

República de Cuba
Ministerio de Educación Superior

Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa
“Dr. Antonio Núñez Jiménez”
Departamento de Metalurgia

Trabajo de Diploma

En opción al Título de Ingeniero Metalúrgico

Título: Análisis de las Potencialidades de Producción Más Limpia en la Planta de Lixiviación y Lavado.

Autor: Carlos Frank Hijes Naranjo.

Tutores: Lic.: Carmen Hernández Fernández.

Dr.C Eulicer Fernández Maresma

Moa /2009

*“Año del 50 Aniversario del
Triunfo de la Revolución”*



REPUBLICA DE CUBA
MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
INSTITUTO SUPERIOR MINERO-METALURGICO
“Dr. ANTONIO NÚÑEZ JIMÉNEZ”
FACULTAD METALURGIA-ELECTROMECHANICA
DEPARTAMENTO DE METALURGIA.

Trabajo de Diploma en opción al Título de Ingeniero
Metalúrgico.

Análisis de las Potencialidades de Producción Más Limpia en la Planta de Lixiviación y Lavado.

Autor: Carlos Frank Hijes Naranjo.

Tutores: Lic. Carmen Hernández Fernández.
Dr. C Eulicer Fernández Maresma.

CURSO 2008 - 2009
“AÑO DEL 50 ANIVERSARIO DEL TRIUNFO DE LA REVOLUCIÓN”
MOA – HOLGUIN

Declaración de Autoridad:

Yo: **Carlos Frank Hijes Naranjo**

Autor de este trabajo de diploma, certifico su propiedad intelectual a favor del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa Dr. Antonio Núñez Jiménez, el cual podrá hacer uso del mismo con la finalidad que estime conveniente.

Carlos Frank Hijes Naranjo

Lic. Carmen Hernández Fernández.

Dr.C Eulicer Fernández Maresma.

Julio del 2009.

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a todos aquellos que contribuyeron de una forma u otra a mi formación como profesional pero con dedicación especial a:

Mis padres. Cipriano Hijes Núñez y Celina Naranjo Fonseca. Que con tanta dedicación me han apoyado en mi carrera.

Mis hermanos. Cipriano, Idalmis e Idania. Por su contribución en todo lo necesario.

A Laritza Gonzáles Astorga que ha apoyado al máximo mis aspiraciones.

*Mis tutores. Lic. Carmen Hernández Fernández.
Dr. C Eulicer Fernández Maresma. Por su preciado tiempo y dedicación.*

A la Revolución, pues gracias a ella contamos con todos los medios posibles para llegar a ser futuros profesionales.

A todos muchas Gracias.

Carlos Frank Hijes Naranjo.

PENSAMIENTO

“ Hay que trabajar para enriquecer los conocimientos adquiridos durante los estudios, para saberlos aplicar en la práctica de manera creadora y recordar que la realidad es siempre mucho más rica que la teoría, pero que la teoría es siempre imprescindible para desarrollar el trabajo profesional de un modo científico”.

Fidel Castro Ruz.

Carlos Frank Hija Naranjo.

RESUMEN.

El presente trabajo de diploma tiene como objeto de estudio la Planta de Lixiviación y Lavado de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara. En ella se realizó un estudio del estado del arte enfatizando en el tema de Producciones Más Limpias, el cual se investigó a diferentes niveles internacionales y nacionales.

Se adoptó una metodología para la evaluación rápida en plantas que permitió visualizar los principales problemas tecnológicos, medios ambientales y de salud de la planta y sus trabajadores. Además se realizó el cálculo de flujos del proceso y se trabajó con el Software Ecoinspector 2.1, permitiendo identificar las principales opciones de Producción Más Limpia y las acciones a realizar en vista del mejoramiento del proceso productivo.

Se realizó un análisis económico en vista a las principales pérdidas anuales de la entidad referida.

Palabras claves: Producciones Más Limpias, Problemas Tecnológicos, Planta Lixiviación y Lavado.

ABSTRACT.

The present Lixiviation and Washing plant of the Company Commandant Ernesto Ché Guevara has work of diploma like object of study. A study of status of art emphasizing in More Clean Productions theme came true in her, the as different international levels and nationals were investigated.

A methodology for the fast evaluation in plants that he permitted embraced visualizing the principal technological, halfway environmental and health problems of the plant itself and his workpeople. Besides the calculation of flows of process came true and I work with the Software Ecoinspector 2.1, permitting to identify More Clean Productions principal options and the stock to realize in view of the improvement of productive process.

An economic analysis of the entity's referred principal yearly losses came true.

Key words: More Clean Productions, Technological Problems, Plant Lixiviation and Washing.



TABLA DE CONTENIDO.

Introducción.....	3
CAPÍTULO I. ESTADO DEL ARTE DEL TEMA.....	10
I.1 Introducción.....	10
I.2 Antecedentes y revisión bibliográfica.....	11
I.3 Producción Más limpia.....	14
I.3.1 Principios de Producción Limpia y vínculos con el desarrollo sostenible.....	17
I.4- Metodología de P + L para la Evaluación de la Planta de Lixiviación y Lavado.....	19
I.4.1- Antecedentes.....	19
I.4.2- Metodología seleccionada para la Evaluación Rápida en Planta (ONUDI, 2001).....	22
I.5- Flujo Tecnológico de la Planta de Lixiviación y Lavado.....	24
I.5.1- Descripción del proceso tecnológico y factores que influyen en el desarrollo de la lixiviación y lavado.....	28
Conclusiones.....	40
CAPÍTULO II. MÉTODOS Y MATERIALES.....	41
II.1 Introducción.....	41
II.2 Seguridad, Salud y Medio Ambiente. (Ver anexo 32).....	41
II.3- Caracterización del Medio Ambiente Laboral y Seguridad Industrial de la planta.....	46
II.3.1- Modificaciones tecnológicas introducidas en el proceso minero-metalúrgico durante el período 1998-2003 que han influido en la calidad ambiental. Planta de Lixiviación y Lavado.....	49
II.3.2- Inventario de fuentes contaminantes en la planta y áreas de trabajo. Relación de no conformidades (Identificación de Impactos). Planta de Lixiviación y Lavado.....	50
II.3.3 - Principales Impactos Ambientales detectados durante la evaluación rápida in situ. Planta de Lixiviación y Lavado.....	51



II.4-Focos de emisión de contaminantes.....	53
II.5- Balance de Materiales en la Planta de Lixiviación y Lavado.....	57
II.6- Hojas de trabajo del software.....	62
II.7- Conclusiones.....	76
CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	77
III.1- Introducción.....	77
III.3 - Opciones de PML y Medidas Principales a UBP/ Lixiviación y Lavado.....	83
III.4- Plan de contingencia de la planta de Lixiviación y Lavado. 2009.....	86
III.5- Conclusiones.....	88
CAPÍTULO IV. VIABILIDAD ECONÓMICA.....	89
IV.1 - Introducción.....	89
IV.2 - Hojas de cálculo Excel. Cálculo económico.....	89
IV.3 - Conclusiones.....	90
CONCLUSIONES GENERALES DEL TRABAJO DE DIPLOMA.....	91

Introducción.

La industria cubana del níquel desempeña un papel importante dentro de la economía nacional, es por ello que el incremento de la eficiencia de los diferentes procesos que la componen incide considerablemente en la reducción de contaminantes y del consumo de portadores energéticos. Actualmente se encuentra enfrascada en dos grandes procesos: el de modernización de sus plantas, con el objetivo de disminuir los costos de producción de cada tonelada de níquel y el perfeccionamiento empresarial para hacerla más competitiva en el mercado internacional. (MESA REDONDA. ENERO 30 DEL 2001).

La empresa estatal socialista Comandante Ernesto Che Guevara, dedicada a la obtención del concentrado de níquel más cobalto con tecnología carbonato amoniacal, la cual se ha desarrollado profundamente a partir de la década pasada y se refleja en los índices de producción logrados en ella, que sin lugar a dudas han contribuido exitosamente a la reanimación de nuestra economía, dando valiosos aportes económicos en aras del desarrollo social. Esta empresa constituye el **Objeto de Investigación**, especialmente la Planta de Lixiviación y Lavado.

La misma tiene como antecedentes que en diciembre de 1972 se acordó entre los gobiernos de la URSS y la República de Cuba la colaboración técnica para la rehabilitación de las fábricas níquelífera de Moa y Nicaro y la construcción de una nueva fábrica de Níquel en Punta Gorda.

En agosto de 1973 se elaboró el contrato # 60800 por el Instituto Cubano de Importación para la Minería y la Metalurgia de la República de Cuba y la Asociación Nacional de la URSS, para la elaboración del proyecto técnico de la fábrica níquelífera de Punta Gorda. Dicho contrato sirvió como base para la proyección de esta fábrica.

El manual de operaciones de la planta de producción de la Fabrica de Ni de Punta Gorda está confeccionado sobre la base del proyecto técnico elaborado



por el Instituto “Cuproníquel” en los años 1974 –1978, y también sobre la base de la documentación técnica de datos prácticos de la fábrica René Ramos Latourt de Nicaro. Es uno de los documentos principales que describen el proceso tecnológico de las plantas.

El área de construcción de la fábrica se encuentra al norte del yacimiento de mineral de Punta Gorda, provincia de Holguín en la costa norte del Océano Atlántico entre los ríos Moa y Yagrumaje, a 4 Km de la ciudad de Moa y a 2 Km del pueblo de Punta Gorda. El puerto marítimo está a unos 3 Km al noroeste de la fábrica.

El esquema tecnológico de la fábrica de Ni de Punta Gorda está basado en el esquema de lixiviación carbonato – amoniacal del mineral reducido, o proceso Carón.

Esta tecnología estudiada y aprobada en la práctica durante muchos años en la República de Cuba, ha funcionado según dicho esquema en la fábrica de Nicaro fundada en los años de la Segunda Guerra Mundial.

En la ex república socialista de Checoslovaquia está funcionando una fábrica cuyo esquema tecnológico está basado en la tecnología carbonato – amoniacal de procesamiento de minerales oxidados.

En Australia también existe una fábrica cuyo esquema en lo fundamental es análogo al esquema utilizado en Nicaro.

La decisión de utilizar el proceso de lixiviación carbonato – amoniacal en la fábrica Punta Gorda se explica por las ventajas propias de esta tecnología. Es un proceso continuo que se realiza en las condiciones de presión atmosférica. El equipamiento tecnológico del proceso se distingue por su sencillez y amplia utilización de equipamientos conocidos (hornos de soleras múltiples, espesadores, columnas de destilación, etc.). Estas características favorecen una producción con alto nivel de mecanización y automatización. El esquema amoniacal admite el procesamiento de mezclas de minerales limoníticos y



serpentiniticos, mientras que el esquema por ejemplo de lixiviación ácida a presión permite solamente el procesamiento de la fracción limonítica.

Tomando en consideración el déficit de energía eléctrica en Cuba, el proceso hidro y piro metalúrgico amoniaco consume mucha energía eléctrica, sin embargo, tiene muchas ventajas sobre el proceso hidrometalúrgico.

Otro de los factores ventajosos de la aplicación de la tecnología amoniaco en la fábrica de Punta Gorda es la experiencia que se ha acumulado durante el proceso de explotación de la fábrica de Nicaro.

El producto final de las fábricas; sinter de Ni, sulfuro de Ni, sulfuro de Ni + Co, son productos estables de exportación en el mercado mundial.

Se planifica la perfección gradual de la tecnología amoniaco en los próximos años de acuerdo con los resultados prácticos que se obtienen en la fábrica. Se contempla la extracción complementaria del cobalto en el concentrado de licor. El complejo minero – metalúrgico de níquel de la fábrica de Punta Gorda comprende las siguientes entidades:

- Planta de Mina.
- Planta de Preparación de Mineral.
- Planta de Hornos de Reducción.
- Planta de Lixiviación y Lavado.
- Planta de Recuperación de Amoniaco-Cobalto.
- Planta de Calcinación y Sinter.
- Planta Termoeléctrica.
- Planta de Tratamiento de Agua.
- Presa de Cola.
- Unidad Básica de Abastecimiento.
- Unidad Básica de Mantenimiento.
- Unidad Básica de Servicios Técnicos a la Producción.

- Unidad Básica de Seguridad, Salud y Medio Ambiente.
- Laboratorio químico.

Recibe los servicios de otras entidades de la Unión del Níquel:

- Empresa Mecánica del Níquel.
- Empresa Puerto Moa, recepción y almacenamiento de petróleo y amoniaco.
- Empresa de Servicios de la Unión del Níquel, alimentación y transporte.
- Empresa de Protección del Níquel.

En la actualidad es la mayor productora de Níquel de nuestro país y ha incrementado su capacidad en los últimos años, actualmente se encuentra trabajando por encima de su capacidad de diseño, haciendo grandes aportes a nuestra economía, pero al mismo tiempo representa una de las principales fuentes de consumidores de energía eléctrica, de ahí que no han sido pocos los esfuerzos que se realizan en aras de disminuir los costos de producción mediante la búsqueda de tecnologías más eficientes sin grandes inversiones de capital, teniendo en cuenta la salud de los trabajadores y los altos índices de contaminación.

De lo contrario, esto implicaría directamente en el Medio Ambiente y en los problemas de salud a corto plazo causados por la exposición a disolventes orgánicos, partículas de polvo y otros contaminantes emitidos durante procesos productivos o en los residuos, que pueden desembocar en enfermedades diversas del sistema respiratorio, reproductivo, inmunológico y nervioso.

A medio y largo plazo, la acumulación de sustancias como metales pesados, etc. en los tejidos producen enfermedades crónicas e incluso letales como el cáncer. Algunas de las relaciones causa-efecto no se han podido determinar aún con total certeza, pero lo que sí se puede documentar es el nacimiento continuo de nuevas enfermedades.

Por otra parte, el transporte de materias primas y de residuos peligrosos representa un peligro para las poblaciones y el entorno natural expuesto



durante dicho tránsito. Las fugas, escapes o accidentes no son ningún fenómeno infrecuente, por lo que habría que evitar o reducir al máximo el desplazamiento de materiales o residuos peligrosos, y en este sentido se convierte en una necesidad insoslayable.

Los diferentes sistemas de tratamiento que las industrias han ideado no representan una solución para la generación de residuos, vertidos o emisiones peligrosas, puesto que no consiguen que éstos desaparezcan: sólo son transformados para ser "asimilados" con mayor facilidad por la atmósfera, el agua o el suelo. Estos medios poseen unos límites de absorción de toxicidad antes de sufrir efectos graves y/o irreversibles, niveles que en la mayoría de los casos ya han sido rebasados. (GERHARD VOGEL, 1991).

En nuestro país se vienen desarrollando trabajos a partir del término de Producción Más limpia, el cual no ha alcanzado su máximo esplendor y en la mayoría de las empresas, como la Che Guevara, no se tiene un adecuado conocimiento de lo que es la (P+L).

Constituyen aspectos fundamentales de la producción limpia evitar el *derroche de los recursos naturales*, particularmente de los no renovables, *reducir la generación de residuos, vertidos líquidos y emisiones*, y *preservar las propiedades inherentes del planeta a escala global*: biodiversidad, capacidad de biodegradación de los contaminantes, una calidad atmosférica que permita, entre otras funciones, la regulación de la temperatura, la presencia de oxígeno o la protección de los seres vivos frente a los rayos solares, etc. (JORGE RIECHMANN 1996).

La producción limpia ha de lograrse en un marco de respeto a la salud de los trabajadores y ciudadanos, sus opciones vitales, su trabajo y su cultura, además del respeto por el medio ambiente. La *información y participación social* en todas las decisiones que afectan su calidad de vida deberían considerarse un derecho. (JORGE RIECHMANN 1996).



Se presenta como **Situación Problemática** la necesidad de análisis de las potencialidades de Producción Más Limpia en la Planta de Lixiviación y Lavado de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara.

El desconocimiento de la importancia del análisis de las potencialidades de Producción Más Limpia en la Planta de Lixiviación y Lavado de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara para el proceso productivo es el **Problema** a resolver.

La producción limpia, desde un punto de vista más práctico, debe considerarse como el tránsito desde la estrategia de control de la contaminación hacia la de *prevención*. Se trata de evitar que los daños surjan, y no de intentar *repararlos a posteriori*. Esta transición progresiva deberá constituir un elemento clave en la planificación de cada fase del sistema productivo. (GERHARD VOGEL, 1991).

Surge entonces la **Hipótesis Científica** que si se realiza el análisis de las potencialidades de Producción Más Limpia en la Planta de Lixiviación y Lavado perteneciente a la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara, aplicando el Software Ecoinspector 2.1, es posible determinar su influencia en el proceso productivo y se podrían mejorar las condiciones de trabajo en la misma.

Quizás no podamos aspirar a producir sin residuos, pero si podemos producir sin contaminación, es decir sin residuos inasimilables para la naturaleza y dañinos para los seres vivos. (BARRY COMMONER, 1992).

El **Objetivo Científico** es determinar la posibilidad de Producir Más Limpio en la Planta de Lixiviación y Lavado tomando como base los resultados obtenidos.

Para ello se trazaron las siguientes **Tares de Investigación**:

1. Investigar las fuentes de información relacionadas con la Planta de Lixiviación y Lavado y PML y establecer el balance de flujos del proceso tecnológico de la misma.

2. Los datos obtenidos serán evaluados a partir del Software Ecoinspector 2.1 mediante el cual se estimarán las potencialidades de P+L de acuerdo a los problemas detectados.
3. Breve discusión de las áreas y procesos con mayores potencialidades de P+L.

El trabajo se apoyará en los **Métodos de Investigación Científica** tales como el **Histórico - Lógico**, que se utiliza porque permite comprender el objeto de estudio en su desarrollo, su historia y su lógica mediante el conocimiento de las distintas etapas del objeto en su sucesión cronológica.

Se utilizarán además los Métodos Teóricos:

El enfoque sistémico, para estudiar integralmente todos y cada uno de los procesos que se ejecutan en la Planta de Lixiviación y Lavado utilizados en la tecnología Carón y buscar los nexos entre ellos para la comprensión eficaz del flujo tecnológico.

La modelación, para modelar el conjunto de etapas y para la obtención de los factores de emisión, así como para la estimación de las emisiones para cada contaminante específico.

Empíricos:

La observación científica, permitirá constatar el tratamiento que se le da a las emisiones de los contaminantes evaluados dentro del estudio en los diferentes procesos productivos de la planta.

La medición como método fundamental para determinar los datos necesarios usados en el análisis de las potencialidades de producción más limpia.

El criterio de expertos, para determinar los datos de actividades de las diferentes etapas del proceso productivo y los valores de las incertidumbres asociadas a los mismos.

CAPÍTULO I. ESTADO DEL ARTE DEL TEMA.

I.1 Introducción.

En la actualidad, las afectaciones producidas al medio ambiente, dañando ecosistemas, hábitat, flora y fauna, así como la vida y supervivencia del ser humano como especie, son producidas en gran parte por el desarrollo desordenado de los grandes países industrializados y de sus sistemas de producción, esforzados en sacar la mayor cantidad de provecho de la madre tierra sin importarle sus consecuencias, solo algunos con visiones futuras se preocupan por tales desastres, invirtiendo en tecnologías y procesos eficientes desde un punto de vista ecológico, pero son pocos los esfuerzos realizados hasta el momento.

En cambio, los países en desarrollo con tecnologías atrasadas tratan de sobrevivir en la escala del desarrollo y del mercado mundial, en ocasiones dejando a un lado las inversiones en tecnologías más eficaces y menos contaminadoras por problemas económicos, contribuyendo también en la destrucción paulatina del planeta.

Es por ello que se hace necesario buscar alternativas para tratar de producir sin contaminación, una de ellas surge y se desarrolla paulatinamente en la conciencia de los hombres, la de producir limpio, por lo que las tendencias actuales son de Producción Más Limpia, para evaluar sistemas, plantas, fábricas, etc.; en busca del mejoramiento humano y garantizando la vida futura.

El Objetivo del capítulo es establecer los fundamentos teóricos y metodológicos que permitan la realización de un análisis de las potencialidades de Producción Más Limpia en la Planta de Lixiviación y Lavado de la Empresa “Cmdt. Ernesto Che Guevara”.

1.2 Antecedentes y revisión bibliográfica.

La revisión bibliográfica realizada se encaminó en función de dos aspectos fundamentales: los estudios que describen los diferentes aspectos teóricos y las investigaciones, guías y manuales que aportan las bases metodológicas para esta investigación. Para ello se presentan los resultados en tres niveles diferentes atendiendo a su alcance, los estudios llevados a cabo por instituciones internacionales, los realizados por instituciones nacionales y los realizados en el territorio de Moa. Esto permitirá conformar el estado del arte de la temática e identificar las posibilidades concretas para la realización de este tipo de estudios en nuestro país y específicamente en Moa.

Los avances que en materia de programas y políticas de producción más limpia se han adelantado, en los últimos años, son aplicaciones de los lineamientos, objetivos y compromisos que se establecieron en la Cumbre para la Tierra de 1992, donde se hace referencia a algunos tópicos relacionados con el tema. *Para más especificaciones de lo que a continuación se muestra. Ver anexos.*

Proyectos:

Brasil. [TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA PARA UNA GESTIÓN ECO EFICIENTE EN CADENAS DE VALOR](#)

Argentina. 26 jun, 2008. [PROMOCIÓN RESPONSABILIDAD SOCIAL Y AMBIENTAL EN PYMES Y ENTIDADES FINANCIERAS >>](#)

Surinam. 24 ago, 2007. [MÉTODOS PRODUCCIÓN ECO-EFICIENTE Y MANEJO DESECHOS PARA PRODUCTORES DE PODOSIRI >>](#)

Chile. 14 jun, 2006. [PROMOCIÓN DE OPORTUNIDADES DE MERCADO PARA ENERGÍA LIMPIA >>](#)

(México). [CENTRO MEXICANO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA.](#) **(Anexo 1).**

[PARAGUAY.](#) Premio Nacional a la Producción más Limpia. **(Anexo 2)**

Ecuador. Programa de capacitación a empresas en Producción más Limpia. [\[WWW.ECUADORAMBIENTAL.COM IMAGEN CONTACTO\]](#) **(Anexo 3)**

Suiza apoya producción más limpia en Latinoamérica. Enlaces. [CENTRO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA, SECO. MÁS SOBRE EL PROTOCOLO DE KIOTO \(ESPAÑOL\)](#) Portal. SICA. [\[WWW.SICA.INT\]](#). **(Anexo 4)**

Ecología urbana en [BOGOTÁ](#). **(Anexo 4.1)**

Comisión Intersectorial de Producción más Limpia de [EL SALVADOR](#) avanza hacia su oficialización, 01 de mayo de 2009–CCAD Área: Medio Ambiente. **(Anexo 5)**

[ECUADOR](#). Producción más limpia. La oportunidad del planeta. **(Anexo 6)**

Compromisos. República Dominicana con la P+L: [WWW.OPTIC.GOV.DO](#) **(Anexo 7)**

Causas del deterioro ambiental en [COLOMBIA](#). **(Anexo 8)**

[CENTRO GUATEMALTECO](#) de producción más limpia. [\(CGP+L\)](#). **(Anexo 9)**

Cuba.

La Red Nacional de Producción Más Limpia (RNP+L) de Cuba se crea como parte del Programa de Centros y Redes de Producción Más Limpia de la [ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL \(ONU DI\)](#), que abarca más de 30 países. [SITIO WEB](#). **(Anexo 10)**

La Empresa Comercializadora y Distribuidora de Medicamentos (EMCOMED), en Camagüey, ejecuta un proceso de implantación del Sistema de Gestión Ambiental (SGA). Tomado de: [ADELANTE DIGITAL](#) **(Anexo 11)**

Empresa Industrial de Cítricos Contramaestre. El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente otorgó el Premio Nacional de Medio Ambiente, correspondiente al año 2005, a la [EMPRESA INDUSTRIAL DE CÍTRICOS CONTRAMAESTRE](#), del Grupo Empresarial Frutícola del Ministerio de la Agricultura. [\(WWW.GRANMA.CU\)](#) **(Anexo 12)**

[LA INDUSTRIA CUBANA LOGRA PRODUCCIONES](#) más limpias En unos cinco años se han dejado de verter 8 000 toneladas de CO₂ y ahorrado más de 5 400 metros cúbicos de agua, entre otros indicadores. [\(WWW.GRANMA.CU\)](#) **(Anexo 13)**

Culmina el Taller de Producción Más Limpia y Consumo Sustentable dirigido a especialistas de la Unión Eléctrica. AMA 20-11-08 [ANUNCIO](#) Red Nacional de Producción Más Limpia. Cuba [PML@AMA.CU](#) **(Anexo 14)**

[ESPECIALISTAS DE LA RED](#). **(Anexo 15)**

Se realizaron talleres sobre Concienciación y preparación para Emergencias a Nivel Local [\(APELL\)](#) en las ciudades de Guayaquil y Quito, Ecuador y La

Habana, **Cuba**. Como resultado de estos talleres se logró la identificación de los riesgos tecnológicos que pueden llegar a afectar a las comunidades, así como establecer programas bianuales que darán como resultado la elaboración de los Atlas Regionales de Riesgo. (WWW.GRANMA.CU) **(Anexo 16)**.

El ingeniero Florentino Chacón, Oficial del PROGRAMA DE LA ONUDI EN CUBA, inauguró la mesa redonda que el evento dedicó a la Producción Más **Limpia**. **(Anexo 17)**

Medidas de producción más **limpia** en INSTALACIONES PETROLERAS CUBANAS. AMBIENTE ECOLÓGICO, 2009. **(Anexo 18)**

Mejora del proceso de elaboración de GALLETAS CUBANAS. **(Anexo 19)**

Se realizó una explicación de la génesis de la formación y trabajo del Proyecto de la RED DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (PML) DE CUBA. **(Anexo 20)**

Acciones de "PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA" implementada en las industrias que bordean la costa, con el fin de reducir la carga contaminante, y el manejo adecuado de los desechos sólidos urbanos. ECONOMÍA AMBIENTAL, 2009. **(Anexo 21)**.

PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA DESTILERÍA HERIBERTO DUQUESNE. **(Anexo 22)**

Programa de PML DE ONUDI EN AMÉRICA CENTRAL. **(Anexo 23)**

Para esta búsqueda, se visitaron diferentes *sitios web nacionales e internacionales, direcciones electrónicas, etc.* los cuales serán mostrados en la bibliografía.

Como se puede apreciar, se realiza un esfuerzo por mejorar las condiciones del planeta y de vida de las personas, así como de perfeccionar las empresas y procesos a partir de Producir Más Limpio. En los últimos tiempos, nuestro país trabaja por implementar y mejorar en las empresas los beneficios de una producción más limpia, partiendo del ahorro, la racionalización, aumentando la eficiencia a todos los niveles, concientizando en los trabajadores la idea de obtener buenos resultados a partir del concepto de P M L.

Es por ello que el presente trabajo trata de acercarse a estos beneficios aplicándolos en la industria del Níquel y más exactamente en aquellas plantas o procesos donde se sabe que son altos consumidores de recursos y energía,

que son además altos contaminadores del medio ambiente y de la salud de sus trabajadores. Se refiere a la Planta de Lixiviación y Lavado de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara.

En el ámbito Moense se analizaron las tesis de grado realizadas por el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa: (RODRÍGUEZ BLANCO, Y. 1985; PILETA TORRES, 1989; DA CRUZ CUDELA, 2000; BREFF SUAREZ, 2000; POMPA LARRAZABAL, M. 2001; SEVILA RODRÍGUEZ, 2004; DOMÍNGUEZ ORO, SURELIS, 2008.); ISAGUIRRE BONILLA, C, 2004. Los trabajos realizados no tienen una idea de integración para con el término de Producción Más Limpia.

Se estudió el flujo tecnológico de la planta; el cual en algunos aspectos ha sido modificado según las exigencias de la industria en materia de rendimiento y aprovechamiento, así como en materia de Medio Ambiente y Contaminación Industrial ocasionado por la misma.

Se trabajará con un Software Suizo diseñado en la Universidad de Ciencias Aplicadas de Basilea, 2003; el cual nos dará ponderaciones, tablas, gráficos, los cuales nos permitirán un análisis más detallado para poder encontrar soluciones y aplicaciones de producciones más limpia en dicha planta.

1.3 Producción Más limpia.

La Producción Más Limpia es, según el (PNUMA, 2001). (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, a los productos y a los servicios para aumentar la eficiencia total y reducir los riesgos a los seres humanos y al ambiente. La Producción Más Limpia se puede aplicar a los *procesos* usados en cualquier industria, a los *productos* mismos y a los distintos *servicios* que proporciona la sociedad.

Para los procesos de producción, la Producción Más Limpia resulta a partir de una o la combinación de: conservación de materias primas, agua y energía; eliminación de las materias primas tóxicas y peligrosas; y reducción de la



cantidad y la toxicidad de todas las emisiones y desperdicios en la fuente durante el proceso de producción.

Para los productos, la Producción Más Limpia apunta a la reducción de los impactos ambientales, en la salud y en la seguridad de los productos durante el total de su ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas, a través de la fabricación y el uso, hasta la disposición “última” del producto.

Para los servicios, la Producción Más Limpia implica la incorporación de las preocupaciones ambientales en el diseño y entrega de los servicios.

La Producción Más Limpia describe un acercamiento preventivo a la gestión ambiental. No es ni una definición legal ni científica que se pueda diseccionar, analizar o someter a disputas teóricas. Es un amplio término que abarca lo que algunos países/instituciones llaman: Ecoeficiencia, minimización de residuos, prevención de la contaminación, o productividad verde.

La Producción Más Limpia no niega el crecimiento, insiste simplemente en que este crecimiento sea ecológicamente sostenible. No debe ser considerada solamente como una estrategia ambiental, ya que también está relacionada con las consideraciones económicas.

En este contexto, los residuos son considerados como “productos” con valor económico negativo. Cada acción que se realice con el fin de reducir el consumo de materias primas y energía, y para prevenir ó reducir la generación de residuos, puede aumentar la productividad y traer ventajas financieras a la empresa.

La diferencia clave entre el *Control de la Contaminación* y la *Producción Más Limpia* está basada en el tiempo. El control de la contaminación es acercamiento después del evento, “reaccione y trate”. La Producción Más Limpia es una filosofía de mirar hacia delante, “anticipe y prevenga”.

Producir limpio es:

- Reducir el volumen de residuos que se generan.
- Ahorrar recursos y materias primas.
- Ahorrar costos de tratamiento.
- Modernizar la estructura productiva.
- Innovar en tecnología.
- Mejorar la competitividad de las empresas.

PML implica.

- "Repensar" los productos, los procesos y las pautas de comportamiento.
- Aplicar PML a la prevención y al tratamiento.
- Pensar en la afectación a cadenas de valor anterior y posterior.
- Mantener o aumentar la competitividad.
- Viabilidad técnica.
- Viabilidad económica.
- Disponibilidad.

En los procesos implica:

- Conservar materias primas.
- Conservar agua y energía.
- Eliminar materias primas tóxicas.
- Reducir cantidad y toxicidad de los residuos y de las emisiones al agua y a la atmósfera.

En los productos implica:

- Reducir los impactos a lo largo de su ciclo de vida, desde la obtención de las materias primas hasta el residuo final.

Las tecnologías limpias son medios y estructuras puestos en práctica en las diferentes actividades industriales, con el objetivo de reducir las emisiones contaminantes. CNPMLTA- PNUMA, 2001).

I.3.1 Principios de Producción Limpia y vínculos con el desarrollo sostenible.

Se afirma que los sistemas de producción deberían basarse en cuatro principios: Precaución, Prevención, Integración y Democracia. (SINDICATO BRITÁNICO MSF, 1994).

- **Principio de precaución.** Cuando tratamos con incertidumbre científica, en relación tanto con el riesgo ocupacional como medioambiental, y mientras esperamos a que nuevas investigaciones reduzcan dicha incertidumbre, ante la duda científica debe prevalecer la protección a las personas y al planeta. La producción limpia actúa para reducir los efectos sobre el medio ambiente sin esperar a tener evidencia de daños serios.
- **Principio de prevención.** Resulta más barato y más fácil prevenir daños ecológicos, que crearlos y después intentar "remediarlos".
- **Principio de integración.** Únicamente un estudio integrado del sistema productivo puede prevenir la contaminación del medio, evitando que la contaminación generada se transfiera de un medio a otro. Para tomar en consideración todos los aspectos potenciales de contaminación, deberán incluirse los siguientes aspectos:
 - todos los flujos de materia y energía.
 - el ciclo completo de vida de los productos, mediante el "análisis de ciclo de vida".
 - flujos de materia/energía hacia todos los sistemas medioambientales.

- el impacto económico del cambio a producción limpia. La economía y el medio ambiente han de estar integrados en el mismo concepto, puesto que la naturaleza de nuestro sistema económico es lo que determina el impacto ecológico.
- **Principio democrático.** Para el desarrollo de tecnologías limpias será necesario el trabajo de expertos y técnicos. Pero en realidad son los trabajadores/as de la línea de producción quienes conocen cómo se realiza el trabajo en la práctica y, por tanto, quienes se encuentran en la mejor posición para identificar las posibilidades de minimización de residuos, vertidos, emisiones o exposición a sustancias peligrosas. La experiencia de los proyectos de producción limpia llevados a cabo.

El otro aspecto importante del principio democrático es que la producción limpia tiene que involucrar a todos los ciudadanos en cuanto a que deben consumir conscientemente, eligiendo productos más respetuosos con el medio ambiente, y cuando sea necesario modificando estilos de vida y sistemas de valores, de forma que satisfagan sus necesidades con un menor consumo de energía y materias primas (y productos no contaminantes).

Vínculos con el desarrollo sostenible.

Se vincula con la [AGENDA XXI](#); el plan de actuación para el siglo XXI aprobado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medioambiente y el Desarrollo ([CNUMAD](#)), [1992](#). Celebrada en Río de Janeiro en junio de 1992.

El concepto de desarrollo sostenible ha sido y continuará siendo materia de arduos debates y conflictos, que en parte se han centrado en el aspecto semántico. Como objetivo, el desarrollo sostenible es el que satisface las necesidades de las generaciones presentes y futuras. Como proceso, implica la adopción de políticas en las que se tomen en consideración no sólo los factores económicos, sino también los aspectos sociales y ambientales.

Se analizó además [RICARDO L.P, 2003](#). [UNEP, 1987](#). [CLEANER PRODUCCIÓN, 1996](#). [CUBA, NC 138, 1993](#). [CUBA, NC, 1999, PCDS, \(S/A\)](#). [CITMA, \(CIGEA\), 1998](#).

I.4- Metodología de P + L para la Evaluación de la Planta de Lixiviación y Lavado.

I.4.1- Antecedentes.

La Producción Más Limpia también se conoce por los términos: “Prevención de la contaminación”; que es la utilización de materias, procesos o prácticas que disminuyen o eliminan la creación de contaminantes en la fuente de origen. Otro objetivo es la minimización de residuos; la reducción, hasta donde sea posible de los residuos riesgosos que se generan o que posteriormente se tratan, clasifican o tiran. [\(PNUMA, 1998\).](#)

La Producción Más Limpia también se conoce por: “Ecoeficiencia”; es la forma más rentable de explotar los servicios y procesos, y de desarrollar y fabricar productos donde se evitan los costos por conceptos de disposición de desperdicios y emanaciones y se evitan los impactos negativos al medio ambiente fundamentalmente a la salud. [\(ONUDI, 2001\).](#)

1. 1989: El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) lanza el concepto de Producción Más Limpia (P + L).
2. 1992: Implementación de políticas y programas de PML a nivel internacional, como respuesta a los compromisos que se establecieron en la Cumbre de Río de Janeiro.
3. 2001: Se establece la Red Nacional de PML en el marco del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI).

La Producción Más Limpia es una filosofía del pensamiento para abordar los problemas de contaminación ambiental generados por el desarrollo de tecnologías, productos y servicios. Se actúa de forma preventiva. Se antepone a la forma de actuar de la “filosofía al final del tubo”; donde los problemas de contaminación se abordan una vez que han ocurrido, y se plantea las 3R: Reducir- Rehusar- Reciclar. [\(ONUDI, 2001\).](#)

Importancia de la P + L para las empresas.

- Ahorro de materias primas, consumo de agua y portadores energéticos.
- Reducción de pérdidas de materiales.
- Incremento de la eficiencia técnico económica y mejor desempeño ambiental.
- Mayor accesibilidad a mercados con sensibilidad ambiental.
- Retorno adicional debido a la recuperación y venta de subproductos.

Importancia de las P + L para los clientes.

- Mayor confianza en la sustentabilidad del producto y en su vida útil.
- Mayores posibilidades de satisfacer las necesidades de los clientes.

Importancia de las P + L para el medio ambiente.

- Disminución de los impactos negativos al medio ambiente.
- Armonización de las actividades con el entorno.
- Uso racional de materias primas, agua y portadores energéticos.

El cambio de forma de pensamiento hacia la Producción Más Limpia incide en el mejoramiento de la eficiencia técnico económica lográndose producciones y servicios en armonía con el medio ambiente.

Tabla # 1. Metodologías para desarrollar la Evaluación en Planta.

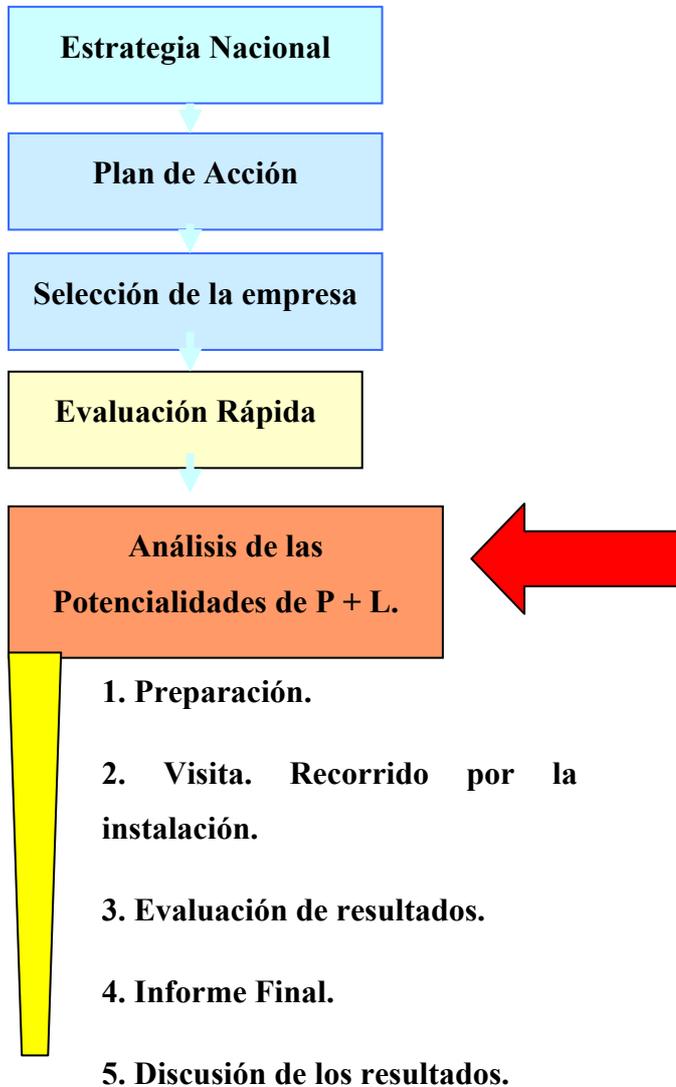
UNEP, 1996	Guía UNEP/UNIDO para Centros de P+L	<ul style="list-style-type: none">- Planificación.- Pre evaluación.- Evaluación- Implementación- Seguimiento
UNEP, 1991	Manual de asesoría para la reducción de emisiones y residuales	<ul style="list-style-type: none">- Pre evaluación- Balance de materiales- Síntesis
Ministerio Holandés de Asuntos Exteriores	Manual de asesoría para la reducción de emisiones y residuales	<ul style="list-style-type: none">- Planificación.- Organización- Evaluación- Factibilidad- Implementación

Objetivos de la Evaluación Rápida en Planta.

- Convencer a directivos y empleados de los beneficios de la aplicación de las prácticas de P+L.
- Identificar los problemas ambientales que pueden tener solución a partir de la aplicación de las opciones de P+L.
- Realizar un Plan de Acción.
- Identificar aquellas opciones que requieran de una revisión más rigurosa para pasar a la etapa de Evaluación Profunda en Planta.

A continuación se muestra el esquema que resume la metodología escogida, la cual fue elaborada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.

I.4.2- Metodología seleccionada para la Evaluación Rápida en Planta (ONUDI, 2001).



1. Etapas de preparación.

- a) Obtener el compromiso de la administración.
- b) Definir los objetivos.

2. Visita a la empresa.

- a) Recorrido por todas las áreas de la instalación. Recolección de datos.

Aspectos que deben observarse durante la visita:

- Impactos negativos al medio ambiente.
- Gastos por encima de lo establecido o que puedan reducirse de materiales e insumos, agua y portadores energéticos.
- Generación de residuos sólidos, líquidos, materiales peligrosos y emanaciones gaseosas que puedan reducirse, rehusarse o reciclarse.
- Utilización y adquisición de equipos que conlleven al uso ineficiente de agua, energía, materiales, productos y a la contaminación del agua, suelo, aire.
- La adquisición de productos, materiales, insumos no amigables con el medio ambiente y con capacidad de sustitución o tratamiento.
- Almacenes, descargas de tuberías, almacenamiento de productos químicos, contenedores que no están señalizados, artículos que aparezcan tirados en cualquier lugar.
- Pérdidas debidas a la manipulación de productos o materiales o espacio, productos o materiales recuperados durante la limpieza.
- Deben constatarse los consumos de agua y electricidad mediante los recibos de pagos.

Fuentes para la recolección de datos.

- Inspección visual del área.
- Registros de contabilidad.
- Registros de almacenes.
- Mediciones realizadas.
- Recibos de pagos.
- Pizarras, murales.



- Entrevistas.
- Registros de compras.
- Resultados de auditorías.

3. Evaluación de los resultados.

- a) Análisis de los problemas ambientales existentes para seleccionar de ellos los que pueden solucionarse a partir de opciones de P+L.
- b) Aplicación del Software Eco inspector 2.1.

4. Informe Final.

5. Discusión de los resultados.

- a) Breve discusión de las áreas y procesos con mayores potencialidades de P+L.
- b) Recomendación de los procesos seleccionados para un análisis más detallado que pasarían a la Evaluación Profunda en Planta, previo contrato con la empresa.

1.5- Flujo Tecnológico de la Planta de Lixiviación y Lavado.

Características de los productos terminados. Materias primas y materiales auxiliares.

Los productos terminados de la Planta de Lixiviación y Lavado son dos: Licor Producto y Colas, siendo las características de cada uno de la siguiente forma:

Licor producto: Licor Producto de la primera etapa de Lixiviación, líquido de color azul intenso de 1,25 Kg/L, de densidad y temperatura que oscila entre 45 - 50 °C.



En su composición se encuentran presente las siguientes especies químicas:

Ni = 10 - 12 g/L

Co = 0,3 - 0,4 g/L

Fe = 25 - 30 g/L

NH₃= 68 - 90 g/L

Co₂= 40 - 55 g/L

Sólidos = - 240 p.p.m.

Tabla # 2. Colas: Características del producto a bombear.

Producto	Cola
Sólido	65 %
Líquido	35 %
Densidad	1,69 ÷ 1,7 t/m ³
Temperatura	45 °C

Tabla # 3. Características del líquido que la forma:

Líquido	Solución Carbonato Amoniacal
Concentración	NH ₃ = 25 - 40g/L CO ₂ = 11,5 - 20g/L Ni = 0,18g/L Co = 0,04 g/L
Densidad	1,02 t/m ³
Temperatura	40 °C

PH 8 ÷ 9