grupo Gubernamental de Perfeccionamiento Empresarial el 13 de junio de 2002.

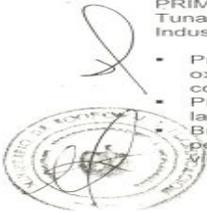
**POR CUANTO:** Por Acuerdo de 11 de Mayo de 1995 del Consejo de Estado de la República de Cuba, fue designado el que resuelve para ocupar el cargo de Ministro de Economía y Planificación.

**POR TANTO:** En uso de las atribuciones que me están conferidas,

**RESUELVO:**

**PRIMERO:** Ampliar el objeto empresarial de la Empresa de Aceros Inoxidables de Las Tunas, integrada al Grupo de la Siderurgia ACINOX, subordinado al Ministerio de la Industria Sidero Mecánica, por el siguiente:

- Producir y comercializar de forma mayorista excedentes de la producción de oxígeno, nitrógeno, argón y óxido de cal a terceros, en pesos cubanos y pesos convertibles.
- Producir y comercializar de forma mayorista aceros inoxidables, al carbono y laminación de acero, en pesos cubanos y pesos convertibles.
- Brindar servicios de alojamiento no turístico y gastronómicos asociados a éste, en pesos cubanos a entidades de la economía nacional y a técnicos extranjeros vinculados comercialmente con la empresa, en pesos convertibles.



- Brindar servicios de maquinado de piezas y accesorios; de mantenimiento y reparación a equipos electrónicos, automáticos y mecánicos, así como a máquinas herramientas y herramientas, en pesos cubanos y pesos convertibles.
- Brindar servicios de análisis químico cualitativo de aceros al carbono, aceros inoxidables, de escorias, ferro aleaciones y otros áridos; de análisis metalográfico, estudio micro estructural y macro estructural; de ensayos de resistencia mecánica, clasificación y caracterización de marcas de acero en barras, en pesos cubanos y pesos convertibles al costo.
- Brindar servicios de comedor y cafetería a sus trabajadores y a los trabajadores de otras entidades que radican en las instalaciones de la empresa en pesos cubanos, cobrándole a las entidades el per cápita en pesos convertibles aprobado.
- Brindar servicios de transportación ferroviaria y automotor de materias primas, materiales e insumos cumpliendo las regulaciones establecidas por el Ministerio del Transporte en pesos cubanos a entidades de la economía nacional.
- Brindar servicios de transportación de personal a sus trabajadores, en pesos cubanos.
- Comercializar de forma minorista productos agrícolas excedentes del organopónico de la empresa a sus trabajadores, en pesos cubanos.
- Prestar servicios de mantenimiento y reparación de enseres menores a sus trabajadores en pesos cubanos.

**SEGUNDO:** La presente Resolución surte efectos a partir de la fecha de su firma.

**COMUNIQUESE**, con remisión de copia de esta Resolución y del Dictamen, al Ministro de la Industria Sidero Mecánica, al Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros, a los Ministerios de Finanzas y Precios, de Trabajo y Seguridad Social y del Comercio Interior, al Banco Central de Cuba, a la Oficina Nacional de Estadísticas, al Registro Mercantil, a la Dirección de Industrias de este Organismo, y a cuantas más personas naturales o jurídicas deban conocerla.

**ARCHÍVESE** el original en el Departamento de Organización y Asesoría Jurídica de este Ministerio.

**PUBLIQUESE** en la Gaceta Oficial de la República.

Dada, en Ciudad de La Habana, a 21 de agosto de 2006

  
**JOSE LUIS RODRIGUEZ GARCIA**  
MINISTRO  
MINISTERIO DE ECONOMIA Y  
PLANIFICACION



## ANEXO 2 VERIFICACIÓN DE LAS NO CONFORMIDADES AÑO 2008.

Defectos	(t)	Frecuencia absoluta	Frecuencia absoluta acumulada (%)	Frecuencia relativa	Frecuencia Relativa acumulada (%)	Repetitividad
Sable	1117,339	319	319	43,3	43,3	6
Sopladura	887,124	197	516	26,7	70,0	9
Colada interrumpida	82,658	46	562	6,2	76,3	40
Grieta de esquina	895,582	42	604	5,7	82,0	44
Dimensión	204,979	40	644	5,4	87,4	46
Diagonalidad	242,946	39	683	5,3	92,7	47
Composición química	893,010	16	699	2,2	94,9	115
Daño del carro	31,700	12	711	1,6	96,5	153
Mezcla comp. química	47,352	12	723	1,6	98,1	153
Rechupe	6,650	4	727	0,5	98,7	459
Abombamiento	8,154	2	729	0,3	98,9	918
Flecha	22,344	2	731	0,3	99,2	918
Grieta central interna.	0,918	1	732	0,1	99,3	1835
Grieta longitudinal	1,33	1	733	0,1	99,5	1835
Incrustaciones escoria	1,596	1	734	0,1	99,6	1835
Marcas mecánicas	1,33	1	735	0,1	99,7	1835
Doble piel	3,192	1	736	0,1	99,9	1835
Sección	6,544	1	737	0,1	100	1835
Otros	0,000	0	737	0,0	100	
<b>Total</b>	<b>4454,748</b>	<b>737</b>				
<b>Total coladas</b>	<b>1835</b>					

**Periodo Registrado: 01/01/2008 al 31/12/2008**

**Verificador: Estudiante Universitario**

**Método: Revisión del expediente de colada**

**Periodicidad: 1 año**

### ANEXO 3 TABLAS VALORACION ECONOMICA

#### Pérdidas por no Conformidades en año 2007.

Marca Acero	Cant Col	Total no Confor. (t)	Exportación.		Nacional.	
			P/ Venta C/ Prod. (CUC)	Total (CUC)/Marca	P/venta C/ prod. (CUC)	Total (CUC)/Marca
			SAE-1039	27	345,880	616.00
NAVAL-A	12	38.304	616.00	23595	51.43	1969,97
SAE-1030M	5	44.470	616.00	27394	51.43	2287,09
A105	3	3.992	616.00	2459	51.43	205,30
F115	2	6.384	616.00	3933	51.43	328,32
SAE-1021	1	3.672	616.00	2262	51.43	188,85
SAE-10219M	1	10.198	616.00	6282	51.43	524,48
SAE-1025-CR	1	54.810	616.00	33763	51.43	2818,87
<b>Total.</b>	<b>52</b>	<b>507.710</b>	<b>616.00</b>	<b>312.502,96</b>	<b>51.43</b>	<b>26.090,950</b>

#### Pérdidas por no Conformidades en año 2008.

Marca Acero	Cant. Col.	Total no Confor (t)	Exportación.		Nacional.	
			P/ Venta C/ Prod. (CUC)	Total (CUC)/Marca	P/ Venta C/ prod. (CUC)	Total (CUC)/Marca
			NAVAL-A	13	41,496	435.00
S275JR	5	15,960	435.00	6943	23.00	367,08
S355J2G3	5	15,960	435.00	6943	23.00	367,08
SAE-1030	1	3,192	435.00	1389	23.00	73,416
<b>Total.</b>	<b>24</b>	<b>76,608</b>	<b>435.00</b>	<b>33 324,480</b>	<b>23.00</b>	<b>1761,984</b>

## ANEXO 4 TABLAS VALORACION ECONOMICA

### Resumen Pérdidas por no Conformidades en año 2007-2008.

Marca Acero	Cant Col.	Total No Conform (t)	Exportación	Nacional	Pérdidas no Conf.	Pérdidas no Conf.
			Total	Total	G. Exp. – G. Nac.	G. Exp. – G. Nac.
			(CUC/Marca)	(CUC/Marca)	(CUC/Marca)	(CUC/Marca)
SAE-1039	27	345,880	212816	17768,036	195048	4876191
NAVAL-A	12	38.304	23595	1969,975	21625	540632
SAE-1030M	5	44.470	27394	2287,092	25106	627661
A105	3	3.992	2459	205,309	2254	56344
F115	2	6.384	3933	328,329	3604	90105
SAE-1021	1	3.672	2262	188,851	2073	51828
SAE-10219M	1	10.198	6282	524,483	5757	143937
SAE-1025-CR	1	54.810	33763	2818,878	30944	773602
NAVAL-A	13	41,496	18051	954,408	17096	427409
S275JR	5	15,960	6943	367,080	6576	164388
S355J2G3	5	15,960	6943	367,080	6576	164388
SAE-1030	1	3,192	1389	73,416	1315	32878
<b>Total.</b>	<b>76</b>	<b>583,92</b>	<b>345.827,44</b>	<b>27.852,94</b>	<b>317.974,51</b>	<b>7.949.363</b>

### Resumen Pérdidas por no Conformidades en los años 2007-2008.

Años	Acero Term. (t)	Pérdidas (CUC/año)	Pérdidas (CUC/t)
2007	110.805,60	286. 412,01	2.58
2008	109. 288, 11	315.62,496	0.29
<b>Total.</b>	<b>220.093,71</b>	<b>317.974,51</b>	<b>1.44</b>