



**Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Departamento de Estudios Económicos
Programa de Maestría en Administración de Negocios
Cuarta Edición**

Título:

**La planificación de la capacidad productiva anual y el
mantenimiento en Cementos Cienfuegos S.A**

Tesis

en opción al grado de Master en Administración de Negocios

Autor:

Autor: Lic. Jorge Luis Bonachea Rodríguez

Tutor:

Tutor: Dr. Francisco Becerra Lois

Cienfuegos

2019

Agradecimientos

- *A mis padres, por lo mucho que representaron en mi vida diaria y me motivaron a seguir. Por los valores que me inculcaron desde siempre.*
- *A mi tutor: Dr. Francisco Becerra Lois. por su apoyo e invaluable ayuda en este proyecto.*
- *A la empresa, “Cementos Cienfuegos SA”. Por haberme permitido realizar este trabajo.*
- *Agradecer también a todas aquellas personas que contribuyeron directa o indirectamente a la realización de este trabajo.*

A todos, muchas gracias

Pensamiento

“... Por esta libertad de girasol abierto en el alba de fábricas encendidas y escuelas iluminadas y de esta tierra que cruje y niño que despierta, habrá que darlo todo”

Fayad Jamís

Resumen

Cuba tiene proyectado incrementar la producción de cemento para satisfacer la creciente demanda de este material y poder mantener el crecimiento constructivo planificado para los próximos años. La presente investigación fue realizada en la empresa Cementos Cienfuegos S.A, con el propósito de determinar la capacidad de producción de la fábrica, considerando la incidencia del mantenimiento preventivo.

Para sustentar las bases científicas del documento se hizo una amplia revisión bibliográfica sobre las temáticas de capacidad de producción y mantenimiento, utilizando un compendio de técnicas, herramientas y metodologías de autores nacionales e internacionales de gran prestigio, las cuales fueron adaptadas a las condiciones de la fábrica y a la disponibilidad de información. En base a ello, se elaboró un procedimiento metodológico para el cálculo de las capacidades productivas utilizando el método tradicional, con un énfasis especial en los mantenimientos preventivos.

Como resultado de la investigación se determinó la capacidad de producción potencial y disponible de la fábrica y se analizaron los alcances e incidencias del mantenimiento, se cuantificaron las pérdidas de producción y se realizaron recomendaciones en aras de cumplir lo pactado entre las partes.

Palabras clave: Planificación, capacidad de producción, mantenimiento preventivo.

Summary

Cuba has projected to increase the cement production to satisfy the growing demand of this material and power to maintain the constructive growth planned for next years. The present investigation was carried out in the company Cements Cienfuegos S.A, with the purpose of determining the capacity of production of the factory, considering the incidence of the preventive maintenance.

To sustain the scientific bases of the document a wide bibliographical revision it was made on the thematic of production capacity and maintenance, using a summary of technical, tools and national and international authors' of great prestige methodologies, which were adapted to the conditions of the factory and the readiness of information. Based on it, a methodological procedure was elaborated for the calculation of the productive capacities using the traditional method, with a special emphasis in the preventive maintenances.

As a result of the investigation the capacity of potential and available production of the factory was determined and the reaches and incidences of the maintenance were analyzed, the production losses were quantified and they were carried out recommendations for the sake of completing that made a pact among the parts.

Words key: Planning, production capacity, preventive maintenance.

Índice

	Página
Resumen	
Introducción	1
 Capítulo I: Fundamentación teórica de la investigación: la planificación, las capacidades productivas y el mantenimiento	
1.1. Sistema de planificación empresarial	4
1.2. Capacidad	9
1.3. Formas de cálculo de capacidad	17
1.4. Teoría de restricciones	20
1.5. La gestión del mantenimiento y su importancia en función de la capacidad en la industria del cemento	21
 Capítulo II: Procedimiento metodológico para determinar la capacidad productiva anual considerando el mantenimiento preventivo	
2.1. Etapa I: Caracterización y descripción del proceso productivo de la empresa Cemento Cienfuegos	31
2.2. Análisis comparativo de métodos para el cálculo de la capacidad	37
2.3 Etapa II: Determinación de los fondos de tiempo y alcance del mantenimiento	39
2.4 Etapa III: Determinación de la capacidad productiva	50
 Capítulo III: Aplicación del procedimiento metodológico para determinar la capacidad productiva anual considerando el mantenimiento preventivo	
3.1. Resultados de las etapas II y III: Determinación de los fondos de tiempo y la capacidad de producción de la empresa Cementos Cienfuegos S.A.	50
3.2. Análisis de resultados e impacto económico	60
 Conclusiones	62
Recomendaciones	63
Bibliografía	64
Anexos	67

Introducción

La planificación de la producción en un enfoque clásico, se plantea de manera jerárquica en cuanto a sus decisiones y plazos involucrados, en el que se logra una integración vertical entre los objetivos estratégicos, tácticos y operativos, los que idealmente también deben expresar la relación horizontal entre las diferentes áreas de una empresa.

Varios autores como Chase et.al (2000) y Domínguez Machuca et.al (1995), establecen que la planeación de la capacidad de producción y las decisiones que conllevan a su desarrollo deben llevarse a cabo en el nivel directivo de la organización debido a que son de tipo estructural e implican importantes inversiones de dinero. Por lo tanto, si no se realizan adecuadamente, pueden generar inconvenientes a nivel competitivo debido a los costos que acarrea el sobredimensionamiento o fallas en el nivel de servicio debido a la escasez de producto ocasionada por una capacidad insuficiente.

La capacidad de un proceso, es la producción máxima posible en un período dado en la nomenclatura y la calidad demandada por los clientes, utilizando plenamente y en correspondencia con el régimen de trabajo normado, los equipos y las áreas productivas disponibles (Torres, 2007).

En este trabajo se analizó la planificación de la capacidad productiva anual y el mantenimiento preventivo en “Cementos Cienfuegos SA”. Esta investigación presenta gran importancia porque permite a la empresa, elaborar planes de producción concretos y consolidarlos, a través de la planeación y cálculo de las capacidades productivas y la ejecución de un buen mantenimiento, entre todos los proveedores y clientes, a fin de que una vez establecida la demanda, se trabaje en asegurar su cumplimiento y el máximo aprovechamiento de los recursos, elevando el grado de estabilidad del producto y la colaboración entre los actores y proporcionando un mayor control en las gestiones. Dentro de la gama de productos se elabora cemento P35, PP35, y PZ 25 siendo el más demandado el cemento P35.

En la actualidad la gran mayoría de las empresas hacen profundos estudios para conocer cuál es su capacidad de producción disponible y potencial, para a partir de ahí saber en qué medida son capaces de satisfacer la demanda de los consumidores. Estos estudios, también permiten conocer y en gran medida resolver incógnitas tales como:

- A qué porcentaje de la capacidad está operando la empresa.
- El punto de unidades producidas a partir del cual la empresa genera beneficios.
- Si existe necesidad de ampliar las capacidades.
- Si existe la necesidad de invertir en nuevas tecnologías.
- Si están correctamente organizados y labora de manera eficiente la mano de obra, así como los medios de trabajo.

- Si existe la necesidad de crear nuevos empleos. El proceso que limita la producción de la empresa.
- Si será buena idea incorporar nuevos productos.
- La actividad más importante del proceso.
- Si se deberá centralizar la producción en una planta grande o será conveniente producir en varias plantas.
- Si la gestión del mantenimiento está acorde con las capacidades productivas.

La respuesta a interrogantes como las planteadas anteriormente le serán de gran utilidad a la dirección para tomar decisiones estratégicas que hagan la empresa más competitiva y que esta gane en operatividad, siempre buscando fortalecer su posición en el mercado, así como satisfacer en la mayor medida que sea posible las necesidades de la población y por supuesto, tratar de generar la mayor cantidad de beneficio velando cuidadosamente los daños medioambientales que el proceso pueda causar. Al analizar estas cuestiones y no encontrar una respuesta con base analítica se detectó en la Empresa Cementos Cienfuegos una situación problemática de la cual surge el siguiente problema científico:

¿Cómo determinar la capacidad productiva anual de “Cementos Cienfuegos SA” considerando los mantenimientos preventivos?

Variable dependiente: Capacidad Productiva

Variable independiente. Mantenimiento Preventivo

Hipótesis

La adecuada planificación y ejecución del mantenimiento preventivo permitirá determinar y aprovechar con mayor objetividad las capacidades productivas de la empresa Cementos Cienfuegos.

Objetivo General

Determinar la capacidad productiva anual considerando los mantenimientos preventivos programados.

Objetivos específicos

- 1) Realizar una fundamentación teórica sobre las capacidades productivas y la incidencia de los mantenimientos preventivos.
- 2) Elaborar un procedimiento metodológico para determinar la capacidad productiva anual considerando el mantenimiento preventivo.
- 3) Utilizar los cálculos de capacidad en función de la toma de decisiones relacionada con la planificación y ejecución del mantenimiento.

La investigación está estructurada en un único texto, cuenta con introducción, cuerpo principal, conclusiones, recomendaciones, anexos y bibliografía. El cuerpo principal de la investigación tiene tres capítulos. En el Capítulo I, se realizó un estudio documental acerca de la planificación y las capacidades productivas anuales, así como los principales conceptos del mantenimiento e incidencias en la

producción del cemento, analizando los aspectos más relevantes de la metodología en lo referente a los aspectos conceptuales, y los avances técnicos relacionados. En el Capítulo II se hizo una caracterización de la fábrica y del proceso mostrando el alcance del mantenimiento y se calculó el fondo de tiempo por otras causas provocadas por mantenimiento correctivo. Se planteó el procedimiento metodológico para el cálculo de la capacidad productiva anual, considerando el mantenimiento preventivo planificado en el fondo de tiempo de requerimientos tecnológicos. En el Capítulo III, se mostraron los resultados de la aplicación del procedimiento definido en el capítulo previo y se evidenciaron los resultados de afectaciones a la capacidad instalada por la cuantificación del tiempo empleado en acciones no planificadas de mantenimiento. En el desarrollo de la investigación se revisaron varios trabajos relacionados con los temas en cuestión, fueron consultadas un total de 58 fuentes bibliográficas, proyectos, indicadores y documentos de trabajo de la empresa.

Capítulo I: Fundamentación teórica de la investigación: la planificación, las capacidades productivas y el mantenimiento.

El presente capítulo contiene las bases teóricas que sustentan el tema de planificación, capacidad de producción y el mantenimiento. Estos tres temas están estrechamente relacionados entre sí, puesto que las decisiones de capacidad están determinadas por la correcta planificación de recursos y mano de obra, la producción según capacidad real disponible y la ejecución del mantenimiento en función de la producción.

1.1.- Sistema de planificación empresarial.

La planificación empresarial es un proceso técnico, económico y organizativo que ayuda a las empresas a encausar sus acciones en el cumplimiento de sus objetivos a corto, mediano y largo plazo. Sin embargo, para el caso de Cuba, además de estas ideas, la planificación es un proceso que expresa el interés de realizar un uso adecuado de los recursos disponibles y la voluntad de priorizar el aporte de las empresas estatales a la sociedad, por encima de cualquier interés colectivo o individual.

Profundizando en estas ideas, en la Resolución N.º 276 (2003), del Ministerio de Economía y Planificación, se señala que:

“la planificación es el instrumento de dirección básico, que coordina e integra los aspectos productivos, económicos, sociales y financieros, y potencia la iniciativa y los esfuerzos de la empresa en el cumplimiento de sus funciones y objetivos económicos, para buscar el máximo de eficiencia y eficacia, y la activa participación de los trabajadores”. (p. 4)

La elaboración del plan y, por ende, la planificación, es un proceso continuo de interacción entre los diferentes actores económicos para lograr determinados objetivos en el tiempo, a partir de la constante retroalimentación de las proyecciones o los cambios que se puedan producir en el entorno internacional, nacional y/o empresarial.

Desde la óptica del objetivo fundamental de la planificación empresarial, puede afirmarse que este consiste en la elaboración del sistema de planes económicos de la empresa; para ello debe garantizar los más altos niveles de actividad, con la utilización eficiente de la capacidad productiva y los recursos materiales, laborales y financieros disponibles, que den respuesta a las estrategias, políticas y programas de desarrollo económico y social de la nación y la empresa.

En términos generales puede definirse la empresa, según López Carvajal, et. al. (2007, p. 10), como “el agente que organiza con eficiencia los factores económicos para producir bienes y servicios para el mercado, con el ánimo de alcanzar ciertos objetivos, entre los que destaca el beneficio empresarial”. En este sentido, es importante tener presente las particularidades de la empresa estatal cubana, en cuanto al establecimiento de los objetivos.

Las bases del perfeccionamiento empresarial definen: la empresa es una organización económica, con personalidad jurídica propia, balance financiero independiente y gestión económica, financiera, organizativa y contractual autónoma, que se crea para la dirección técnica, económica y comercial de los

Capítulo I: Fundamentación teórica de la investigación: la planificación, las capacidades productivas y el mantenimiento.

procesos de elaboración de los productos y/o servicios, los que deben lograrse con la mayor eficiencia económica. También se señala que la empresa funciona bajo el principio del autofinanciamiento, lo que quiere decir que no solo cubrirá sus gastos con sus ingresos, sino que además genera un margen de utilidades. Se adscribe directamente a un órgano superior de dirección empresarial, o al órgano estatal o de gobierno que se determine.

En Cuba, la empresa constituye el eslabón fundamental de la economía. En ella confluyen los medios de trabajo, los objetos de trabajo y la fuerza de trabajo para crear los bienes y servicios que demanda la sociedad. Aquí se desarrollan, bajo una concepción socialista, las relaciones sociales de producción y se sientan las bases para el desarrollo de la sociedad.

La empresa socialista tiene como característica principal que los bienes materiales y riquezas generadas deben estar dirigidas al beneficio de la sociedad en general, en tal sentido los intereses de la empresa deben subordinarse a los intereses de la nación, por lo tanto, pueden existir decisiones que desde el punto de vista económico no sean las mejores para las empresas y su colectivo laboral, pero sí para la sociedad en su conjunto y en tal caso debe actuarse en función de esta última.

En Cuba, donde la escasez de recursos es una constante se requiere hacer un uso muy eficiente de los mismos. En sentido la planificación empresarial va a jugar un importante papel en el logro de tal propósito.

El autor comparte, con el Dr. Vázquez Roque, el criterio de que la mayoría de las técnicas y herramientas que se utilizan en el mundo para medir la eficiencia de las empresas son aplicables a la nuestra.

La planificación empresarial es un proceso que sigue la lógica de entradas-transformaciones-salidas. Las «entradas» están dadas en la información que deben aportar las áreas de la empresa, como son: la comercial o de mercadotecnia, la de producción, la de logística, la de recursos humanos y finanzas, al área económica o de planificación para que esta pueda elaborar una propuesta de plan lo más fundamentada posible. La «transformación» se aprecia en la aplicación de las técnicas y los análisis necesarios para la elaboración del plan, y la «salida» se concreta en el documento lógico, ordenado y estructurado conocido como el plan de la empresa.

El proceso de planificación o de elaboración del plan de la empresa debe ser: continuo, integrador, participativo, flexible, reflexivo, dinámico y de mejora continua: Continuo: significa que el proceso de elaboración del plan es ininterrumpido, que se organiza por etapas, y que desde los primeros meses del año anterior al que se planifica, se comienzan a realizar los estudios de demanda, capacidad, entre otros, para conformar el plan del siguiente año.

Integrador: se cumple cuando el área económica, en el proceso de elaboración del plan, integra la información que recibe de las demás áreas funcionales de la organización para conformarlo.

Capítulo I: Fundamentación teórica de la investigación: la planificación, las capacidades productivas y el mantenimiento.

Participativo: se puede conformar, desarrollar y cumplir un plan solo si se logra la activa participación de los directivos de las áreas funcionales: mantenimiento, recursos humanos, operaciones, finanzas y economía, del personal técnico de estas áreas y de todos los trabajadores que laboran en la organización.

Flexible: pueden cambiar las condiciones en las que fue elaborado el plan, en tanto, es una guía de acción; luego se debe tener la capacidad para incorporar las afectaciones que pueden tener cambios en los precios, costos de los insumos o la posibilidad de responder a variaciones no previstas de la demanda.

Reflexivo: debe ser un documento que permita el espacio para el análisis y el debate científico con la amplia participación de todos. Cualquier idea que implique racionalidad, debe ser escuchada, valorada e incorporada.

De mejora continua: deben estar soportadas la metodología y la lógica que se sigue para elaborar el plan en un proceso de mejora continua, lo que implica el auto perfeccionamiento del procedimiento que se utiliza para conformar el plan de la organización.

Con relación a la importancia de la planificación empresarial se puede señalar que es un poderoso medio para lograr la eficiencia y la eficacia de Cementos Cienfuegos SA; la primera dada en la compatibilidad y el uso racional de los recursos materiales, humanos, de capacidad productiva y financiera; por su parte, la eficacia es observada en el desarrollo de los cementos sus calidades, productos que demanda la sociedad.

La lógica resumida de lo explicado, con relación a la confección del plan de la empresa se expresa en la fig. Nro. 1.

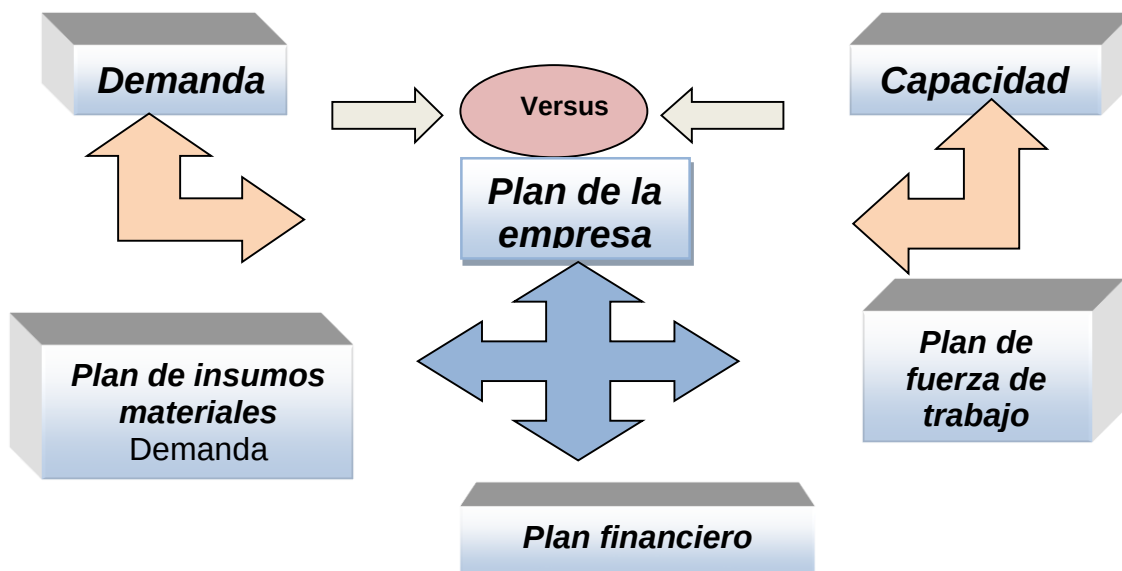


Fig. No. 1.- Lógica de la planificación empresarial.

Capítulo I: Fundamentación teórica de la investigación: la planificación, las capacidades productivas y el mantenimiento.

La planificación, en general, y el sistema de planificación empresarial, en particular, tienen que ser vistos con un enfoque temporal llamado «horizonte de planificación», cuya necesidad objetiva se deriva del hecho de que las tareas económicas anuales (plan empresarial) están sujetas a objetivos a mediano plazo, es decir, la planificación debe garantizar la correspondencia entre los intereses del desarrollo futuro con las especificidades y características del presente. El sistema de planificación empresarial muestra dos fases importantes, que se definen como: *hacia el interior de la empresa y hacia el entorno regulatorio*.

Hacia el interior de la empresa. Conformado por los elementos cuyo comportamiento depende de la capacidad organizativa y de dirección de los empresarios; así como de la participación de los trabajadores en el análisis de la propuesta de plan, lo que se expresa fundamentalmente en la proyección estratégica de la empresa, que puede tener distintos horizontes de tiempo, básicamente, para un período de uno a dos años vistas. Se reafirma la idea de que esta fase se asocia al proceso de Planeación Estratégica que debe desarrollar la organización.

Hacia el entorno regulatorio. Incluye las necesarias adecuaciones del plan de la empresa a partir de los objetivos económicos, las Directivas, orientaciones y regulaciones que emanen del Gobierno, del organismo a que se subordina (GECEM), de la rama a que pertenece (MICONs) y del territorio.

Esta adecuación o armonización de la proyección estratégica de la empresa con los requisitos del entorno regulatorio deben tener su principal expresión en el Plan Anual de CC.SA.

Esquemáticamente estas ideas o interrelaciones del sistema de planificación empresarial se pueden representar de la siguiente manera: La planeación de la capacidad realiza las mediciones actuales que le permiten comparar el sistema de producción con las necesidades futuras, además, utiliza técnicas de proyección de demanda, cálculo de necesidades de mano de obra, cálculo de necesidades de equipo, entre otras, que permiten realizar la planeación y control de la capacidad en el largo plazo. Finalmente, la planeación de la capacidad debe presentar varias alternativas para ajustar el sistema de producción a las necesidades de la empresa y tomar la decisión adecuada de capacidad, apoyada en técnicas unicriterio y multicriterio, tanto cualitativas como cuantitativas. En la fig. # 2, se observa la interrelación entre la capacidad, su gestión y estrategia.

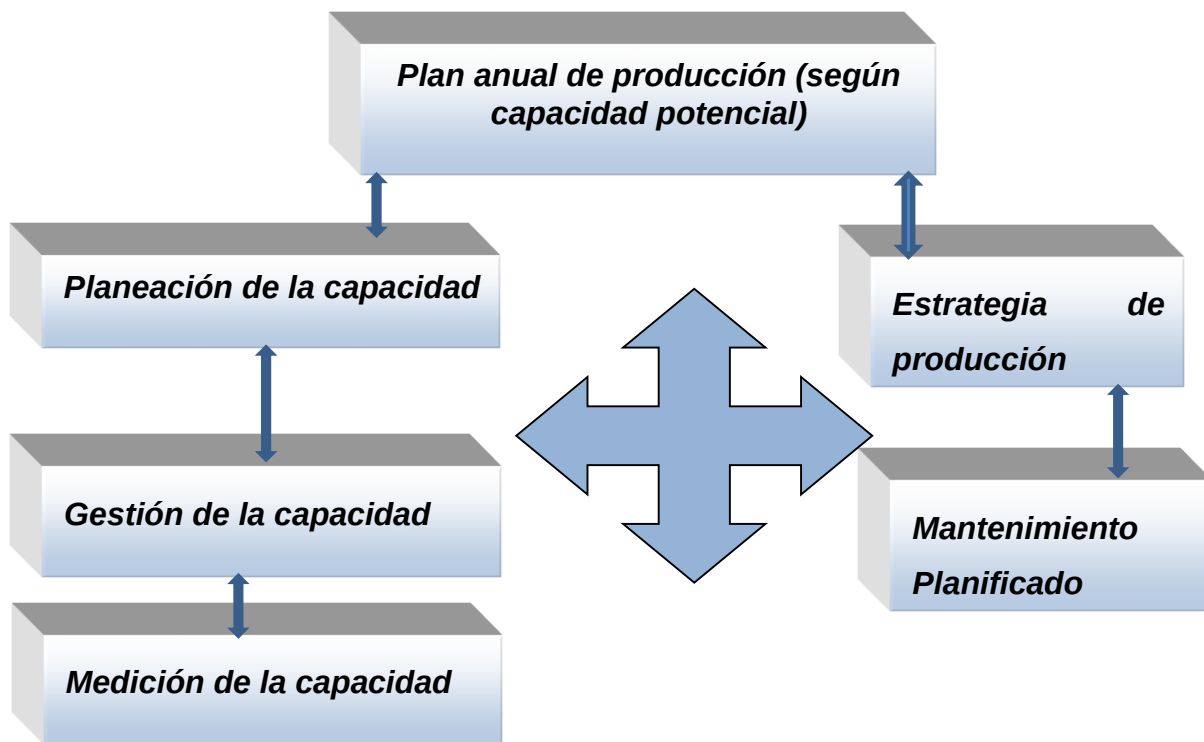


Fig. No. 2.- Interrelación entre estrategia capacidad y mantenimiento. Fuente: El autor.

Proyección estratégica de la empresa.

La proyección estratégica de la organización debe recoger elementos como la misión, la visión y los objetivos estratégicos que se plantea la entidad. En tal sentido el plan de la empresa debe estar en correspondencia con los objetivos estratégicos de la organización; dicho plan debe elaborarse para los distintos escenarios que se espera puedan afectar a la empresa.

La proyección estratégica no debe ser estática, sino que debe servir para monitorear la realidad, por lo que debe actualizarse en los primeros meses de cada año, a la par del plan anual de la entidad, en correspondencia con las decisiones del Gobierno y los cambios de entorno y del mercado. En este orden de cosas la proyección estratégica debe verse como un elemento esencial del proceso de elaboración del plan anual empresarial, en el que se concretan las acciones a emprender para alcanzar los objetivos propuestos.

Así en el plan anual de la empresa se da cumplimiento a las directivas del nivel superior, que se corresponden con el cumplimiento de los objetivos priorizados del desarrollo económico y social del país y a la vez se materializan los objetivos estratégicos de la organización definidos en la proyección estratégica, en otras palabras en los presupuestos anuales o planes económicos se concretan los objetivos y estrategias trazadas para un más largo plazo en la planeación

Capítulo I: Fundamentación teórica de la investigación: la planificación, las capacidades productivas y el mantenimiento.

estratégica de la organización, de aquí la importancia de la correspondencia entre la proyección estratégica y la planificación económica anual de la organización.

Plan anual de la empresa.

Según el Dr. Vázquez Roque el plan anual de la empresa Se trata de las proyecciones de la empresa para los distintos aspectos y secciones del plan para el próximo año calendario y que parten de los elementos que le aporta la proyección estratégica a mediano plazo, los resultados del control del plan en curso y las directivas e indicaciones que recibe del organismo que las atiende, los estudios de mercado, el pedido estatal y los contratos económicos que hayan suscrito, así como otros documentos normativos y de política emitidos por el Partido y el Gobierno, con la participación activa de los trabajadores-

Constituye el instrumento que permite la necesaria conciliación y compatibilidad entre las proyecciones a nivel macroeconómico y social realizadas por las organizaciones económicas, entre los objetivos a mediano plazo de la entidad y las tareas corrientes que debe cumplir.

Los apartados, secciones o acápites que conforman el plan anual de cada empresa son los siguientes:

- Eficiencia.
- Plan de producción y servicios.
- Portadores energéticos.
- Mercadotecnia.
- Ciencia, tecnología y medio ambiente.
- Defensa.
- Inversiones.
- Empleo y salario.
- Seguridad y salud de los trabajadores.
- Presupuesto en divisas.
- Estado de resultado planificado.
- Plan financiero.
- Flujo de caja.

1.2.- Capacidad

Capacidad: es la cantidad de producto que se obtiene de un proceso por unidad de tiempo. Es el más alto nivel de producción que una compañía puede sostener razonablemente, con horarios realistas para su personal y con el equipo que posee. Se define como la facultad para tener, recibir, almacenar o dar cabida. En los negocios, en un sentido general, se suele considerar como la cantidad de producción que un sistema es capaz de generar durante un periodo específico.

Capítulo I: Fundamentación teórica de la investigación: la planificación, las capacidades productivas y el mantenimiento.

La capacidad productiva es la cantidad de producción y servicio que puede ser obtenida para una determinada unidad productiva durante un cierto periodo de tiempo Domínguez (1995). Esta definición es válida desde el nivel de la industria hasta el de una simple estación o puesto de trabajo y en ella es importante recalcar la dimensión temporal a que se refiere.

Para Torres (2007), la capacidad de producción de un proceso, es la producción máxima posible en un período dado en la nomenclatura y la calidad demandada por los clientes, utilizando plenamente y en correspondencia con el régimen de trabajo normado, los equipos y las áreas productivas disponibles.

Chase (2009) menciona que, desde la perspectiva de los negocios, es más frecuente definir la capacidad como la cantidad de producción que un sistema puede conseguir durante un período específico, donde los administradores de operaciones deben tomar en cuenta las entradas de recursos y las salidas de productos.

La planificación de la capacidad productiva en la empresa.

Varios autores como Chase et.al (2000) y Domínguez Machuca et.al (1995), establecen que la planeación de la capacidad de producción y las decisiones que conllevan a su desarrollo deben llevarse a cabo en el nivel directivo de la organización debido a que son de tipo estructural e implican importantes inversiones de dinero. Por lo tanto, si no se realizan adecuadamente, pueden generar inconvenientes a nivel competitivo debido a los costos que acarrea el sobredimensionamiento o fallas en el nivel de servicio debido a la escasez de producto ocasionada por una capacidad insuficiente.

La planeación de la producción tiene como objetivo prever y movilizar todos los recursos necesarios para la producción de un bien, o para la prestación de un servicio en el plazo adecuado y en las cantidades correctas. Eso implica la determinación y cálculo de todos los recursos necesarios a la ejecución de las órdenes de producción.

Un conjunto reducido de factores, denominados internos son los que pueden ser modificados para obtener un plan de producción y otro grupo mayor de factores denominados externos, están fuera de control de quienes planifican la producción. Ver fig. # 3.

Capítulo I: Fundamentación teórica de la investigación: la planificación, las capacidades productivas y el mantenimiento.

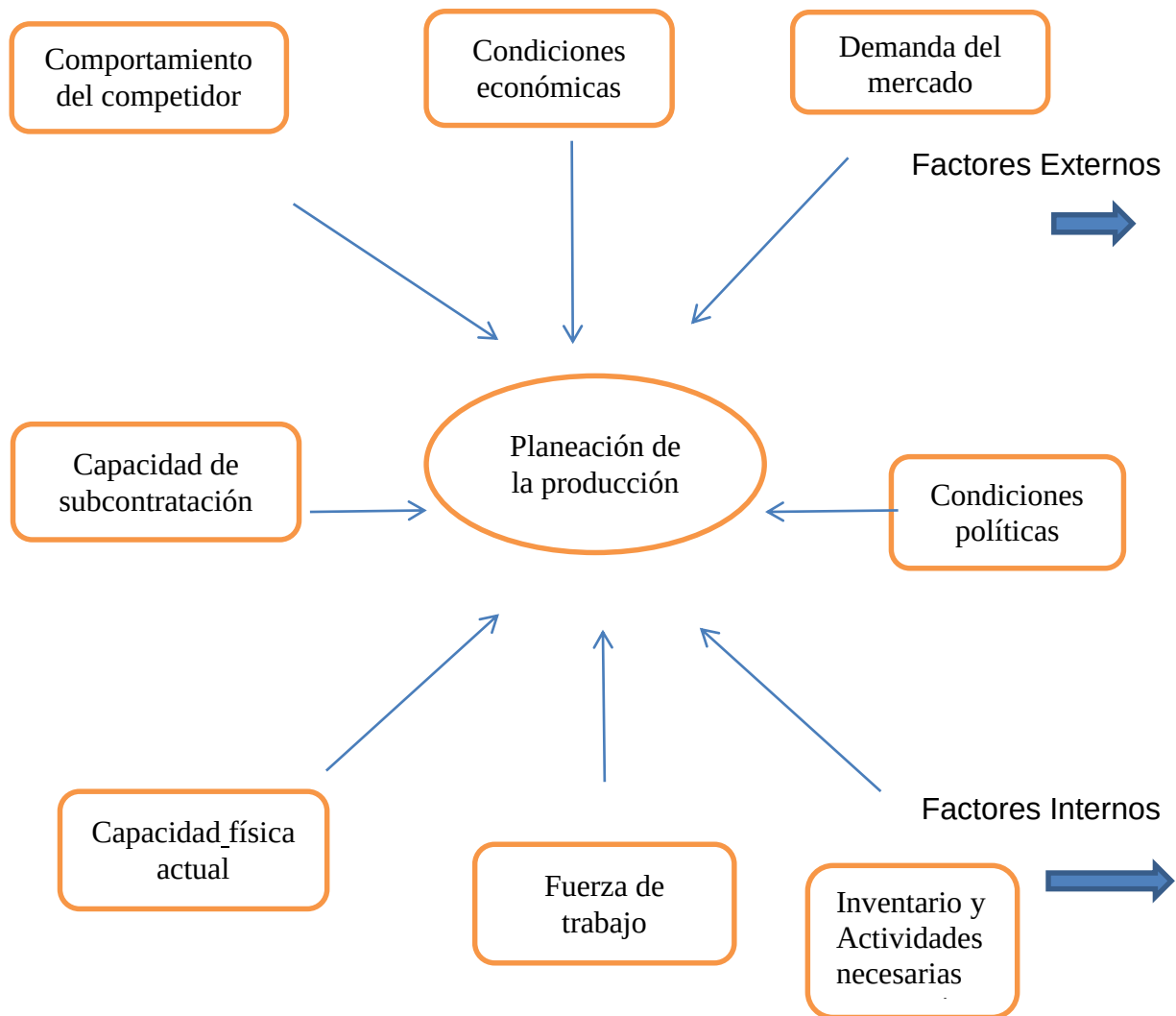


Fig. No. 3.- Planeación de la producción

La planeación de la producción presenta tres procesos básicos :Planeación agregada programa maestro de producción y planeación de los requerimientos de materiales el proceso normal de planeación consisten desarrollara planes agregados con el objetivo de equilibrar la demanda con los niveles de capacidad e inventarios disponibles por su parte el programa maestro de producción toma las demandas previstas y determina un programa de actividades de producción que se utiliza como insumo para la planeación de requerimientos de materiales que proporcionan los requerimientos de las partidas de materiales y materia prima.

La programación lineal es un método de optimización matemático que permite obtener un adecuado plan de producción que minimiza un conjunto de costos (manos de obra materiales inventario mantenimiento producción) sujeto a restricciones de capacidad de planta y disponibilidad de recursos de producción.

Capítulo I: Fundamentación teórica de la investigación: la planificación, las capacidades productivas y el mantenimiento.

La planeación de la capacidad misma tiene diferentes significados para las personas que están en distintos niveles de la jerarquía administrativa de las operaciones.

Horizontes de tiempo para la planeación de la capacidad

Por lo general, se considera que la planeación de la capacidad se refiere a tres periodos.

- Largo plazo; de 3 a 5 años. Cuando se requiere de mucho tiempo para adquirir o deshacerse de los recursos para la producción entonces la planeación de la capacidad a largo plazo requiere de la participación y la autorización de la alta gerencia.
- Mediano plazo; de 1 a 3 años En este caso, alternativas como la contratación, los recortes de personal, las nuevas herramientas, la adquisición de equipamiento menor y la subcontratación pueden alterar la capacidad.
- Corto plazo; hasta un año pudiendo llegar hasta los próximos 18 meses. Está ligado a la planificación mensual, trimestral, semestral, anual e implica efectuar ajustes para que no haya variación entre la producción planeada y la real. Incluye alternativas como horas extra, transferencias de personal y otras rutas para la producción.

El objetivo de **la planeación estratégica de la capacidad** es ofrecer un enfoque para determinar el nivel general de la capacidad de los recursos de capital intensivo que apoye mejor la estrategia competitiva de la compañía a largo plazo. El nivel de capacidad que se elija tiene repercusiones críticas en el índice de respuesta de la empresa, la estructura de sus costos, sus políticas de inventario y los administradores y personal de apoyo que requiere.

Si la capacidad no es adecuada, la compañía podría perder clientes en razón de un servicio lento o de que permite que los competidores entren al mercado.

Si la capacidad es excesiva, la compañía tal vez se vería obligada a bajar los precios para estimular la demanda, a subutilizar su fuerza de trabajo, a llevar un inventario excesivo o a buscar productos adicionales, menos rentables, para permanecer en los negocios.

Mejor nivel de operación se refiere al nivel de capacidad para el que se ha diseñado el proceso y, por lo mismo, se refiere al volumen de producción en el cual se minimiza el costo promedio por unidad.

Una medida muy importante es el índice de utilización de la capacidad, el cual revela qué tan cerca se encuentra la empresa del mejor punto de operación:

Índice de utilización de la capacidad = capacidad utilizada / mejor nivel de operación

Un ejemplo, si el mejor nivel de operación de la planta fuera de 3100 t de Clinker por día y si estuviera operando actualmente a 2950 t por día, entonces el índice de utilización de la capacidad sería 95%.

Índice de útil. De la capacidad = $2900 / 3100 = 0.95$ ó 95%

Capítulo I: Fundamentación teórica de la investigación: la planificación, las capacidades productivas y el mantenimiento.

Flexibilidad de la capacidad

Flexibilidad de la capacidad significa que se tiene la capacidad para incrementar o disminuir los niveles de producción con rapidez, o de pasar la capacidad de producción de forma expedita de un producto o servicio a otro. Esta flexibilidad es posible cuando se tienen plantas, procesos y trabajadores flexibles, así como estrategias que utilizan la capacidad de otras organizaciones.

- **Plantas flexibles:** es aquella que no tarda nada de tiempo para pasar de un producto a otro. Esta planta usa equipamiento movable, muros desmontables y suministro de energía eléctrica muy accesible y fácil de cambiar de ruta y, en consecuencia, se puede adaptar con rapidez al cambio.
- **Procesos flexibles:** epítome de los procesos flexibles son, por un lado, los sistemas flexibles de producción y, de la otra, el equipamiento simple y fácil de preparar. Estos dos enfoques tecnológicos permiten pasar rápidamente, a bajo costo, de una línea de productos a otra y ello conlleva a lo que se conoce como economías de alcance. (Por definición, las economías de alcance existen cuando múltiples productos se pueden producir a costo más bajo en combinación que por separado).
- **Trabajadores flexibles:** poseen múltiples habilidades y son capaces de pasar con facilidad de un tipo de tarea a otro. Requieren una capacitación más amplia que la de los obreros especializados y necesitan el apoyo de gerentes y de personal administrativo para que éstos cambien rápidamente sus asignaciones laborales.

Las decisiones de capacidad y su gestión

En el nivel estratégico, la planeación de la capacidad depende directamente de las necesidades de mercado, por lo tanto, luego de analizar el comportamiento de la demanda a futuro, las decisiones de capacidad como afirma Domínguez Machuca et.al (1995) están enmarcadas por dos posibilidades: la expansión y la contracción en función de las condiciones actuales y las proyectadas.

La estrategia de contracción, según Domínguez et.al (1995), se traduce en el cierre de plantas, despido de personal, venta o alquiler de recursos, entre otros. Esta estrategia presenta costos muy elevados para la organización, debido a la pérdida de instalaciones, recursos y personal humano (pérdida de conocimiento), por lo tanto, conjuntamente con las áreas comerciales y de investigación y desarrollo, la dirección de operaciones debe buscar alternativas para utilizar la capacidad instalada mediante la búsqueda de nuevos mercados o el desarrollo de nuevos productos.

Contrariamente a la contracción, la estrategia de expansión contempla un aumento en la demanda, para lo cual Domínguez Machuca et.al (1995) plantea como eventos la construcción o compra de nuevas instalaciones, la modificación de las instalaciones existentes, modificación del cómo se realizan las cosas (cambios en el proceso y/o en los turnos), subcontratación, etc. Para lograr lo anterior, se deben tener en cuenta varias consideraciones; Chase et.al (2000), enumera tres aspectos como los más importantes:

Capítulo I: Fundamentación teórica de la investigación: la planificación, las capacidades productivas y el mantenimiento.

- Mantenimiento del equilibrio del sistema: en la vida diaria industrial es casi imposible y no del todo conveniente lograr una planificación perfectamente balanceada de la capacidad, pero se debe lograr manejar el desequilibrio del sistema, mediante el aumento de capacidad en los recursos —cuello de botella||, el uso de amortiguadores antes del recurso —cuello de botella|| o la duplicación de los servicios de un departamento del cual dependan otros.
- *Frecuencia de los aumentos de capacidad:* dependiendo de la frecuencia de capacidad, se generan unos costos, ya sean por hacerse demasiado frecuente o con muy poca frecuencia. En el primer caso, constantemente se incurre en compra de instalaciones, maquinaria, contratación y capacitación de mano de obra, etc. y en el segundo caso al ser demorado el aumento, cuando se debe hacer se incurre en costos muy altos, debido a la compra de un —paquete de capacidad mayor||. Debido a lo anterior, la dirección de operaciones debe buscar un equilibrio que le permita mantener actualizada la capacidad, sin incurrir en costos ociosos.
- *Fuentes externas de capacidad:* no necesariamente el aumento necesario de capacidad debe darse al interior de la planta de producción, también pueden utilizarse estrategias como la subcontratación y la utilización de capacidad compartida (alianzas con organizaciones similares o complementarias).

Cualquiera de las estrategias descritas requiere que la dirección de operaciones de la empresa, siga un procedimiento para diseñar, implementar y controlar la capacidad de la planta productiva, que según Domínguez Machuca et.al (1995), consta de las siguientes fases:

1. Evaluación de la capacidad actual y sus disponibilidades futuras.
2. Determinación de las necesidades de capacidad en el horizonte de tiempo de planificación, basada en las proyecciones de la demanda y los planes de producción a realizar durante este periodo.
3. Cálculo de las divergencias entre las disponibilidades y las necesidades, definiendo las posibles alternativas de adaptación.
4. Evaluación de las alternativas teniendo en cuenta sus implicaciones.
5. Selección de alternativas.
6. Implementar y controlar.

La gestión de la capacidad de producción, tiene como objetivo, según lo plantea Acevedo et.al (1996) —determinar y aplicar las acciones que garanticen poner la magnitud y la utilización de las mismas al nivel que requiere la demanda de los clientes con la máxima eficiencia posible||. Para lograr este objetivo, es necesario controlar y analizar constantemente los factores que inciden en el menor o mayor aprovechamiento de la misma para tomar acciones que permitan adecuadamente su funcionamiento. Complementado la información de autores como Acevedo et.al (1996) y Domínguez Machuca (1995), los siguientes son los factores que afectan la magnitud y la utilización de la capacidad:

Capítulo I: Fundamentación teórica de la investigación: la planificación, las capacidades productivas y el mantenimiento.

- El nivel de la tecnología.
- El nivel real de organización.
- Aspectos de localización.
- La cantidad de equipos.
- La política de mantenimiento.
- La gestión de materiales.
- La eficiencia del aseguramiento.
- La magnitud y distribución de las áreas productivas.
- La demanda y cuota del mercado.
- La mano de obra
- El régimen de trabajo.
- La disponibilidad de la fuerza de trabajo.
- Diseño característico del producto.
- La calificación de los trabajadores y su estimulación.
- Calidad permitida por el proceso.
- Calidad y composición normadas de la materia prima.
- Coeficiente de disposición técnica de los equipos.
- La especialización.
- Indicadores de rendimiento de los equipos y áreas.
- Cumplimiento promedio de las normas.
- La eficiencia de la dirección.
- La estabilidad de la fuerza de trabajo.
- El grado de la cooperación y su eficiencia.
- Estructura del programa de producción.
- Coeficiente de turno real.
- Modelo organizativo adoptado.
- Proporcionalidad (existencia de cuellos de botella).
- Aprovechamiento de la jornada.
- Liquidez financiera.

El tipo de empresa y las particularidades propias de la misma, establecen cuales de los anteriores factores inciden de manera determinante sobre la capacidad y por lo tanto se convierten en factores críticos a tener en cuenta para realizar su planificación. Para el caso específico desarrollado, se tienen en cuenta el nivel tecnológico, la mano de obra y la distribución y magnitud de las áreas productivas, ya que influyen en mayor medida sobre el nivel de capacidad.

Plan de capacidades para el diseño del proceso

La capacidad productiva, su análisis, planeación, programación y control, constituyen actividades críticas que se desarrollan paralelamente con las actividades de programación y planeación de materiales, representando esta (la capacidad) la cantidad de productos o servicios destinados a satisfacer las necesidades del individuo y/o sociedad que puede ser obtenida por unidad

Capítulo I: Fundamentación teórica de la investigación: la planificación, las capacidades productivas y el mantenimiento.

productiva durante un determinado periodo de tiempo [Domínguez, 1995]. La capacidad de los medios de trabajo se puede expresar en las siguientes unidades:

Unidades de tiempo: Miden el consumo de tiempo de los medios de trabajo o de las unidades producidas, se expresan en (Horas-Máquina; Horas-Unidad; Horas-Hombre).

Unidades Energéticas: Miden el gasto o consumo de energía, se expresan en (HP; Kw-hora).

Unidades Monetarias: Miden el impacto económico, se expresan en (US\$; \$).

Unidades Naturales: Determinan unidades del proceso productivo, se expresan en (unidades; longitudes; superficies; masa; peso).

De todas las unidades en que se puede expresar la capacidad, de acuerdo con el caso que se trate, las fundamentales son las de tiempo, ya que a partir de estas se pueden expresar las restantes.

Clasificación de las capacidades.

La capacidad de los medios de trabajo, en general, puede también diferenciarse, en función de su disponibilidad, necesidad y utilización temporal en:

- Capacidad Instalada Ci: Aquella que esta potencial y totalmente disponible para alcanzar los resultados productivos máximos especificados por su fabricante. La magnitud de esta capacidad se ve disminuida solo por razones de mantenimiento de los medios de trabajo para garantizar su propia disponibilidad y utilización normal (racional). A su vez, la capacidad instalada puede ser sostenida para muy cortos periodos de tiempo, así como pocas horas al día o pocos días al mes (González Jordán, 2001)
- Capacidad Disponible Cd: Es menor que la capacidad instalada y depende de las condiciones de producción, administración y organización en que se esta se desempeña. En comparación con la capacidad instalada, la disponible se ve disminuida en relación con los días hábiles del año, el número de turnos y su duración, las horas perdidas por ausentismo de los trabajadores, las pérdidas originadas por factores organizacionales y por otros factores influyentes externos, analizados casuísticamente. (González Jordán, 2001)
- Capacidad Necesaria Cn: Es aquella que se debe utilizar, para aprovechar las posibilidades y las exigencias del mercado; o sea, indica cuánto se debe utilizar la capacidad en un determinado periodo de tiempo para realizar un plan de producción. La capacidad necesaria puede ser mayor, igual o menor que la capacidad instala o disponible. (González Jordán, 2001)
- Capacidad Utilizada Cu: Refleja su real utilización para un determinado periodo de tiempo; es decir, la producción realizada, expresada en las mismas unidades de medida en que se han calculado, la capacidad instalada, disponible y necesaria a los efectos de comparación y correspondencia con los factores perturbantes (Kalenatic & Blanco Rivero 1993).

Capítulo I: Fundamentación teórica de la investigación: la planificación, las capacidades productivas y el mantenimiento.

1.3.- Formas de cálculo de capacidad.

La capacidad de producción es una magnitud variable en el tiempo, por lo que hay que valorar sistemáticamente el cambio de los factores que determinan su magnitud y calcularla.

Para la determinación y valoración de la capacidad, Torres (2007); Sablón et.al. (2013); Suárez (2013); Acevedo et.al (1996), Dr. Benjamín González Jordán (1989, 1990) concuerdan en que está determinada por el fondo de tiempo disponible y las normas de tiempo de cada operación del proceso. Establecen la utilización de métodos de balances, que tienen como fin afrontar no solo la magnitud, sino también el nivel de utilización y el nivel de demanda a alcanzar por la organización para tomar oportunamente las acciones que correspondan.

Algunas ideas fundamentales para el cálculo de la capacidad en una empresa se centran en Suárez (2013), y resultan:

- 1) El cálculo de la capacidad productiva de la empresa se realiza por su taller o agregado considerado como fundamental, el cual se define como aquel punto en que se emplea el mayor gasto de trabajo en la empresa, requiere de mayores inversiones o emplea la tecnología característica en la obtención del producto acabado.
- 2) La definición de la capacidad por el "cuello de botella" constituye una desestimulación para su eliminación, lo cual, por lo general, requiere de pequeñas inversiones o solo de diversas medidas técnico-organizativas. La capacidad de producción está también determinada por la estructura de surtidos, cuya variación está asociada a la variación de la capacidad de producción.
- 3) La capacidad productiva debe calcularse para la máxima utilización del fondo de tiempo de los equipos y áreas productivas, sin deducir afectaciones al régimen de trabajo por problemas de fuerza de trabajo, materias primas, entre otras.
- 4) La capacidad de producción se expresa en las mismas unidades en que se expresa la producción, o sea unidades físicas o de valor.
- 5) Un punto clave en el cálculo de capacidad de producción es la utilización de las normativas de gasto de tiempo de los distintos surtidos de productos en cada taller, sector o grupo de equipos.
- 6) En el cálculo de las capacidades de producción se consideran todos los equipos productivos a disposición de la empresa.
- 7) La variación de la calidad y diseño de los productos implica variación de la capacidad (aumento o disminución) dado a las diferencias de laboriosidad en magnitud y estructura.
- 8) El cálculo de la capacidad tiene un carácter relativo al objetivo que se busca. Es por ello que al cuantificar los distintos factores que determinan la magnitud de la capacidad debe hacerse considerando la situación alcanzable en el horizonte de tiempo en que se materializará la decisión que se fundamenta con los cálculos.

Capítulo I: Fundamentación teórica de la investigación: la planificación, las capacidades productivas y el mantenimiento.

9) La capacidad puede ser medida del lado del Input y del lado del Output, y no puede decirse que exista una medida universal (válida para la medición de la capacidad, en cualquier caso), ni siquiera una norma genérica sobre ella.

Para determinar la capacidad que se requerirá, se deben abordar las demandas de líneas de productos individuales, capacidades de plantas individuales y asignación de la producción a lo largo y ancho de la red de la planta. Por lo general, esto se hace con los pasos siguientes:

1. Usar técnicas de pronóstico para prever las ventas de los productos individuales dentro de cada línea de productos.
2. Calcular el equipamiento y la mano de obra que se requerirá para cumplir los pronósticos de las líneas de productos.
3. Proyectar el equipamiento y la mano de obra que estará disponible durante el horizonte del plan.

Muchas veces, la empresa decide tener un **colchón de capacidad** que se mantendrá entre los requerimientos proyectados y la capacidad real. Un colchón de capacidad se refiere a la cantidad de capacidad que excede a la demanda esperada.

Un ejemplo, si la demanda anual esperada de una instalación es de 10 millones de dólares en productos al año y si la capacidad del diseño es de 12 millones de dólares al año, ésta tendrá un colchón de capacidad de 20%. Un colchón de capacidad de 20% es igual a un índice de utilización de 83% ($100\% / 20\%$).

Toma de decisiones en función de la capacidad.

La gestión de la capacidad tiene como objetivo determinar y aplicar medidas o acciones Chase (2009), dirigidas a:

Variar la magnitud de la capacidad a alcanzar para satisfacer una cuota de mercado objetivo en el marco de un nivel de utilización alcanzable, actuando sobre los factores que determinan la magnitud. Entre las acciones a ejecutar se encuentran: introducir cambios en el diseño del producto, renovar tecnología, variar el régimen laboral o cambiar la cantidad de puestos.

Mejorar la utilización de la capacidad de producción a lograr para cumplir una cuota de mercado con la capacidad disponible, actuando sobre los factores que determinan la utilización. Son acciones el mejoramiento del servicio a los puestos de trabajo, la modificación del sistema de estimulación y el mejoramiento del estado técnico de los equipos.

Variar la magnitud y estructura del mercado que puede abarcarse frente a una cuota de mercado objetivo con la capacidad existente y utilizada a un nivel dado, actuando sobre los factores que permiten ampliar el mercado como son ampliar el mercado o variar la segmentación. Mejorar la competitividad, dirigida a la cuota de mercado a que se puede aspirar con la capacidad existente y el nivel de utilización alcanzable, actuando sobre factores de marketing como: disminuir costos, aumentar la calidad de la producción o los servicios, mejorar la imagen empresarial, mejorar el servicio y personalizar el producto.

Capítulo I: Fundamentación teórica de la investigación: la planificación, las capacidades productivas y el mantenimiento.

Cuando se considera la capacidad, se debe tomar en cuenta las entradas de recursos y las salidas de productos, de forma tal que se optimice la capacidad para satisfacer la demanda prevista de los productos de forma eficiente Torres (2007).

Regulaciones de la capacidad de la industria

Regulaciones de la industria del cemento.

En Cuba existen entidades reguladoras que intervienen de una forma u otra en la producción del cemento, tales como el Grupo Empresarial del Cemento (GECEM), el cual dirige toda la actividad de la producción, distribución, comercialización, mantenimiento, logística, servicios asociados a este, también otras entidades del país y de la administración central del estado como son Ministerio de la Construcción (MICONS), Grupo Empresarial Industrial de la Construcción (GEICON), Ministerio de Economía y Planificación, Oficina Nacional de Normalización (ONN) Ministerio para la Ciencia Tecnología y el medio Ambiente (CITMA), Instituto Nacional de recursos Hidráulicos (INRHI) Ministerio de Energía y Minas (MINEN), Ministerio de Transporte (MITRANS) , Oficina Nacional para el uso Racional de la Energía (ONURE), ministerio de Comercio Exterior (MINCEX).

Estas entidades públicas se basan en leyes, decretos leyes, disposiciones reglamentos, normas, auditorías y controles permanentes que realizan sistemáticamente en las diferentes etapas de elaboración del cemento.

Determinación de la Capacidad en la Industria.

El cálculo y determinación de la capacidad de producción en la industria, sigue siendo un aspecto de trascendental importancia, como vía para conocer si la demanda de los clientes puede o no ser satisfecha a partir de la disponibilidad tecnológica con que cuenta la organización.

Sin embargo, a pesar de este sólido argumento no se encuentran trabajos que sistemáticamente aborden ésta problemática. En tal sentido, en Cuba, sobre el particular han escrito la Dra. Martha Zaldívar y Dr. Humberto Blanco (1984); Dr. José Antonio Acevedo (1986 y 2000) y el Dr. Benjamín González Jordán (1989/1990). Es precisamente el trabajo de éste último autor, recogido en la revista Economía y Desarrollo No.1 de 1990, el que se tomará como base para realizar algunas reflexiones a partir de las conclusiones a que se arriban en dicho artículo.

Lo primero que da por sentado el Dr. González Jordán es que el procedimiento tradicional para el cálculo de la capacidad es ampliamente conocido y se encuentra detalladamente expuesto en diversos trabajos. Esto que no dejó de ser una verdad casi absoluta en la década de los años 80, en los años 90 e incluso actualmente, ya no fue ni es tan así; pues con la llegada del período especial y la baja carga de la actividad industrial se perdió la costumbre y la necesidad de calcular este indicador.

Se han revisado documentos donde la Capacidad Productiva Disponible es superior a la Capacidad Productiva Potencial. Por esto y otros aspectos, es por lo

Capítulo I: Fundamentación teórica de la investigación: la planificación, las capacidades productivas y el mantenimiento.

que se considera necesario recordar, como se determina la capacidad en una organización utilizando para ello el método tradicional; pero antes es oportuno precisar el concepto de capacidad:

Un aspecto conceptual muy importante es el concerniente a que la capacidad es un atributo del equipamiento, es decir, los equipos son los que tienen capacidad y rendimiento, no productividad.

La comparación entre los niveles de ventas o demanda proyectada y la capacidad determinada permite saber si se cuenta o no con la capacidad suficiente para hacer frente a la demanda estimada. Si la capacidad supera a la demanda no hay problemas, lo que se puede interpretar como que se cuenta con la capacidad suficiente para solventar la demanda presentada.

Si por el contrario la demanda supera a la capacidad ello se interpreta como el hecho de que la empresa no puede, a lo interno, solventar toda la demanda que le están exigiendo. De darse esta situación la información o el dato que se utilizará para la confección del plan será el valor o magnitud de la capacidad con que cuenta la organización.

1.4.- Teoría de restricciones

La Teoría de las restricciones fue descrita por primera vez por Eli Goldratt al principio de los 80 y desde entonces ha sido ampliamente utilizada en la industria. Es un conjunto de procesos de pensamiento a la lógica de la causa y efecto para entender lo que sucede y así encontrar maneras de mejorar. Está basada en el simple hecho de que los procesos multitarea, de cualquier ámbito, solo se mueven a la velocidad del paso más lento. La manera de acelerar el proceso es utilizar un catalizador es el paso más lento y lograr que trabaje hasta el límite de su capacidad para acelerar el proceso completo. La teoría enfatiza la dilucidación, los hallazgos y apoyos del principal factor limitante. En la descripción de esta teoría estos factores limitantes se denominan restricciones o "cuellos de botella".

La Teoría de las Restricciones TOC es una filosofía administrativa integral que utiliza los métodos usados por las ciencias puras para comprender y gestionar los sistemas con base humana (personas, organizaciones, etc.).

El T.O.C. permite enfocar las soluciones a los problemas críticos de las empresas (sin importar su tamaño o giro), para que estas se acerquen a su meta mediante un proceso de mejora continua. Para su desarrollo se tomó como base el método Socrático.

La TOC comprende un conjunto de conocimientos, principios, herramientas y aplicaciones que simplifican la gestión de los sistemas, utilizando la lógica pura o sentido común.

La Teoría de Restricciones es la aplicación del método científico a las organizaciones de naturaleza humana, ésta busca generar continuamente más de la meta de un sistema.

Capítulo I: Fundamentación teórica de la investigación: la planificación, las capacidades productivas y el mantenimiento.

Enfoque Sistemático Del TOC

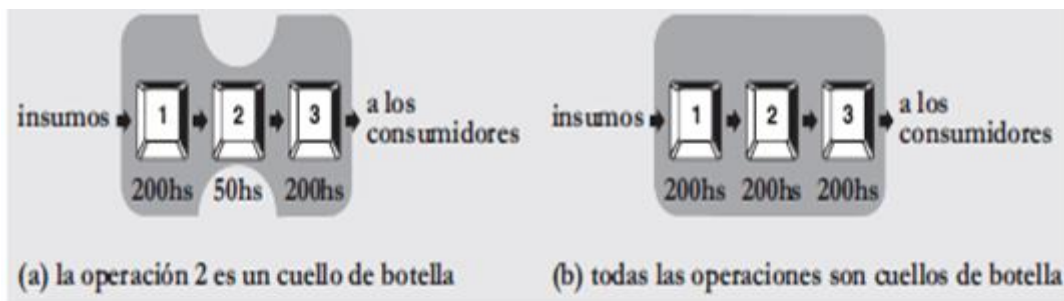
a) Identificar las restricciones del sistema: una restricción es una variable que condiciona un curso de acción. Puede haber distinto tipo de restricciones, siendo las más comunes, las de tipo físico: maquinarias, materia prima, mano de obra etc. Ver fig. 4

b) Explotar las restricciones del sistema: implica buscar la forma de obtener la mayor producción posible de la restricción.

c) Subordinar todo a la restricción anterior: todo el esquema debe funcionar al ritmo que marca la restricción

d) Elevar las restricciones del sistema: implica encarar un programa de mejoramiento del nivel de actividad de la restricción.

e) Si en las etapas previas se elimina una restricción, volver al paso a): para trabajar en forma permanente con las nuevas restricciones que se manifiesten.



Cuellos de botella de la capacidad de una instalación con tres operaciones.

Fig. No. 4.- Esquema simplificado de TOC

1.5.- La gestión del mantenimiento y su importancia en función de la capacidad en la industria del cemento.

La demanda de cemento en Cuba se ha extendiendo cada día más, por tal motivo es que se requiere llegar a altos niveles de producción y que se reflejan en el mercado, en los productos, en la economía, esta condición permite que exista influencia tecnológica y económica. Sin embargo, el progreso empresarial no se reduce solo a la inversión en nuevas instalaciones de producción y a la transferencia de la tecnología extranjera, sino que es indispensable utilizar efectivamente las instalaciones existentes, donde uno de los requisitos primordiales es establecer un servicio sistémico y técnico de mantenimiento eficiente, eficaz, seguro y económico de los activos industriales.

La empresa “Cementos Cienfuegos SA” debe garantizar una optimización de la producción. Esto se logra mediante una gestión eficiente de los recursos humanos físicos disponibles, empleando materia prima de calidad y garantizando el buen funcionamiento y disponibilidad de la maquinaria de producción. El mantenimiento industrial es un medio que ayuda a la empresa a generar herramientas para garantizar las buenas condiciones operacionales de los equipos de producción con la finalidad de obtener una calidad total de los productos finales.

Capítulo I: Fundamentación teórica de la investigación: la planificación, las capacidades productivas y el mantenimiento.

A medida que la empresa crece y se desarrolla, lo hace su capacidad de producción. Por lo tanto, su adecuado mantenimiento es particularmente indispensable si se desea alcanzar una calidad total tanto en producción como en mantenimiento.

Aparece entonces la gestión de mantenimiento como método principal, para implementar metodologías nuevas y reformas en las tareas de mantenimiento y de esa forma garantizar que los mecanismos de producción funcionen adecuadamente durante los procesos productivos

Para producir durante periodos de tiempo más prolongados se requiere que el producto se entregue en el menor tiempo posible, teniendo en cuenta que no abastecemos estos niveles de producción, una de ella es el paro indebido de las máquinas en pleno proceso lo cual hace necesario un mantenimiento correctivo de emergencia para corregir las fallas inmediatas originando que se detenga el proceso de producción,

Al hacer un cambio de piezas por desgaste, reparación u falla en las máquinas en el período de producción estos ocasionan tiempos de demora para la empresa y por lo tal trae pérdidas económicas, sabiendo que no existe un control debido de cada máquina u equipos, por la misma fricción del material estos tienden a desgastarse, o por las fuerzas que estos generan hacen que los ejes u engranajes, rodamientos se calienten o deformen y tienden a romper, por la falta de lubricación, alineación, desbalance, desajuste . Igual ocurre con bandas de transporte, del mineral, elevadores de material, cadenas, etc. Sin embargo, en un estado de emergencias no siempre se cuentan con las herramientas, repuestos y recursos humanos disponibles, lo cual puede llegar a representar incumplimiento de compromisos de producción.

Ante este gran riesgo es conveniente una adecuada gestión de mantenimiento preventivo la cual ayuda a la disponibilidad y rentabilidad de los equipos garantizando productos de calidad minimizando tiempos muertos, pérdidas de producción, lo cual permite administrar y canalizar los recursos disponibles dentro de la empresa y recolectando datos, información para verificar el estado actual de la línea de producción, para asegurar que los activos fijos cumplan sus funciones intrínsecas de diseño y su operación sea confiable dentro del proceso de producción.

El plan rutinario diario, semanal, mensual, de mantenimiento permite realizar una función importante dentro de la gestión del mantenimiento, a la hora de planificar, el mantenimiento general o mayor y definir metas, establecer las estrategias y coordinar las actividades.

Las listas de trabajos preventivos, son actividades diseñadas para minimizar el riesgo de fallas de los equipos y evitar riesgos laborales. Para diseñar las listas de trabajos preventivos se debe identificar los puntos críticos de mantenimiento y sus respectivas inspecciones en un tiempo fijo.

Las paradas programadas, permiten planificar el mantenimiento cuando el equipo no debe estar en marcha y con esto evitar, en lo posible, el mantenimiento de emergencia.

Capítulo I: Fundamentación teórica de la investigación: la planificación, las capacidades productivas y el mantenimiento.

Los estándares y especificaciones de trabajos preventivos dan una corta descripción estándar de una actividad de mantenimiento planificada o de rutina que describe: lo que hay que hacer, el tiempo óptimo para realizarlo, cuantas personas se necesitan, que habilidad o especialidad se requieren, los materiales y herramientas utilizados, con una logística eficaz, elaborar un plan de mantenimiento preventivo y planificado. La conclusión del mantenimiento asegura la fiabilidad de las máquinas en pleno proceso prolongando así su rutina diaria, semanal, mensual evitando fallas inoportunas.

La aplicación de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa “Cementos Cienfuegos SA” ,es un compromiso donde se involucran todos los procesos de la empresa (ver fig. 5) entre los cuales esta materia prima, producción, ventas, compras , laboratorio donde mantenimiento debe de brindarse a las instalaciones físicas y equipos, motivo por el cual todo buen gerente de la organización conociendo los beneficios que produce implementar un adecuado programa de mantenimiento preventivo debe de apoyar y propiciar las condiciones para ejecutarlo especialmente si se tiene en cuenta que este representa muchas ventajas como evitar fallas en el funcionamiento de las máquinas, dar seguridad al personal que allí labora, así mismo a largo plazo se evitara gastos por daños y accidentes que se pueden evitar con el mantenimiento preventivo, al igual que se debe de tener en cuenta que esto representa un ahorro significativo que es posible alcanzar.



Fig. No. 5.- Interrelaciones del proceso de mantenimiento con los demás procesos de CCSA

Es así como la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa “Cementos Cienfuegos SA” permitirá encontrar medios apropiados para evaluar y poder lograr un mejoramiento en sus procesos, permitiendo así aumentar o mantener la capacidad efectividad, eficiencia, eficacia y rentabilidad financiera de la empresa.

El mantenimiento correctivo planificado prevé lo que se hará antes que se produzca el fallo, de manera que cuando se detiene el equipo para efectuar la reparación, ya se dispone de los repuestos y del personal técnico asignado con anterioridad en una programación de tareas.

Al igual que el anterior, corrige la falla y actúa ante un hecho cierto.

Capítulo I: Fundamentación teórica de la investigación: la planificación, las capacidades productivas y el mantenimiento.

Este tipo de mantenimiento difiere del no planificado en que se evita ese grado de apremio del anterior, porque los trabajos han sido programados con antelación.

Para llevarlo a cabo se programa la detención del equipo, pero previo a ello, se realiza un listado de tareas a realizar sobre el mismo y programamos su ejecución en dicha oportunidad, aprovechando para realizar toda reparación, recambio o ajuste que no sería factible hacer con el equipo en funcionamiento.

Suele hacerse en los momentos de paros planificados en el año o por oportunidades de falta de materia prima u otra índole que por el volumen de trabajos conlleve a varios días sin labor de producción etc.

También el “mantenimiento planificado”, tiene lugar antes de que ocurra la falla. Según Ferren, 2005 y consiste en servicios de inspección, control conservación y restauración de un ítem con la finalidad de prevenir detectar o corregir defectos tratando de evitar fallas.

Esto quiere decir que el mantenimiento preventivo es aquel que se realiza periódicamente para mayor vida útil de cada equipo al que se le aplique para un debido seguimiento.

Es un programa planificado, destinado a asegurar el mínimo tiempo de paros no previstos y un máximo de tiempo de funcionamiento productivo, eficaz y eficiente para equipos maquinarias y por supuesto los procesos de producción es decir se ejecutan para evitar la falla crítica.

Esto significa que un programa de mantenimiento preventivo incluye dos actividades básicas:

Inspección periódica de los equipos de industria, para descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos de producción, y conservación de la planta para anular dichos aspectos, adaptarlos o repararlos cuando se encuentren aun en etapa incipiente. A menudo se considera el mantenimiento preventivo como sinónimo del mantenimiento periódico, planeado, sintomático, dirigido, o continuo.

El mantenimiento preventivo (PM) tiene una parte esencial de todas estas funciones, pero no son sus únicos elementos. En cada tipo de compañía de acuerdo con la naturaleza de sus actividades y su sistema productivo, es factible establecer un programa de PM, que sea de fácil implementar; usualmente toda organización cuenta con los equipos, el personal y los talleres e instalaciones para llevar a cabo este tipo de mantenimiento.

Para la implementación de un sistema de mantenimiento preventivo son necesarias ciertas bases, quizá la más importante sea la participación ideológica de todos los sectores involucrados, el éxito de un programa se basa fundamentalmente, en que se venda la idea del PM a cada uno de los integrantes de la planta, a la gerencia, a los ejecutivos de producción a los supervisores de mantenimiento, a los técnicos y demás operarios.

Para una buena implementación se requiere una aplicación selectiva del programa de mantenimiento preventivo; se considera que es demasiado riesgo aplicarlo a toda la planta de una vez, lo mejor es ir construyendo el programa paso a paso sin

Capítulo I: Fundamentación teórica de la investigación: la planificación, las capacidades productivas y el mantenimiento.

importar que tan rápidamente sea posible su integración; hasta cuando se termine una etapa se deba comenzar la siguiente. Una vez que se armen los programas de inspección y la lista de tareas a realizar, estas se deben ejecutar periódicamente puesto que el desarrollo mismo del plan va dando las pautas para las correcciones a que haya lugar. Es conveniente, también que una vez implementado el programa sea manejado con suma honestidad, es decir que los trabajos programados sean realizados a conciencia y que los informes se ajusten exactamente a las labores realizadas.

Es la actividad efectuada por técnicos especializados que tiene por objetivo, prevenir el desgaste prematuro de piezas vitales en el proceso de trabajo, pronostico probables daños o determina defectos en el funcionamiento, recomendado reparaciones programadas con anticipación a la falla o inmediatas antes de la falla. Utilizan materiales auxiliares de limpieza y lubricación repuestos menores y herramientas para montaje y desmontaje de partes.

Fases del mantenimiento preventivo:

- Inventario técnico, con manuales, planos, características de cada equipo.
- Procedimientos técnicos, listados de trabajos a efectuar periódicamente.
- Control de frecuencias, indicaciones exactas de la fecha a efectuar el trabajo.
- Registro de operaciones, repuestos y costos que ayuden a planificar.

Según Martin, 2005. Un programa de mantenimiento preventivo tiene entre otras las siguientes ventajas:

1. Con el tiempo se disminuye los paros imprevistos de equipos, que son remplazados por paros programados.
2. Se mejora notoriamente la eficiencia de los equipos y por lo tanto de la producción.
3. Después del tiempo de estabilización del programa, se obtiene una reducción de costos de la siguiente manera:
 - Al disminuir las fallas repetitivas.
 - Por disminución de duplicación de reparaciones: una para desvarar el equipo y otra para repararlo adecuadamente.
 - Por disminución de grandes reparaciones, al programar oportunamente las fallas incipientes
 - Por mejor control del trabajo debido a la utilización de programas y procedimientos adecuados.
 - Menores costos de producción por menos cantidad de productos defectuosos, debido a la correcta graduación de los equipos.
 - Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad ya que se conoce su estado y sus condiciones de funcionamiento.
 - Disminución de tiempos muertos, tiempo de parada de equipos/maquinas.
 - Disminución de existencias en almacén y, por lo tanto, sus costos, puestos que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.

Concepto y objetivos del mantenimiento industrial

El mantenimiento se puede definir como el control constante de las instalaciones (en el caso de una planta) o de los componentes (en el caso de un producto), así como el conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de un sistema en general. Muñoz, 2004.

Por lo tanto, las tareas de mantenimiento se aplican sobre las instalaciones fijas y móviles, sobre equipos y maquinarias, sobre edificios industriales, comerciales o de servicios específicos, sobre las mejoras introducidas al terreno y sobre cualquier otro tipo de bien productivo.

El objetivo final del mantenimiento industrial se puede sintetizar en los siguientes puntos:

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar
- Evitar detenciones inútiles o paros de máquinas.
- Evitar accidentes e incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Reducir costos.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

En resumen, un mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallos.

Misión del mantenimiento

Según García, (2010) el mantenimiento industrial como parte integral de la producción, tiene como propósito garantizar el óptimo funcionamiento de los equipos, y demás infraestructura empresarial, mediante programas de prevención y predicción de fallas, reparación de daños y mejoramiento continuo de sus condiciones operativas con la política de cero defectos, para cumplir sus cuatro objetivos fundamentales.

Hoy en día, en la mayoría de los procesos industriales se hace necesario un mantenimiento organizado, (ver fig. 6), seguro, efectivo y económico, que avale la disponibilidad de los activos físicos. La gestión de los activos es un reto al futuro, donde el objetivo es transmitir los valores del mantenimiento. La clave del éxito será la consolidación de la cultura interna, y el trabajo en equipo del personal, que se mide por el cuidado y el compromiso puesto en los anteriores valores y sus logros. Esto se ve reflejado en la actitud, la conducta y el cuidado de los activos, así como en la forma de respetar las reglas y los procedimientos, lo cual no es otra cosa que hacer buen mantenimiento en el mejor sentido de la palabra.



Etapas de la Gestión del Mantenimiento.

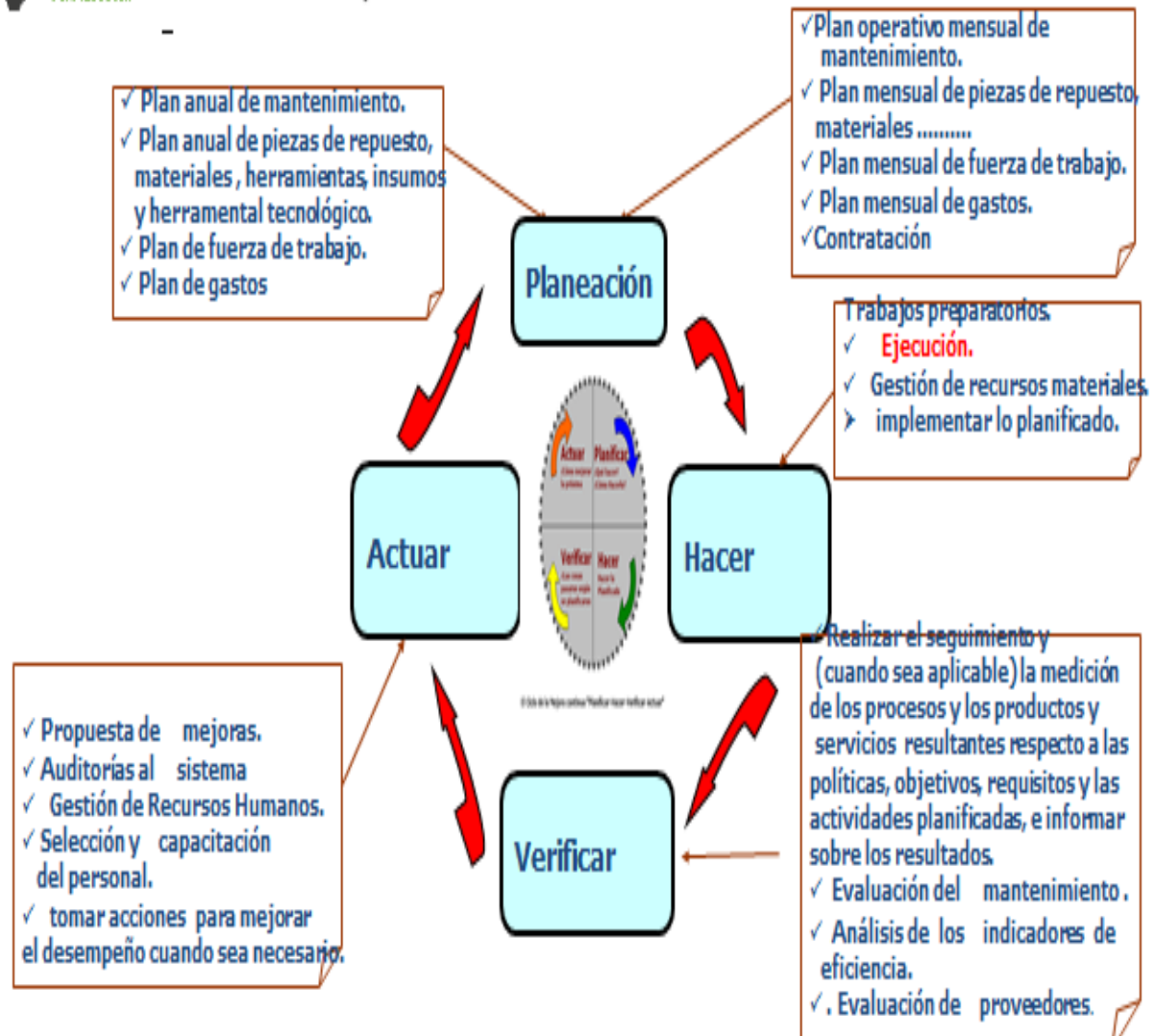


Fig. No. 6.- Ciclo de mejora continua PHVA Gestión del mantenimiento

Tipos de mantenimiento en cementos Cienfuegos SA:

Actualmente existen variados sistemas para acometer el servicio de mantenimiento de las instalaciones en operación. Algunos de ellos no solamente centran su atención en la tarea de corregir los fallos, sino que también tratan de actuar antes de la aparición de los mismos haciéndolo tanto sobre los bienes, tal como fueron concebidos, como sobre los que se encuentran en etapa de diseño, introduciendo en estos últimos, las modalidades de simplicidad en el diseño.

Capítulo I: Fundamentación teórica de la investigación: la planificación, las capacidades productivas y el mantenimiento.

Los tipos de mantenimiento existentes en “Cementos Cienfuegos SA”

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento preventivo - programado

Mantenimiento correctivo:

Se entiende por mantenimiento correctivo, a la corrección de las averías o fallas cuando estas se presentan. Es la habitual reparación tras una avería que obliga a detener la instalación, equipos, maquina o edificios afectada por el fallo, la cual han dejado de prestar la calidad del servicio para lo cual fueron diseñados.

Toda labor de mantenimiento correctivo, exige atención inmediata, por lo cual esta no puede ser debidamente programada y en ocasiones solo se tramita y controla por medio de reportes “maquina fuera de servicio”, Efectuada por técnicos especializados que tienen por objetivo recuperar equipos descompuestos para ponerlo en servicio, que por su naturaleza no pueden planificarse en el tiempo, presenta costos por reparación y repuestos no presupuestadas, pues implica el cambio de algunas piezas del equipo. Utiliza materiales auxiliares de limpieza y lubricación y repuestos esenciales en el funcionamiento para sustituir los defectuosos.

Mantenimiento predictivo:

Según Ferren, 2005, el sistema de mantenimiento predictivo se define como el conjunto de actividades, programadas para detectar las fallas de los activos físicos, por revelación antes de que sucedan, con los equipos en operación y sin perjuicio de la producción, usando aparatos de diagnóstico y pruebas no destructivas. Basado fundamentalmente en detectar la falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicio al servicio, ni detención de la producción, basado en la medición seguimiento y monitoreo de parámetros y condiciones operativas de un equipo o instalación, por lo cual este mantenimiento tiene un costo muy alto por los equipos a emplear.

Aunque existe multiplicidad de técnicas de aplicación del mantenimiento predictivo como el ultrasonido, la radiografía, la termografía infrarroja, o la termovisión, los análisis de lubricantes, las vibraciones de ruidos, la inspección visual, etc. Se ha popularizado que el mantenimiento predictivo se basa en la medición y análisis de vibraciones, y tiene como principio el hecho de que si un equipo esta operado en buenas condiciones, no debe ser intervenido.

En forma generalizada un sistema de mantenimiento predictivo consiste en llevar un control periódico de los niveles de vibración de cada equipo teniendo como parámetros de medición, las características de vibración, las variaciones de temperatura y el aumento de consumo de energía. Los elementos característicos de una señal de vibración son: su frecuencia, su ángulo de fase y su amplitud, esta última puede ser medida como el desplazamiento, la velocidad o la aceleración de la vibración son confrontados con patrones preestablecidos, permite a través de una Técnica confiable, lógica y segura diagnosticar el efecto específico; con la frecuencia de la vibración se determina el tipo de falla, mientras

Capítulo I: Fundamentación teórica de la investigación: la planificación, las capacidades productivas y el mantenimiento.

que la amplitud de vibración determina la severidad del daño, con un alto grado de exactitud.

Como inconveniente, se debe citar que se necesita constancia, ingenio, capacitación y conocimientos, aparatos de medición y un adecuado registro de todos los antecedentes para formar un historial.

Beneficios del mantenimiento predictivo

- Se obtiene la máxima vida útil de los componentes de una maquina o equipo.
- Incluye ventajas del mantenimiento preventivo
- Elimina pérdidas de producción
- Elimina las necesidades de una inspección periódica programada para el equipo.
- Reduce las horas extras de mantenimiento.
- Reduce las paradas imprevistas.
- Se conoce con precisión cuando y que debe ser cambiado en la máquina.
- Aumenta la confiabilidad y disponibilidad de las máquinas.

Mantenimiento preventivo - programado

Es el que se realiza a partir de una programación ya sea un paro planificado mayor o menor su alcance está en función de una planificación según los recursos disponible el tiempo y la mano de obra este tipo de mantenimiento también se puede realizar a través de rutinas por especialidades.

Capítulo II: Procedimiento metodológico para determinar la capacidad productiva anual considerando el mantenimiento preventivo

El presente capítulo propone el procedimiento metodológico para determinar la capacidad productiva anual considerando la incidencia de las acciones de mantenimiento en la capacidad de Cementos Cienfuegos, SA. (Ver Figura 7).

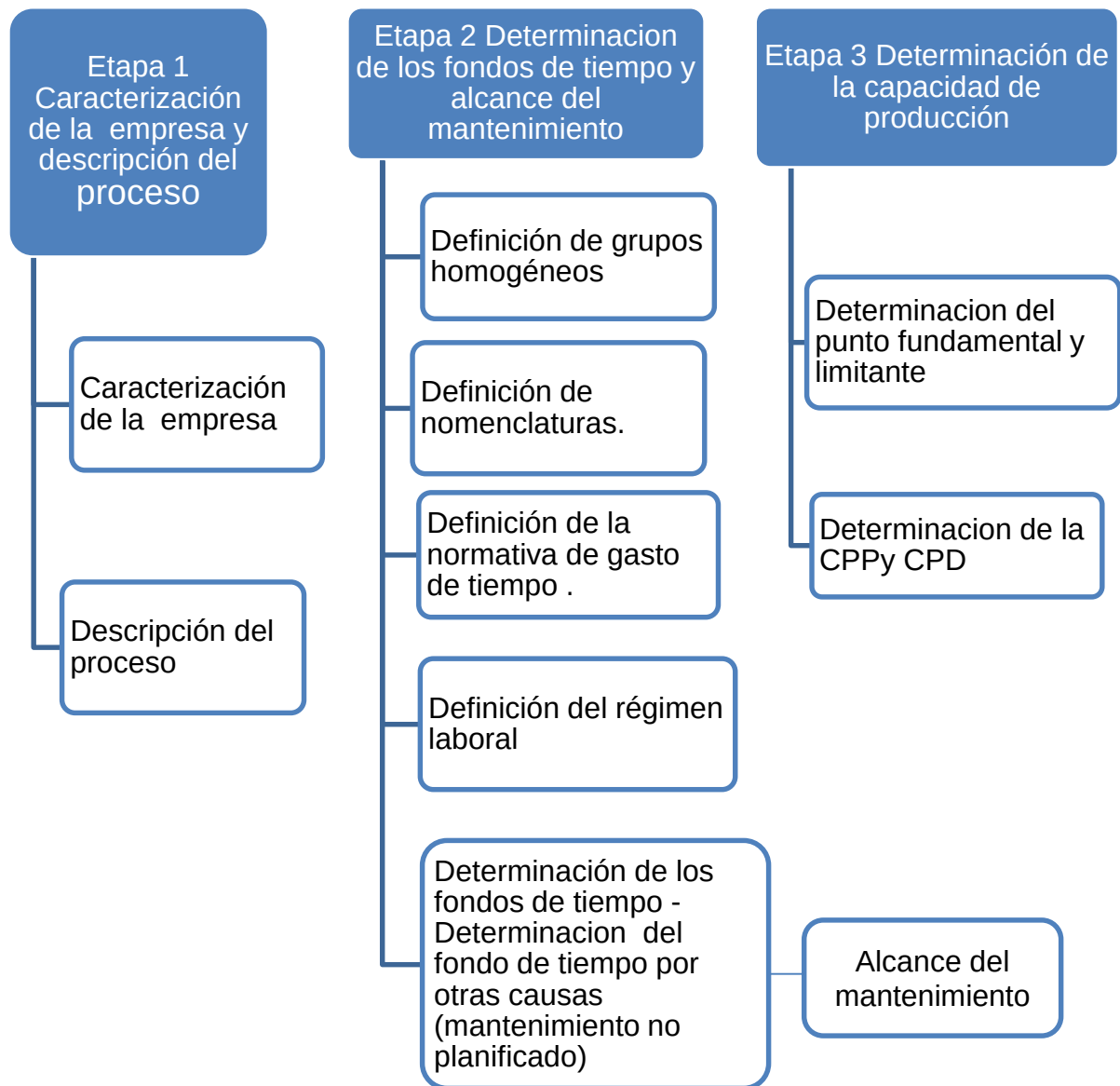


Fig. No. 7.- Procedimiento para la determinación de la capacidad de producción en la empresa Cementos Cienfuegos S.A. Fuente: Elaboración propia.

Dividido en tres etapas con sus respectivos pasos, el procedimiento está integrado por técnicas y herramientas conocidas a nivel nacional e internacional y que se adecuan al objetivo de la investigación, a las características de la empresa y a la disponibilidad de información.

Capítulo II: Procedimiento metodológico para determinar la capacidad productiva anual considerando el mantenimiento preventivo

2.1.- Etapa I: Caracterización y descripción del proceso productivo de la empresa Cemento Cienfuegos

Uno de los objetivos de este epígrafe es hacer una descripción de CC.SA y del proceso productivo de elaboración del cemento ver fig. 8, lo cual es muy importante para el estudio de capacidad que se llevará a cabo.

Paso 1: Caracterización de la empresa CC.SA

Cementos Cienfuegos se ubica en el Municipio Cienfuegos. El 8 de marzo de 1980 comienza la explotación del primero de los tres hornos de la Fábrica de Cemento de Cienfuegos, lo cual permitió un aumento considerable en la producción nacional de este renglón. La fábrica de Cemento “Karl Marx”, fue inaugurada por el Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz y el presidente de la República Democrática Alemana Eric Honecker. La tecnología de producción es de vía seca. La fábrica la conformaban tres líneas paralelas de producción con una capacidad instalada de 1 500 000 ton/año de clinker (tres hornos rotatorios de 500 000 ton/año de Clinker).

En el año 2001 se crea la empresa con capital mixto Cementos Cienfuegos S.A. como parte del desarrollo empresarial y comienza un proceso de rehabilitación de la línea 3 con vistas a la modernización para lograr una capacidad de producción de 1 500 000 toneladas de Clinker anuales.

En 2004 se pone en operación la línea con resultados productivos y ambientales muy favorables.

En la actualidad la empresa Cementos Cienfuegos S.A. es líder dentro del territorio nacional en la producción de cemento y juega un rol fundamental en el abastecimiento del producto al mercado mayorista y minorista en la provincia de Cienfuegos y en el territorio. La empresa se encarga abastecer desde Matanzas hasta Guantánamo, el 100% del Clinker que consume la fábrica José Mercerón de Santiago de Cuba y el 60% del Clinker que consume Siguaney. Cienfuegos exporta cemento y Clinker a través de la empresa ECOCEM.

Condiciones naturales del entorno.

El relieve del área está formado por una extensa llanura de origen fluvial, asociada al río Caunao, donde se observan manifestaciones acumulativas y ondulaciones con alturas variables desde 60 hasta 100 m. sobre el nivel medio del mar.

Los suelos predominantes en el área de estudio son del tipo pardo, con fuerte gravillosidad y pedregosos. Sobre áreas de la cuenca hidrográfica Caunao, se encuentra la mayor cantidad de instalaciones de producción y apoyo a la producción de la fábrica, constituyendo esta cuenca la de mayor incidencia ambiental.

Desde el punto de vista climático, la fábrica se encuentra en una zona tropical poco húmeda de valle, se caracteriza por ser caliente y lluviosa. Los factores climatológicos inciden en el comportamiento de la distribución del contaminante, en particular por las emisiones de gases y partículas de polvo que genera el proceso.

Capítulo II: Procedimiento metodológico para determinar la capacidad productiva anual considerando el mantenimiento preventivo

Caracterización socio - demográfica del entorno de la fábrica.

El entorno socioeconómico de la fábrica se caracteriza por la presencia de asentamientos de núcleos, tanto urbanos como rurales, así como la existencia de pequeños núcleos de población dispersa. La población residente, posee en la zona varias fuentes de empleo, destacándose las actividades, agrícolas, pecuarias, industriales, científico - educativas, turísticas y sociales, la cual se encuentra dentro del área de influencia de la fábrica que pueden ser impactados por las emisiones que se generan en el proceso si no existe control

Paso 2: Descripción del proceso productivo.

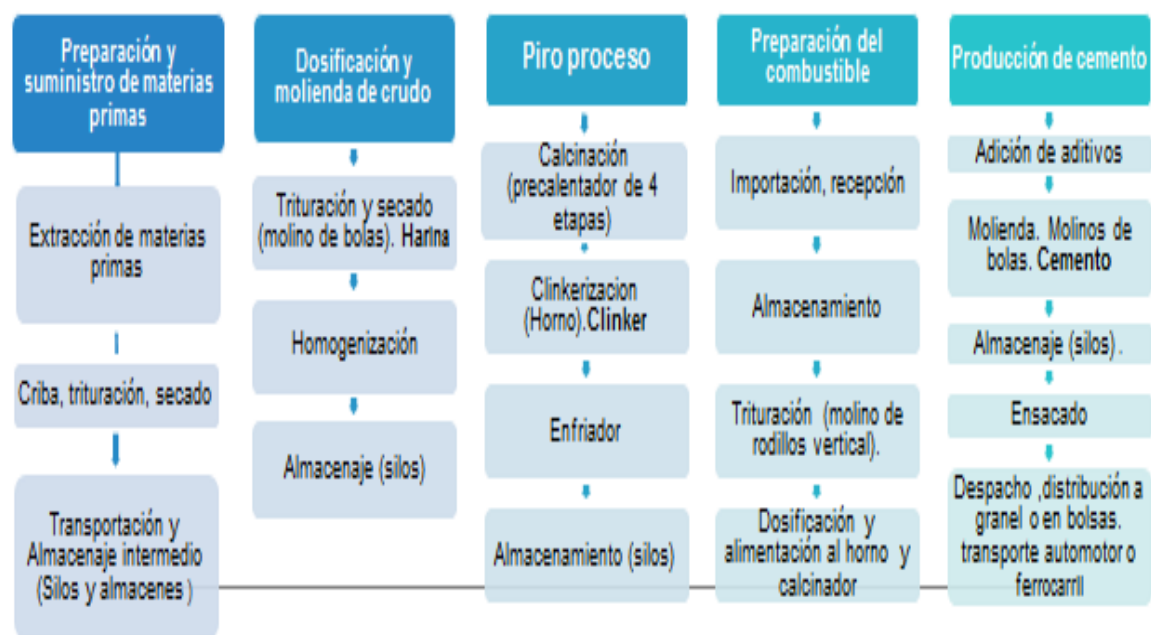


Fig. No. 8.- Etapas del proceso de elaboración del cemento.

Preparación y suministro de las materias primas

Para la producción de cemento Portland se requiere del empleo de las materias primas (ver fig. 9) fundamentales (caliza, marga, tobas puzolánicas, correctores), son transportados por camiones desde las canteras actuales hasta el secador ubicado en la nueva instalación. Una vez seca la materia prima fina, se incorporan por medio de las bandas transportadoras existentes hacia el actual almacén de materia prima dígase silos o almacén de margas. Dentro del nuevo concepto de operación, todos los materiales (caliza, caliza margosa, marga y perdigón) deberán ser secados quedando entre un 7% y un 12% máximo de humedad y triturado en el área de la trituradora primaria existente, en operaciones intermitentes. Una criba de alta eficiencia se encuentra instalada antes de la tolva de alimentación de la trituradora primaria para separar los finos (granulometría menor que 75 mm), que serán alimentados directamente al secador rotatorio ubicado en esta área. Las materias primas trituradas, son conducidas por bandas transportadoras hasta los seis silos de caliza (2 por línea). En el caso de la zeolita y el perdigón, después de secado son transportados hasta las fábricas conducidas a la nave para materiales secos por medio de la banda transportadora de 500 T/h. Una vez allí hacia las tolvas de almacenaje intermedio para la dosificación de crudo.

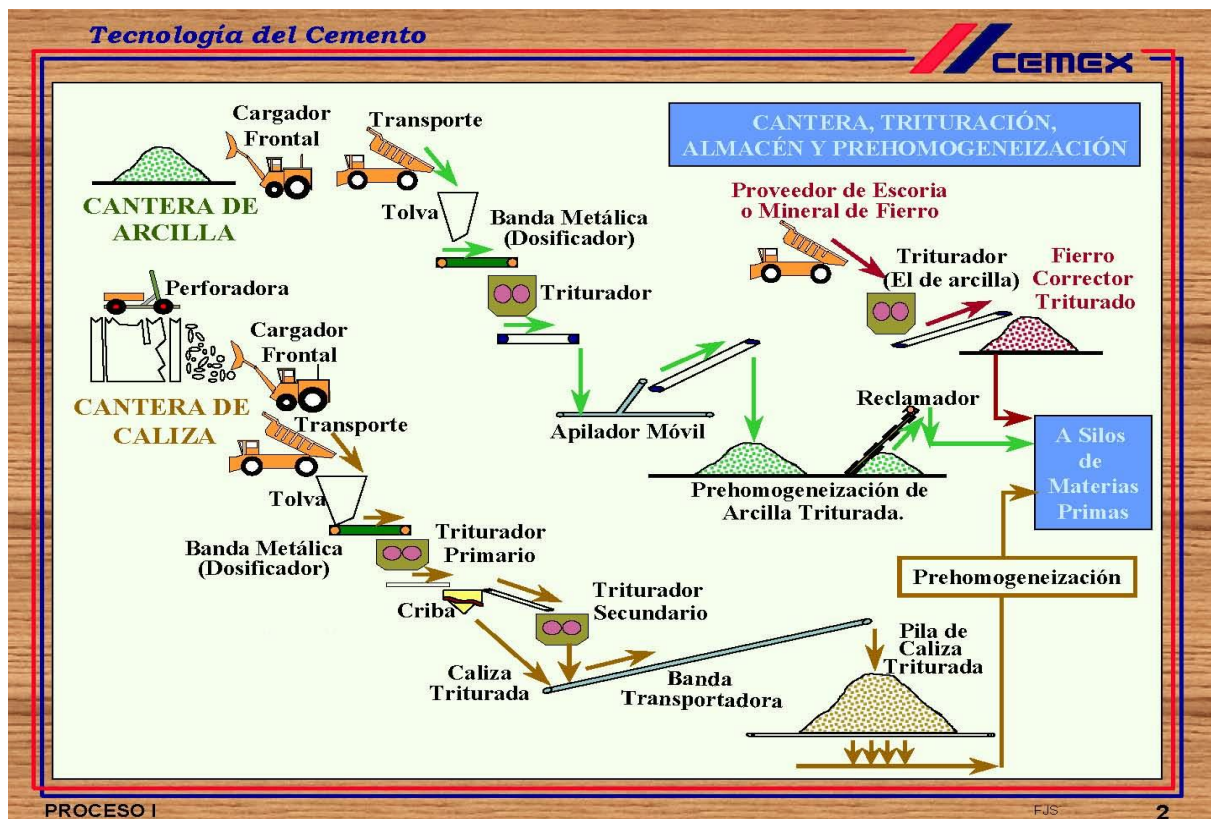


Fig. No. 9.- Preparación de materias primas

Dosificación y molienda de crudo

La caliza dispuesta en silos, la marga, el perdigón y la zeolita, son dosificadas y conducidos juntos hasta la estación de molienda de crudo (Fig. 10), donde pasan por un triturador secador de impacto, el grueso pasa al molino de bolas, el polvo de arrastre pasa al separador, y el fino pasa a la batería de ciclones. El material separado pasa a un sinfín recuperador y el aire pasa a la torre estabilizadora donde se enfría y se envía al electrofiltro. El material separado es enviado a los silos de almacenaje para su homogenización.

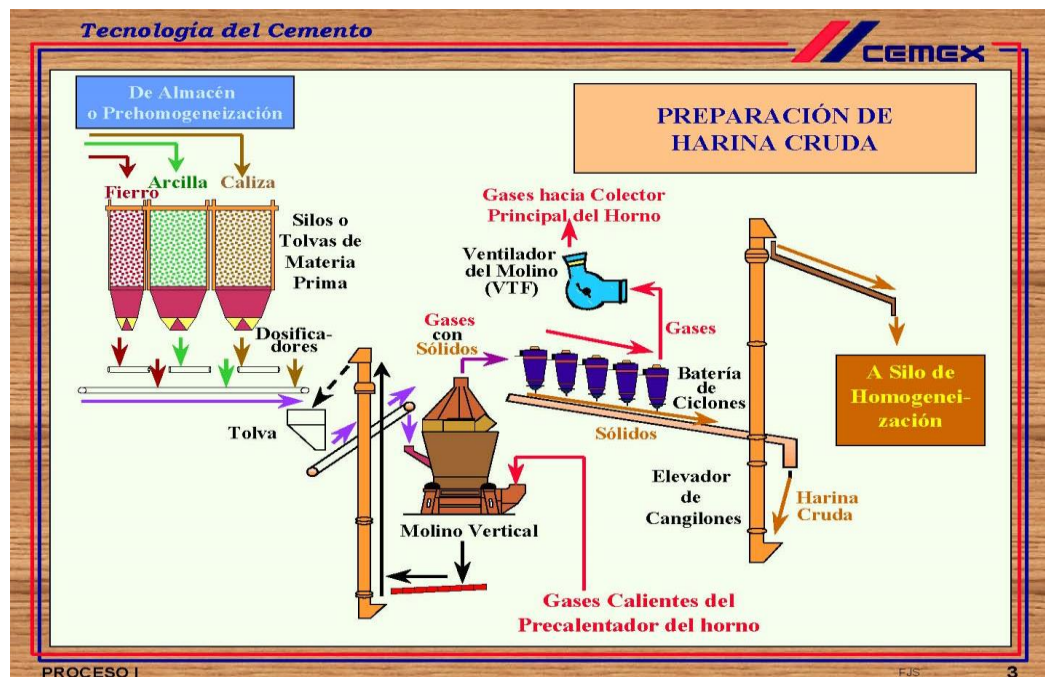


Fig. No.10.- Molienda de Crudo.

Etaa piroproceso.

La "harina de crudo" se introduce a un intercambiador (o Precalentador) de calor donde se lleva a cabo un proceso de calentamiento progresivo hasta alcanzar los 1.000°C. En este proceso, y, en primer lugar, el crudo se seca, luego se deshidrata y finalmente se descarbonata. Este proceso de calentamiento del crudo se realiza por intercambio de calor entre los gases calientes ascendentes procedentes de la combustión en el horno, y la materia cruda descendente que recorre el intercambiador.

A continuación, la materia entra en el horno de forma tubular de dimensiones variables pero que oscila entre 60- y 70 metros de longitud y 3-5 metros de diámetro, girando a menos de 4 rpm. En el interior del horno se produce la combustión

Capítulo II: Procedimiento metodológico para determinar la capacidad productiva anual considerando el mantenimiento preventivo

controlada del combustible hasta alcanzar temperaturas de llama de hasta 2.000°C (ver fig. 11).

Dentro el horno, el crudo sigue aumentando de temperatura hasta alcanzar un máximo de 1.450°C, necesario para la correcta formación de los componentes responsables de las propiedades mecánicas de los cementos. El material que sale del horno tiene aspecto de gránulos redondeados y se conoce con el nombre de "Clinker". Para congelar su estructura cristalina y estabilizar los componentes formados a 1450°C, el Clinker se enfría con aire por debajo de los 120°C.

Son necesarios 1.560 Kg. de crudo para obtener 1.000 Kg. de Clinker. Los gases resultantes del proceso de combustión se emiten a la atmósfera a través de una chimenea a una temperatura inferior a 120°C, después de haber sido previamente filtrados a través de filtros electrostáticos o de mangas que retienen más del 99,9% del polvo arrastrado. El calor contenido en los gases de salida es reutilizado en el proceso de secado y molienda del crudo y de los combustibles.

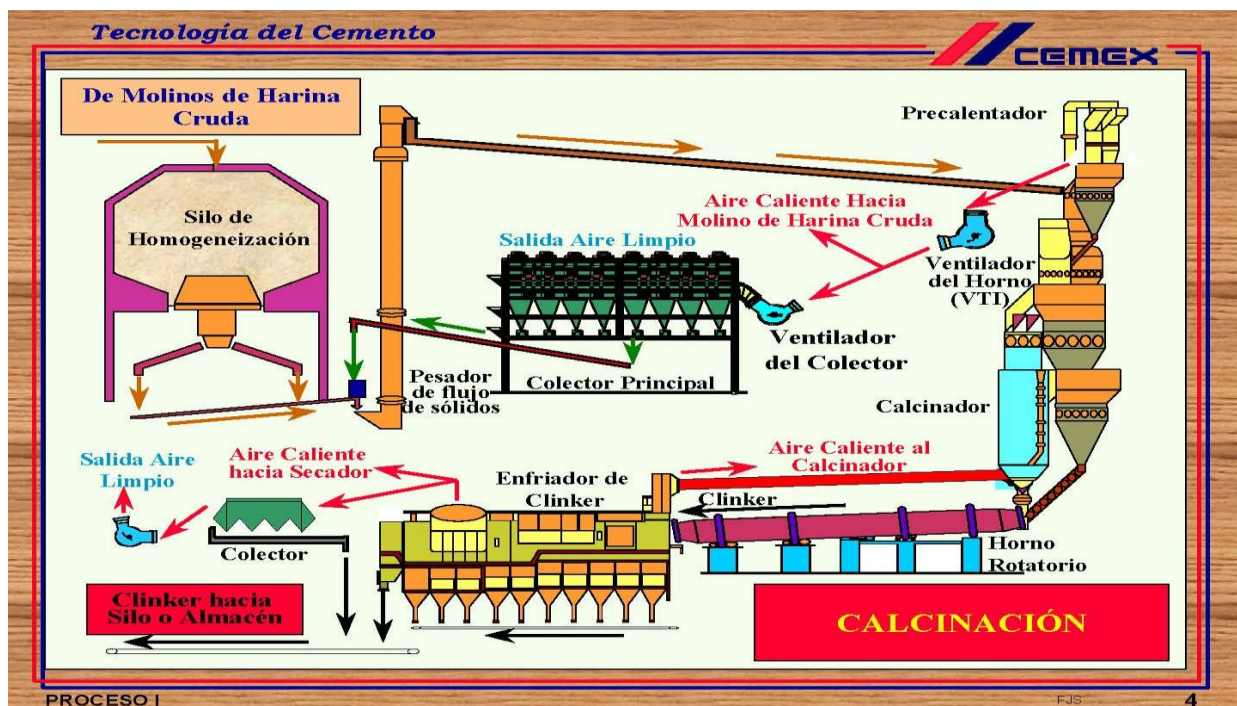


Fig. No. 11.- Etapas de pioproceso (Clinkerización)

Etapas. Producción de Cemento.

El Cemento está constituido por:

- Clinker
- Aditivos como: calizas, zeolitas.
- Yeso, como regulador de fraguado.

Capítulo II: Procedimiento metodológico para determinar la capacidad productiva anual considerando el mantenimiento preventivo

La proporción de cada componente depende del tipo concreto de cemento fabricado. Los distintos componentes se almacenan en zonas separadas, se dosifican por medio de básculas y se añaden de manera conjunta y continua al molino de cemento (ver fig. 12).

Al igual que en el crudo, la proporción relativa de cada componente se ajusta de manera automática en base a los resultados de los análisis efectuados por analizadores de rayos X. En el proceso de molienda, los componentes se muelen, se entremezclan íntimamente y el material se hace pasar por separadores. Si el cemento posee las características físico-químicas necesarias se almacena en silos. En caso contrario, se reenvía al molino para continuar su molienda. El cemento así producido y almacenado se suministra en sacos (42.5Kg.) o a granel (en camiones cisternas de 25 TM. aprox.).

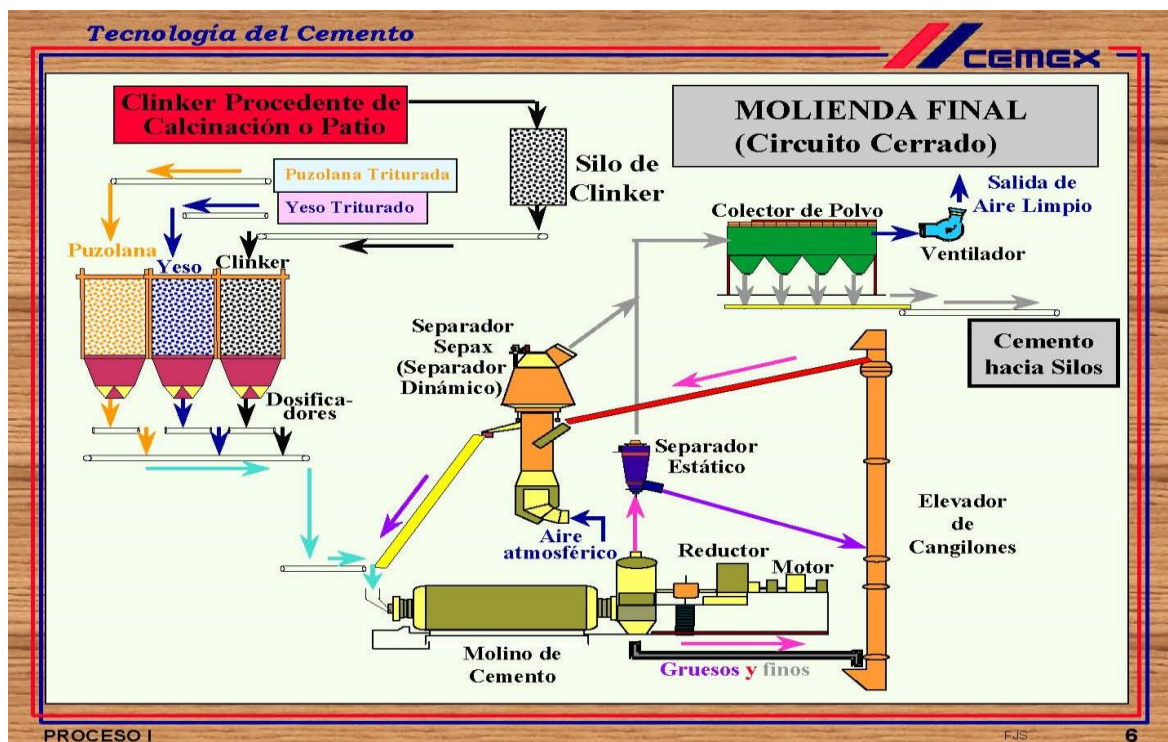


Fig. No. 12.- Etapa de producción de cemento.

2.2.- Análisis comparativo de métodos para el cálculo de la capacidad

A continuación, en la tabla 1, se realiza un análisis comparativo entre los métodos para el cálculo de la capacidad planteados por los dos autores cubanos: González Jordán y Acevedo.

Capítulo II: Procedimiento metodológico para determinar la capacidad productiva anual considerando el mantenimiento preventivo

Tabla 1.- Métodos para el cálculo de las capacidades

	Método de Acevedo et.al (1996)	Dr. Benjamín González Jordán	Observaciones
1	Definición de las familias homogéneas	Composición del equipo que se utiliza	
2	Cálculo de la capacidad de producción en cada grupo homogéneo	Rendimiento de cada equipo o grupo de éstos	
3	Definición de la nomenclatura de productos por surtido	aplica a un solo producto y solo cambia su calidad	No existen variedad de productos
4	Definición del régimen de trabajo a considerar	Definición del régimen de trabajo a considerar	
5	Determinación del fondo de tiempo deben ser tenidos en cuenta los requerimientos tecnológicos y organizativos como: mantenimiento, , acomodos de carga y estrategia de energía,	Determinación del Fondo de Tiempo de Requerimientos Tecnológicos (FTRT): Es la cantidad de tiempo que se consume en realizar mantenimientos, ajustes técnicos, limpieza	
6	Cálculo del coeficiente de turno planificado	Calculo de los Fondos de Tiempo Productivo Total (FTPT), Fondos de Tiempo requerimientos Tecnológicos FTRT, , Fondo de Tiempo Productivo Potencial FTPP Fondo de Tiempo Productivo Disponible (FTPD)	
7	Cálculo de la capacidad de producción	Capacidad Productiva Potencial (CPP): Capacidad Productiva Disponible (CPD) Capacidad Planificada (CPF)	
8	Definición del punto fundamental: se debe definir cuál es el proceso crítico para cada producto, ya que cada uno puede tener un punto fundamental distinto.	Definición del punto fundamental: se debe definir cuál es el proceso crítico para cada producto, ya que cada uno puede tener un punto fundamental distinto.	
9	Definición de la capacidad de la empresa	Calculo de la Capacidad Productiva Disponible (CPD): Máximo volumen de producción que se puede	

Capítulo II: Procedimiento metodológico para determinar la capacidad productiva anual considerando el mantenimiento preventivo

		obtener, en la empresa, a partir de utilizar plenamente el Fondo de Tiempo Productivo Disponible. Su monto es el resultado de multiplicar el FTPD por la Producción horaria en el punto limitante ¹ del proceso que se trate.	
RESULTADOS			
	Plantea que a partir de los cálculos se debe elaborar un plan de medidas y 2 etapas. En la etapa de proyección cuando se calculan las necesidades del mercado, para gestionar en caso tal la utilización de la capacidad en caso de ser superior a la demanda, o de gestionar el aumento de capacidad en caso de ser inferior. Por otra parte, en la etapa de análisis de utilización de la capacidad para determinar los factores que inciden en la afectación de la capacidad y así poder erradicarlos.	Plantea que a partir de los cálculos la CPP es útil por cuanto para determinarla se ha descontado de todo el tiempo de trabajo posible de los equipos sólo los llamados requerimientos tecnológicos y en la práctica todos los equipos se rompen o interrumpen la producción alguna vez de forma imprevista durante el transcurso de un año, máxime cuando existen determinadas dificultades provocadas por la edad de los equipos, su estado técnico y la calidad del mantenimiento . Este razonamiento lo lleva a concluir que en la práctica la CPP resulta imposible de ser alcanzada, por ende, cuestiona la utilidad y alcance real de dicho indicador. Con relación a la CPD acota: “Esta se determina restando del fondo de tiempo productivo potencial el fondo de tiempo de régimen laboral (fondo éste que depende estrictamente de decisiones administrativas, ajenas a las	

¹ Punto Limitante: Equipo o grupo de equipos que generan el menor volumen de producción. Es la parte del proceso productivo donde se estrangula la producción o se genera el “cuello de botella”.

Capítulo II: Procedimiento metodológico para determinar la capacidad productiva anual considerando el mantenimiento preventivo

		posibilidades tecnológicas y productivas de los equipos) y el fondo de tiempo de otras causas (que en lo fundamental no depende de la voluntad del hombre, sino del equipo, aunque no es menos cierto que éste puede influir sobre el mismo para disminuirlo, pongamos por ejemplo cuando se mejora la calidad del mantenimiento las roturas imprevistas deben disminuir), es decir, al calcularse la CPD se mezclan elementos de naturaleza diferentes”: uno que depende del hombre y sus decisiones administrativas y otro que está asociado directamente al equipamiento y que provoca su paralización	
--	--	---	--

La metodología expuesta por Dr. Benjamín González Jordán (1989/1990), publicada en la revista Economía y Desarrollo No.1 de 1990, y en el texto de Planificación Empresarial, es la que se consideró como base fundamental para realizar los cálculos de capacidad en Cementos Cienfuegos. Se consideró que la fábrica no tiene variedades de surtido en la producción y la factibilidad de su aplicación.

2.3.- Etapa II: Determinación de los fondos de tiempo y alcance del mantenimiento.

Para determinar la capacidad se requiere conocer: la composición del equipamiento que se utiliza en el proceso de producción, el proceso tecnológico o de elaboración del producto, el rendimiento o la producción horaria de cada equipo o grupo homogéneo y los fondos de tiempo de trabajo.

- Composición del equipo que se utiliza: Se refiere a la necesidad de conocer el equipamiento, y tipo de éste que se emplea en el proceso de producción o de operaciones en la empresa, fábrica o taller.
- Proceso tecnológico: Significa conocer la secuencia de pasos a dar para obtener el bien o generar el servicio que se requiere. Puede ser entendido como el flujo de operaciones que se sigue para fabricar el producto en cuestión.
- Rendimiento de cada equipo o grupo de éstos: Representa la producción horaria, es decir, la cantidad de unidades que en una hora es capaz de producir cada equipo del proceso o grupo homogéneo de éstos.

Paso 1 Definición de los grupos homogéneos de equipos

Capítulo II: Procedimiento metodológico para determinar la capacidad productiva anual considerando el mantenimiento preventivo

Se deben definir los equipos, grupos de máquinas, grupos de trabajadores, procesos y servicios auxiliares que, debido a sus parámetros tecnológicos y destrezas, son intercambiables entre sí para realizar un proceso en el producto.

Paso 2: Definición de la nomenclatura del producto

Si los productos son estables y limitados, se consideran los mismos para calcular la capacidad, pero cuando la gama de productos es amplia y estable o cambiante, se recomienda establecer grupos de productos según su homogeneidad constructivo-tecnológica. Luego se deben utilizar coeficientes de equivalencia que indiquen la proporción de laboriosidad entre un producto y otro, u otro equivalente si la laboriosidad no es un factor determinante

Paso 3: Definición de las normativas de gasto de tiempo

Se determina el gasto de tiempo en horas este tiempo está dado entre la cantidad de toneladas producidas por hora en cada grupo de equipo homogéneos de maquinaria por donde fluye el mismo.

Paso 4: Definición del régimen laboral

Para los diferentes procesos o áreas se define los días laborales anuales, horarios, turnos de trabajo, entre otros.

Paso 5: Determinación del fondo de tiempo:

Constituye el llegar a determinar las horas que realmente trabajará la organización; partiendo del Fondo de Tiempo Productivo Total hasta llegar al Fondo de Tiempo Productivo Disponible

Al definirse los grupos homogéneos para cada grupo de maquinarias, equipos y grupos de trabajo. También se tomaron en cuenta los requerimientos tecnológicos y organizativos como: mantenimientos, recesos tecnológicos, servicios de garantía, el entrenamiento de los operarios en la maquinaria entre otros. En el caso particular de la empresa Cementos Cienfuegos S.A. estos son los fondos de tiempo que fueron definidos:

- Fondo de Tiempo Productivo Total (FTPT): Está constituido por el máximo número de horas posibles a laborar en un año por la organización. Su cálculo se realizará a partir de multiplicar los 365 días del año por 24 horas.
- Fondo de Tiempo de Requerimientos Tecnológicos (FTRT): Es la cantidad de tiempo que se consume en realizar mantenimientos, ajustes técnicos, limpieza del equipamiento y otras actividades que requieren detener o paralizar el flujo de producción. Su monto es planificado para el año en cuestión.

Capítulo II: Procedimiento metodológico para determinar la capacidad productiva anual considerando el mantenimiento preventivo

- Fondo de Tiempo Productivo Potencial (FTPP): Es la cantidad máxima de horas que puede laborar la empresa, luego de descontar del FTPT el FTRT. Este tiempo constituye la base para el cálculo de la Capacidad Productiva Potencial.
- Fondo de Tiempo de Régimen Laboral (FTRL): Es todo el tiempo que no se labora en la empresa por causas como: turnos no trabajados por la organización, tiempo que se da durante los turnos de trabajo para almuerzo y meriendas, las horas que no se aprovechan productivamente cuando se planifican mantenimientos o ajustes del proceso y éstas actividades no ocupan los tres turnos de trabajo.
- Fondo de Tiempo de Otras Causas (FTOC): Es todo el tiempo que no se utiliza productivamente en la empresa y que no es clasificado en los fondos anteriores. Constituyen ejemplos clásicos del FTOC las roturas imprevistas y la falta de fluido eléctrico. Otros tiempos perdidos por causas tales como falta de materias primas, falta de personal o plantillas incompletas y movilizaciones de los trabajadores no se deben contabilizar como parte de este fondo.
- Fondo de Tiempo Productivo Disponible (FTPD): Es el tiempo directamente aprovechable por la organización para obtener producción. Se determina como la diferencia entre el FTTP menos FTRL menos FTOC.

El FTPD constituye la base para el cálculo de la Capacidad Productiva Disponible.

Alcance del mantenimiento

En la Fig. 13 se muestra el plan anual de mantenimiento 2018 por áreas, este plan fue aprobado, firmado en el documento oficial del sistema de calidad de CC.SA se cumplió a un 89%. En la Fig. 14 se muestra la versión 1 de propuesta del plan de mantenimiento 2020. A continuación, los detalles.

Capítulo II: Procedimiento metodológico para determinar la capacidad productiva anual considerando el mantenimiento preventivo



Cementos Cienfuegos S.A.

MT P 01 A2

Plan Anual de Mantenimiento 2018. V1

No.	CÓDIGO	DENOMINACIÓN EQUIPO	PLANIFICACIÓN/2018													
			H/S	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1	3021	MATERIAS PRIMAS	H											430	430	
			S											M	M	
2	3041	HORNO 1	H													
			S													
3	3031	MOLINO DE CRUDO 1	H													
			S													
4	3043	HORNO 3	H											430	430	
			S											M	M	
5	3032	MOLINO DE CRUDO 2	H											430	430	
			S											M	M	
6	3033	MOLINO DE CRUDO 3	H											430	430	
			S											M	M	
7	3045	MOLINO DE CARBÓN	H											430	430	
			S											M	M	
8	3051	MOLINO DE CEMENTO 1	H					360								
			S					M								
9	3052	MOLINO DE CEMENTO 2	H									360				
			S									M				

	Nombres y Apellidos	Cargo / Organización	Fecha	Firma
Elaborado por:	José Angel Veranes Chávez	Esp. "A" Mto Industrial (Jefe B)	14/11/2017	
Revisado por:	Alberto Álvarez Puig	Gerente de Mantenimiento	14/11/2017	
	Ignacio M Mayoral Rodríguez	Director Técnico	14/11/2017	
Aprobado por:	Álvaro Uribe Guevara	Director General	14/11/2017	

Carretera de Cumanayagua, km. 13,5
Guabalro • Cienfuegos • Cuba
Telf. +53 432 55 20 54 • Fax +53 432 51 28 32

Centro de Negocios Miramar • Edif. Sgo. de Cuba, Ofic. 314
5a. Ave. al 76 y 78 • Playa • La Habana • Cuba
Telf. +53 7 208 96 75 • Fax +53 7 208 98 74

Fig. 13.- Plan anual de mantenimiento 2018

Capítulo II: Procedimiento metodológico para determinar la capacidad productiva anual considerando el mantenimiento preventivo

MT P 01 A2 Plan Anual de mantenimiento 2020 V1

Nº	CÓDIGO	DENOMINACIÓN EQUIPO	PLANIFICACIÓN												
			H/S	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	3021	MATERIAS PRIMAS	H		360				360						
			S		M				G						
2	3041	HORNO 1	H												
			S												
3	3031	MOLINO DE CRUDO 1	H												
			S												
4	3043	HORNO 3	H		240							430			
			S		M							M			
5	3032	MOLINO DE CRUDO 2	H						430						
			S						M						
6	3033	MOLINO DE CRUDO 3	H						430						
			S						M						
7	3045	MOLINO DE CARBÓN	H						360						
			S						M						
8	3051	MOLINO DE CEMENTO 1	H				720								
			S				G								
9	3052	MOLINO DE CEMENTO 2	H									720			
			S									G			

	Nombres y Apellidos	Cargo	Fecha	Firma
Elaborado por:	Jorge Bonachea Rodríguez	Esp. A mantenimiento industrial	11/06/2019	
Revisado por:	José Veranes Chávez	Esp. A mantenimiento industrial (Jefe de Brigada)	11/06/2019	
Aprobado por:	Alexander González Yanes	Gerente de mantenimiento	11/06/2019	

Fig. No.14.- Plan anual de mantenimiento 2020 (versión 1)

Trabajos ejecutados plan de mantenimiento 2018:
Alcance de los trabajos de mantenimiento

Por operaciones:

- Reparación de reverberia del ducto de entrada

Capítulo II: Procedimiento metodológico para determinar la capacidad productiva anual considerando el mantenimiento preventivo

- Calado del refractario
- Cambio de ladrillo del metro 20 al 27 (6.5 m) y del metro 1.6 al 7 (5.4 m)
- Se reubicó la cámara termográfica
- Limpieza de impelente ventilador gas caliente.
- Limpieza de los visores de las tolvas del enfriador
- Reparación del quemador
- Reparación de la Cuchara del Horno

Mecánicos:

Horno

- Gas caliente 443-VE1: Cambio de rodamiento. Alineación del impelente. Revisión y mtto válvulas de salida. Soldar base. Alineación. Balanceo de ser necesario.
- Elevador de cangilones 413-EC1: Cambio del sello del reductor. Cambio del coupling.
- Transportador de placa 493-TC1: Revisión y cambio de ruedas. Revisión de las placas, cambio de tornillo y ramales.
- Enfriador de parillas 473-EB1: Revisión y cambio de parillas. Revisión y cambio de tapas juntas
- Corregir salidero al 493-GU1
- Cambio de rodamientos a ventiladores reportados por predictivo (473-VE2, 5-8)
- Mantenimiento a Válvulas succión de los ventiladores
- Ventilador aire primario 483-VE1: Cambio del soporte (torpedo). Alineación. Montaje del ventilador de refrescamiento del soporte. Crear punto de medición antes del silenciador a la descarga. Balanceo de ser necesario
- Transportador de placa 493-TC3: Reparación de eje del paso de entrada del reductor

Molinos de crudo

- Cambio de barras en molinillo de L2. Calibración. Eliminar salideros.
- Parcheo junta de expansión detrás ventilador 28 en L2.
- Cambio de rodamientos y sellos válvula 362-VQ1.
- Revisión carros de caliza.
- Cambio de tacos de goma R/C VR7 de L2.
- Eliminar salideros en los silos de harina en L2.
- Reparar tramo de guardera sobre banda 333-BT1.
- Revisión carros de caliza.
- Revisión, mejora y eliminar salideros en el molinillo de L3.

Molino de carbón

- Revisión interior del Mol de Carbón y sinfín.
- Revisión interior del separador.
- Corregir salideros de aceite de los rodillos 1 y 3 del Mol de Carbón.
- Reparar y ajustar PL4.
- Reparar guarderas del patio de carbón.

Capítulo II: Procedimiento metodológico para determinar la capacidad productiva anual considerando el mantenimiento preventivo

- Montar cañón del patio de Carbón.
- Revisión de estado y tensión de las correas de los SR1, SR2.
- Revisión y sustitución del sello del sinfín GU2.
- Reparación de tolva de desechos.

Suministro de agua, aire vapor

- Compresor de alta: Revisión, cambio de filtro y aceite. Soplar el intercambiador, revisar válvulas de aspiración.
- Compresor de baja: Revisión de los intercambiadores y presión de aceite. Soplado y limpieza interior.
- Compresores de la Sub Principal: Mantenimiento a los compresores.
- Bombas Wakoma: Revisión y corrección de problemas encontrados

Adicionales

- Reparación de juntas de expansión
- Junta de expansión salida del precalentador (en la jimagua).
- Junta de expansión en la descarga de gas caliente al M Carbón.
- Junta de expansión después de la 423-PC1.
- Junta de expansión pantalón del gas caliente.
- Junta de expansión próxima al M Crudo 3 (I).
- Junta de expansión próxima al M Crudo 3, encima del techo del electrofiltro L 3.
- Junta de expansión próxima al M Crudo 3 (II).
- Alineación de los ventiladores del enfriador.

Trabajos eléctricos

- MTTO A LOS CCM: Limpieza (gavetas, paneles, UPS y sistema de control). Sustitución de componentes dañados de las gavetas. Medición de R Aislamiento (motores, líneas y barras). Reprogramación Relé SIMOCODE arrancador 410-CN5.
- MTTO A MOTORES: Limpieza, reorganización y reapriete de cables del motor y botonera de arranque y paro de los equipos. Megueo de motores. Desmontar y revisar rodamiento, cambio de rodamiento si fuera necesario. Mantenimiento a las escobillas y chequeo de carbones. Se intervinieron los siguientes motores: 362-VT1-VT8, 363-VT1, 393-VT1-VT5 y VT7, 413-VT1-VT5, 433-VT2, VT3-VT5 y VT7, 422-GU1-GU7 y 423-GU1-GU7, motores de formación de pegata.
- MTTO A ARRANCADORES DE MOLINOS Y MOLINILLOS. Limpieza minuciosa de todas sus partes y mantenimiento general. Reponer agua y carbonato de sodio. Engrase de la cadena y otras partes mecánicas. Revisión de los magnéticos de cortocircuito, sensores de proximidad.
- SUBESTACION:
- Cambio de Tr 223

Capítulo II: Procedimiento metodológico para determinar la capacidad productiva anual considerando el mantenimiento preventivo

- Subestación 23: Verificación de Protecciones electromecánicas. Limpieza de Pizarra, Celda, Interruptores. MTTO elementos de Pizarra (relés, desconectivos, borneras). Comprobación de ajustes.
- Adicionales
- Cambio de rodamiento delantero al motor 473-VEB
- Mantenimiento a paneles de alimentación eléctrica y Traslado de transformadores de alimentación del laboratorio.
- Sustitución de relés Simocode DP por SIMOCODE PRO V. MTTO Contactor Magnético. MTTO Breaker Principal: 433-EC1, 433-VR1_M01,M02, 453-VE1, 453-VE2, 463-EL5, 413-VT5, 473-VEA

Trabajos de control

- M. CARBON: Cambio de módulo de entrada analógica en RTU. Chequeo de señal en analizador de oxígeno.
- HORNO: Restablecer indicación en 443-Z12-PZ1. Revisión red profibus en electrofiltro-torre-compresores. Revisión de operación en modo automático en 492-TC3. Prueba de falla en UPS del CCM Horno 3. 443-2K1-Revisión y Mantenimiento. 423-2K1-Revisión y Mantenimiento
- CRUDO: Revisión instrumentación de campo
- Equipo RX: Mantenimiento especializado. Capacitación

Trabajos que se dejaron de ejecutar:

- Reposición de los variadores de los accionamientos principales de los accionamientos del Horno tres, VG Caliente del horno tres, de la Mesa del molino de Carbón.
- Cambio de ladrillo refractario básico vencido por tiempo de explotación.
- Martillos 100% en mal estado del molinillo de Clinker. Esto constituye una amenaza por el nivel
- Comprobación de alabeo y el run out de la corona del horno (recomendación de LH), por la interferencia de los trabajos de reverberia e interior del horno y se le dio prioridad a este trabajo por lo que se pospone para próximo paro por oportunidad del horno.
- Ajuste del sello del horno. Esta dentro de las recomendaciones de LH, no se pudo efectuar el ajuste por el nivel de deterioro de los segmentos del sello.

Dificultades generales:

- No disponibilidad de la máquina de quitar ladrillo (BROKK) de CCSA.
- Faltaron máquinas de soldar. La contratita no trajo el número de máquina de acuerdo a la cantidad de soldadores y de las que trajo había algunas defectuosas.
- No se elaboraron todas las órdenes de Trabajo correspondientes a los diferentes trabajos a realizar, debido a la poca habilidad en el uso del módulo

Capítulo II: Procedimiento metodológico para determinar la capacidad productiva anual considerando el mantenimiento preventivo

de mantenimiento del sistema SOFTLAND, implementado recientemente a causa de fallas del sistema MINPRO.

- Déficit de medios de izaje (Diferenciales de palanca y de cadena, eslingas certificadas, etc.)
- Escasez de recursos para la limpieza de equipos y piezas (nafta, trapos o estopa, etc.)
- **Aspectos que se deben mejorar del mantenimiento planificado 2018 para el 2019 y 2020 :**
 - Adquirir más medios de izado (diferenciales de cadena y de palanca, polipastos y eslingas).
 - Aunque no hubo problemas en este paro se requiere la Reparación capital del Alimak y restablecimiento del elevador de personal de línea 3 para los próximos paros.
 - Compra de trapos o estopa para labores de limpieza previos a los paros, recomendamos que debe de existir un stop permanente en el almacén.
 - Mantener un stop de nafta en el almacén para los mantenimientos principalmente eléctrico y de control.
 - Adquirir máquina de soldar.
 - Exigir a las contratistas que traiga sus máquinas de soldar y las demás herramientas completas y aptas para el uso.

Capítulo II: Procedimiento metodológico para determinar la capacidad productiva anual considerando el mantenimiento preventivo

MANO DE OBRA																	
NECESIDADES																	
	SUP	MEC	AYU	PAIL	SOLD	EMP BANDA	SOL VERT	REV	AY REV	ELEC	CONTR	PREDICTIVO	LUB	GRUERO	OP MCARGA	TALLER CENTRAL	TOTAL
TRABAJOS DE REVERBERÍA	2							12	22						1		37
TRABAJOS MECANICOS	4	20	12	7	10	5	5					4	4	2		5	78
TRABAJOS ELECTRICOS	3									18							21
TRABAJOS DE CONTROL	1										8						9
TRABAJOS DE OPERACIONES	1				2												3
TOTAL REQUERIDO	11	20	12	7	12	5	5	12	22	18	8	4	4	2	1	5	148
DISPONIBLES																	
	SUP	MEC	AYU	PAIL	SOLD	EMP BANDA	SOL VERT	REV	AY REV	ELEC	CONTR	PREDICTIVO	LUB	GRUERO	OP MCARGA	TALLER CENTRAL	TOTAL
EMCEM	2	9	12	6	10			11	22	6	2	2		2	1		85
EAS								1									1
SOL VERTICALES				1	1		5										7
EMPATADORES BANDA						5											5
TALLER MAQUINADO																5	5
CCSA	9	11	0	0	1					12	6	2	4				45
TOTAL DISPONIBLE	11	20	12	7	12	5	5	12	22	18	8	4	4	2	1	5	148
PENDIENTES																	
	SUP	MEC	AYU	PAIL	SOLD	EMP BANDA	SOL VERT	REV	AY REV	ELEC	CONTR	PREDICTIVO	LUB	GRUERO	OP MCARGA	TALLER CENTRAL	TOTAL

Fig. No. 15.- Cantidad de mano de obra para el mantenimiento general 2018

2.4.- Etapa III: Determinación de la capacidad productiva

Paso 1.- Determinación del punto fundamental y limitante

Punto Fundamental que es el equipo o grupo de equipos en que se realiza la operación más compleja del proceso productivo. Es donde de efectuarse una inversión esta resultaría ser la más costosa y el Punto Limitante que es el equipo o grupo de equipos que generan el menor volumen de producción. Es la parte del proceso productivo donde se estrangula la producción o se genera el “cuello de botella” o TOC.se determinó en cada área el punto fundamental y limitante (ver tabla 1-5).

Paso 2.- Determinación de la Capacidad Productiva Potencial y Disponible

Capacidad Productiva Potencial (CPP): Máximo volumen de producción que se puede obtener, en la empresa, a partir de utilizar plenamente el Fondo de Tiempo

Capítulo II: Procedimiento metodológico para determinar la capacidad productiva anual considerando el mantenimiento preventivo

Productivo Potencial. Su monto es el resultado de multiplicar el FPHP por la Producción horaria en el punto fundamental del proceso que se trate.

Capacidad Productiva Disponible (CPD): Máximo volumen de producción que se puede obtener, en la empresa, a partir de utilizar plenamente el Fondo de Tiempo Productivo Disponible. Su monto es el resultado de multiplicar el FTPD por la Producción horaria en el punto limitante del proceso que se trate.

Capítulo III: Aplicación del procedimiento metodológico para determinar la capacidad productiva anual considerando el mantenimiento preventivo

En el presente capítulo se calculan y presentan los resultados obtenidos de la aplicación del procedimiento metodológico expuesto en el capítulo anterior. La información suministrada para la aplicación de los métodos y herramientas aquí expuestas se obtuvo en su totalidad de la empresa Cemento Cienfuegos S.A los mismos son datos fidedignos, totalmente validados por la gerencia de mantenimiento.

3.1.- Resultados de las etapas II y III: Determinación de los fondos de tiempo y de la capacidad de producción de la empresa Cementos Cienfuegos S.A.

Determinación de la Capacidad de Producción

- Definición de los grupos homogéneos
- Definición de la nomenclatura
- Determinación de los gastos de tiempo
- Determinación de los regímenes laborales
- Calculo de los fondos de tiempo
- Determinación del punto fundamental y limitante
- Determinación de la CPP y CPD

Consideraciones generales.

- Para calcular la capacidad de producción se determinó la unidad de medida del sistema internacional de unidades el kg y en su efecto la tonelada (t) que equivale a 1000Kg es decir toneladas por hora (t/h). Para los cálculos se ha tomado como referencia el año 2018 primer trimestre del 2019.
- La empresa labora los 365 días del año en su Fondo de Tiempo Productivo Total (FTPT)
- Los cálculos de capacidad CPP y CPD fue subdividido y realizado en 5 áreas fundamentales (ver fig. 8).
- El proceso de materia prima según plan anual de mantenimiento 2018 se programaron de 460 horas de mantenimiento en octubre y noviembre categoría medio.
- En preparación de crudo se programaron de 460 horas de mantenimiento en octubre y noviembre categoría medio.
- En piro proceso según plan anual de mantenimiento se programaron de 460 horas de mantenimiento en octubre y noviembre categoría medio.
- Para el sistema de combustible se programaron de 460 horas de mantenimiento en octubre y noviembre categoría medio

Capítulo III: Aplicación del procedimiento metodológico para determinar la capacidad productiva anual considerando el mantenimiento preventivo

- En el área de cemento 1 despacho según plan anual de mantenimiento se programaron 360 horas de mantenimiento en Abril y se aprovecha oportunidades que pueda dar el proceso.
- En el área de cemento 2 según plan anual de mantenimiento se programaron 360 horas de mantenimiento en Septiembre y se aprovecharon oportunidades que pueda dar el proceso.
- En el área de materia prima se pierde 1 hora diaria por cambio de turno de la empresa GEOMINERA del centro este tiempo fue contemplado como de otras causas.
- La empresa labora en turnos rotativos de 12 horas cada uno. En cada turno se planifican 10 minutos por meriendas y se conceden 30 minutos para almuerzo aunque las instalaciones continúan en proceso de producción.
- El punto fundamental de regulación del proceso en general es el horno, equipo con rendimiento horario de 125 t por hora aproximadamente.
- El punto limitante del proceso es el secador y molino de materia prima, horno a lo que se le suman otras instalaciones como el Phister de harina, el de combustible y bandas de alimentación.

La empresa labora a la vez con personal de oficinas de lunes a viernes en una jornada de 9 h con 10 minutos por merienda y al igual se conceden 30 minutos para almuerzo este fondo de tiempo aunque este en función del proceso no afecta el desenvolvimiento de este.

Definición de los grupos homogéneos

Para la determinación de los grupos homogéneos de equipos se tiene en cuenta que la empresa se dividió en cinco áreas fundamentales: Materias Primas y Preparación de Crudo, piroproceso Combustible y Producción de Cemento debido a la gran cantidad de equipos que participan en el proceso. Teniendo en cuenta esto se recoge en el Anexo G los equipos homogéneos que participan en el proceso de producción dividido por áreas. La tabla muestra el área, el nombre técnico del equipo, una breve descripción para identificar mejor el equipo, la capacidad de producción nominal de cada equipo y en la última columna muestra un breve comentario de las características técnicas de cada equipo.

Nomenclatura del producto

La empresa produce un solo producto de manera general, cemento, pero tiene tres diferentes surtidos de distintas calidades, para diversos usos. Los tres surtidos son Cemento Portland P-35, PP-35 y PZ-25, siendo estos tres el producto final del proceso de producción. Para desarrollar este epígrafe se dividió nuevamente el proceso productivo por áreas de trabajo y se definió cuáles son las materias primas que entran a cada área y cuál es el producto que sale en cada área hasta el final de la cadena, donde sale el producto final cemento.

Capítulo III: Aplicación del procedimiento metodológico para determinar la capacidad productiva anual considerando el mantenimiento preventivo

Área: Materia Prima

Entrada: Caliza, Marga, Perdigón de hierro y Zeolita

- Salida: Caliza, Marga, Perdigón de hierro, Zeolita con una granulometría de hasta 75 mm y una humedad de hasta 6%.

Área: Preparación de Crudo

- Entrada: Caliza, Marga, Perdigón de hierro, Zeolita con una granulometría de 75 mm y una humedad de hasta 6%.
- Salida: Harina

Área: Clinkerización

- Entrada: Harina Homogeneizada
- Salida: Clinker

Área: Combustible

- Entrada: Petcoke
- Salida: Petcoke procesado

Área: Producción de Cemento

- Entrada: Clinker, Yeso y Otros aditivos
- Salida: Cemento Portland (P-35, PP-35, PZ-25)

Normativas de gasto de tiempo

Las normativas de gasto de tiempo se encuentran definidas en cada una de las tablas del área. En el anexo G la columna: **Capacidad**, recoge la capacidad nominal de cada uno de los equipos que interviene en el proceso de producción en la empresa Cementos Cienfuegos. Atendiendo a lo anteriormente planteado se definen los equipos más importantes según el área:

- Materias Primas y Materiales: Trituradora de martillos (600 t/h) y Secador (300 t/h)
- Preparación de Crudo: Molinos de bola para la preparación de harina homogeneizada (dos molinos de 130 t/h)
- Clinkerización: Horno rotatorio (125 t/h)
- Combustible: Molino (32 t/h)
- Producción de cemento: Molinos de bolas (dos de 80 t/h cada uno)

Capítulo III: Aplicación del procedimiento metodológico para determinar la capacidad productiva anual considerando el mantenimiento preventivo

Calculo del Fondo de Tiempo por otras causas (FTOC) por fallas o acciones de mantenimiento correctivo.

Área	Fondo de tiempo por otras causas (FTOC). Año 2018.
Materia Prima	684.34 horas
Crudo	317.26 horas
Horno	240.22 horas
Carbón	45.57 horas
Cemento	1212.8 horas
Total de planta	2500.21 horas

Régimen Laboral.

La empresa labora los 365 días del año en su Fondo de Tiempo Productivo Total (FTPT), el personal vinculado directamente a la producción labora todos los días del año las veinticuatro horas del día, por turnos rotativos de doce horas en 4 grupos. Esto sucede en todas las áreas de las áreas vinculadas directamente a la producción, Materia Prima y Materiales, Producción de Crudo, piroproceso, Combustible y Producción de cemento. Las vacaciones son planificadas de forma que en la empresa siempre haya personal trabajando para no interrumpir el proceso productivo. Tampoco hay se planifica descanso por días feriados o de celebración nacional.

Para calcular los fondos de tiempo y la capacidad de producción, se decide hacerlo independientemente por áreas porque a pesar de que la empresa produce un solo producto: cemento y es un proceso de producción en línea, el proceso es largo y para lograr el producto final, la materia prima tiene que pasar por una gran variedad de equipos y grupo de equipos tecnológicos. Se calcula los fondos de tiempo, el punto fundamental y limitante y la capacidad de producción de las diferentes áreas de la empresa. Entonces, la capacidad de producción de la empresa Cementos Cienfuegos es el resultado obtenido en la última área: Producción de Cemento. Para la definición de los Fondos de Tiempo de Requerimientos Tecnológicos, de Régimen Laboral y de Otras Causas, la información fue extraída del tiempo planificado en el año 2018. En procedimiento para el cálculo de la Capacidad de Producción es el mismo para cada área y se calcula:

$$FTPP = FTTP - FTRT$$

$$FTPD = FTTP - FTRL - FTOC$$

Para la determinación de la capacidad de producción potencial y disponible, primeramente, se definió el punto fundamental (F) y el punto limitante (L) de cada área. Se señala que el punto fundamental y limitante coincide en la mayoría de las

Capítulo III: Aplicación del procedimiento metodológico para determinar la capacidad productiva anual considerando el mantenimiento preventivo

áreas. Luego se aplicaron las siguientes fórmulas para la determinación de la capacidad productiva potencial (CPP) y disponible (CPD).

$$CPP = FTPT * F$$

$$CPD = FTPD * L$$

Tabla 1: Capacidad de producción del área Materia Prima

Preparación y suministro de Materia Prima			
Denominaciones	U.M	2018	2020
Fondo de tiempo productivo total (FTPT)	horas	8760	8760
Fondo de tiempo de requerimientos tecnológicos (FTRT)	horas	2638	2180
Fondo de tiempo productivo potencial (FTPP)	horas	6122	6580
Fondo de tiempo de régimen laboral (FTRL)	horas	6122	6580
Fondo de tiempo de otras causas (FTOC, fallas inesperadas mantenimiento no planificado)	horas	684.34	800
Fondo de tiempo productivo disponible (FTPD)	horas	5437.66	5780
Determinación del punto limitante (L) y fundamental (F)	t/h	F: Trituradora de martillo (400) L: Secador (300)	
Capacidad Productiva Potencial	t/a	2,448,800	2,312,000
Capacidad Productiva Disponible	t/a	1,631,298	1,734,000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Capacidad de Preparación del área Crudo.

Preparación de crudo			
Denominaciones	U.M	2108	2020
Fondo de tiempo productivo total (FTPT)	horas	8760	8760
Fondo de tiempo de requerimientos	horas	2080	2300

Capítulo III: Aplicación del procedimiento metodológico para determinar la capacidad productiva anual considerando el mantenimiento preventivo

tecnológicos (FTRT)			
Fondo de tiempo productivo potencial (FTPP)	horas	6680	6460
Fondo de tiempo de régimen laboral (FTRL)	horas	6680	6460
Fondo de tiempo de otras causas (FTOC, fallas inesperadas mantenimiento no planificado)	horas	317.28	400
Fondo de tiempo productivo disponible (FTPD)	horas	6362.72	6060
Determinación del punto limitante y fundamental	t/h	F y L: Molino (130) 2 molinos	
Capacidad Productiva Potencial	t/a	1,736,800	1,679,600
Capacidad Productiva Disponible	t/a	1,654,307	1,575,600

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3: Capacidad de producción del área Piroproceso

Piroproceso			
Denominaciones	U.M	2018	2020
Fondo de tiempo productivo total (FTPT)	horas	8760	8760
Fondo de tiempo de requerimientos tecnológicos (FTRT)	horas	860	670
Fondo de tiempo productivo potencial (FTPP)	horas	7900	8090
Fondo de tiempo de régimen laboral (FTRL)	horas	7900	8090
Fondo de tiempo de otras causas (FTOC) Fallas inesperadas mantenimiento no planificado)	horas	240.22	300
Fondo de tiempo productivo disponible (FTPD)	horas	7659.78	7790
Determinación del punto limitante y fundamental	t/h	F y L: Horno (125)	F y L: Horno (125 t/h)
Capacidad Productiva Potencial	t/a	987,500	1,011,250

Capítulo III: Aplicación del procedimiento metodológico para determinar la capacidad productiva anual considerando el mantenimiento preventivo

Capacidad Productiva Disponible	t/a	957,472.5	973750
--	-----	-----------	--------

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4: Capacidad de producción del área Combustible.

Preparación del combustible			
Denominaciones	U.M	2018	2020
<i>Fondo</i> de tiempo productivo total (FTPT)	horas	8760	8760
Fondo de tiempo de requerimientos tecnológicos (FTRT)	horas	860	670
Fondo de tiempo productivo potencial (FTPP)	horas	7900	8090
Fondo de tiempo de régimen laboral (FTRL)	horas	7900	8090
Fondo de tiempo de otras causas (FTOC) Fallas inesperadas mantenimiento no planificado)	horas	45.87	300
Fondo de tiempo productivo disponible (FTPD)	horas	7854.13	7790
Determinación del punto limitante y fundamental	t/h	L y F: Molino(32)	L y F: Molino(32)
Capacidad Productiva Potencial	t/a	252,800	258,880
Capacidad Productiva Disponible	t/a	251,332	249,280

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5: Capacidad de producción del área Producción de Cemento.

Producción de cemento			
Denominaciones	U.M	2018	2020
<i>Fondo</i> de tiempo productivo total (FTPT)	horas	8760	8760
Fondo de tiempo de requerimientos tecnológicos (FTRT)	horas	2060	1500
Fondo de tiempo productivo potencial (FTPP)	horas	6700	7260

Capítulo III: Aplicación del procedimiento metodológico para determinar la capacidad productiva anual considerando el mantenimiento preventivo

Fondo de tiempo de régimen laboral (FTRL)	horas	6700	7260
Fondo de tiempo de otras causas (FTOC) Fallas inesperadas mantenimiento no planificado)	horas	1212.8	800
Fondo de tiempo productivo disponible (FTPD)	horas	5487.2	6460
Determinación del punto limitante y fundamental	t/h	F y L: Molino (2 de 80 cada uno. Total=160 t/h)	F y L: Molino (2 de 80 cada uno. Total=160 t/h)
Capacidad Productiva Potencial	t/a	1,072,000	1,161,600
Capacidad Productiva Disponible	t/a	877,952	1,033,600

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo III: Aplicación del procedimiento metodológico para determinar la capacidad productiva anual considerando el mantenimiento preventivo

3.2 Análisis de resultados e impacto económico

- En el área de materia prima la capacidad de producción tanto potencial como disponible es superior a lo que demanda la industria. Su principal afectación está dada por el estado tecnológico de las bandas y casa de bolsa donde se pierden 684 horas por fallas inesperadas y acciones emergentes de mantenimiento (ver anexo A).
- El área de preparación de crudo, al tener dos molinos disponibles, crean la suficiente harina de alimentación al horno. Su principal afectación está dada por el estado tecnológico de: cumaceras, separador, estaciones de lubricación, carros desensiladores, destacar que en el 2018 se perdieron 317,28 horas por fallas inesperadas y acciones emergentes de mantenimiento (ver anexo A).
- En el área de piroproceso, su capacidad disponible está por debajo de la potencial, con un déficit de producción alrededor de 30 000 t de Clinker que equivalen a 1.350,000 CUC. Destacar que por fallos o acciones de mantenimiento se pierden en el 2018 alrededor de 240 horas (ver anexo A).
- En el área de combustible, su capacidad potencial y disponible de suministro de petcoke son suficiente para el gasto de combustible por t de Clinker producido. De hecho, esta instalación está calculada por dos líneas de producción. Su principal afectación está dada por el estado del blindaje del molino y pierde por falla y acciones de mantenimiento correctivo 45 horas en el 2018 (ver anexo A).
- Área de cemento, su capacidad de producción disponible está muy por debajo de su capacidad potencial motivado por el estado técnico de la instalación, pierde por fallas y acciones de mantenimiento correctivo 1 212.8 horas en el 2018 lo que equivalen a 97 024 t de cemento.

Según la opinión especializada, los principales factores que influyen en el bajo aprovechamiento de las capacidades productivas de la empresa son el nivel de deterioro de la tecnología, la baja disponibilidad del equipo minero, no llegada a tiempo de refacciones como pueden ser bandas, rodamientos, cadenas y el alcance del mantenimiento al no contar con los recursos necesarios. Otro factor importante es la imposibilidad de acceder a un mercado donde se pueda adquirir los repuestos al depender de la disponibilidad de divisas convertibles (CL).

Tabla 6: Resumen de capacidades x áreas y horas de mantenimiento no planificado

Proceso	CPP	CPD	Horas de paros por mantenimiento no planificado
Materia prima	2,448,800 t/año	1,631,298 t /año	684.34 h

Capítulo III: Aplicación del procedimiento metodológico para determinar la capacidad productiva anual considerando el mantenimiento preventivo

Preparación de crudo	1,736,800 t/año	1,654,307 t /año	317,28 h
Piroproceso	987,500 t/año	957,472.5 t /año	240.22 h
Combustible	252,800 t/año	251,332 t /año	46.8 h
Cemento	1,072,000 t/año	877,952 t /año	1212.8 h
Producción real 2018	644,625 toneladas de Clinker /año		2184 h/año

Impacto económico

Como se pudo comprobar en la tabla resumen (Tabla 6), al violar los ciclos de mantenimiento de equipo e instalaciones, al no ejecutar el mantenimiento planificado por campaña situación que se agrava al no contar con los repuestos solicitados muchos de ellos por falta de financiamiento y la no ejecución de las rutinas de mantenimiento, traen consigo pérdida de producción e incumplimiento de los planes pactados de producción. Por ejemplo, por la pérdida de 240.22 horas en el horno 3, equipo fundamental del proceso de clinkerización se dejó de producir 30,027 t de Clinker, si multiplicamos esta cantidad por 86,28 valor de una t en CUC la empresa no ingreso 2,590,772.7 CUC. En el proceso de producción de cemento perdió 1212.8 horas que equivalen a 97,024 t de cemento, y si multiplicamos esta cantidad por 99.36 valor del cemento a granel, la empresa dejo de ingresar 9,640,304.64 CUC.

La investigación realizada está valorada en el orden de 4 000 CUC por una entidad especializada como CONAS o el Centro para la Certificación Industrial CNCI o un consultor independiente, según ficha de precios propuesta a 17,22 CUC x hora y alrededor de 29 días en la instalación, con otros gastos asociados.

Conclusiones

- 1) Los estudios teóricos argumentan la necesidad de distinguir entre la capacidad instalada o capacidad productiva potencial (CPP) y la capacidad productiva disponible (CPD). Cuando una empresa tiene obsolescencia tecnológica la brecha entre ambos tipos de capacidad es mayor y en ese caso adquiere mayor relevancia el mantenimiento preventivo, como ocurre en la empresa Cementos Cienfuegos SA.
- 2) En el proceso de materia prima proceso se demostró que la capacidad disponible (CPD) está muy por debajo de la instalada (CPP), y limitado por el estado de las bandas transportadoras y otros repuestos necesarios.
- 3) La capacidad de producción del horno 1 es de 65 t/h y está inactivo. De su restablecimiento depende, en gran medida, que la fábrica pueda alcanzar la máxima capacidad productiva disponible y mejorar el aprovechamiento de las instalaciones que son comunes para ambas líneas.
- 4) La no ejecución del mantenimiento planificado por campaña de refractario trae consigo paros de las instalaciones, baja disponibilidad e incumplimiento de los planes propuestos.
- 5) La no ejecución del mantenimiento planificado trae consigo un aumento del mantenimiento correctivo lo que hace que falle más seguido el equipamiento y se trabaje contra averías.
- 6) El trabajo realizado ofrece a la empresa Cementos Cienfuegos y específicamente a sus directivos, una hoja de ruta o guía para llevar a cabo el proyecto de consolidación de la planta, y en un corto plazo afrontar la creciente demanda de cemento existente en el país.
- 7) Se demostró técnicamente que la magnitud deseable de Capacidad Productiva Disponible varía en dependencia del equipo fundamental, de su eficiencia, y de las acciones de mantenimiento previstas.

Recomendaciones

- Restablecer las capacidades productivas del horno 1.
- Implementar un adecuado programa de mantenimiento ya que el Fondo de tiempo por otras causas va en aumento, deprimiendo los indicadores y afectando la capacidad de producción.
- La gestión del capital humano, el aprovisionamiento de piezas de repuesto, materias primas e insumos generales de planta, es uno de los aspectos más importantes para garantizar el cumplimiento de la capacidad planificada, por tanto, se recomienda invertir en la capacitación del personal, en la tecnología, y en la gestión de inventarios intermedios para la producción de cemento.
- La implantación en Cementos Cienfuegos SA de la resolución 116 del 2017 (Indicaciones metodológicas que contienen los requisitos técnico organizativos mínimos del sistema de mantenimiento industrial) fortalecerá las acciones y regulaciones del mantenimiento lo cual contribuirá en gran medida al restablecimiento de capacidades productivas.
- El rescate del mantenimiento preventivo y autónomo tanto del personal de mantenimiento como de operación contribuirá en gran medida a que la capacidad disponible se acerque a la capacidad instalada.

Bibliografía

- Acevedo, J. A., Gómez, A. J., & Hernández, M. I. (1996). *Gestión de las capacidades de los sistemas logísticos*. La Habana, Cuba: ISPJAE.
- Aguirre Soler, Alba (1990). La base normativa en la empresa. (*Revista Economía y Desarrollo*.) (1), p.p 1-2
- Arboleda, M. L. (2014). *Planeación de la capacidad de producción para la nueva fábrica de muebles de la empresa Iván Botero Gómez S.A* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
- Bonachea, J. (2012). *Estudio de impacto ambiental en el consejo popular Guabairo- Guaos a partir de las emisiones procedentes de cementos Cienfuegos S.A.*(Tesis de Grado) Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos, Cuba.
- Cuba. Cemento Cienfuegos. (2001). Plan Master de Capacidades Productivas.
- Chapman. (2006). *Planificación y Control de la Producción*. México.
- Chase, R., & Aquilino, N. (2009). *Dirección y administración de la producción y las operaciones*. Adison Wesley Latinoamérica.
- Cruz, & Martín de Castro. (2009). *La Influencia de las Capacidades Dinámicas sobre los Resultados Financieros de la Empresa*.
- Domínguez Machuca, J. A., J. Alvarez Gill, A. Domínguez Machuca, S. García González and A. Ruíz Jiménez (1995). Dirección de Operaciones. Aspectos Estratégicos en la producción y los servicios. España.
- Felipe Valdés, Pilar (1981): Modelos de optimización para la planificación de la producción. (*Revista Economía y Desarrollo*) (71). 4-6.
- FL Smidth. (2013). Presentation in the first LC3 project meeting Cementos Cienfuegos Cuba .
- González Jordán, B. (1990). El cálculo de la capacidad de producción en la industria. (*Revista Economía y desarrollo*), (1). 1-3
- González Jordán, B. (2001). *Las ases de las finanzas empresariales*. La Habana. Cuba: Editorial Academia.
- Heizer, J., & Render, B. (1996). *Administración de Operaciones*. México: Prentice

- Hall Hispanoamericana.
- Kalenatic, C. L. D. D., & Gonzales, L. (2010). Modelo de Ampliación de la capacidad productiva, 14 (2) Colombia.
- Kalenatic, López, & González. (2005). Modelos de Medición, Análisis, Planeación y Programación de Capacidades en un Contexto de Múltiples Criterios de Decisión Colombia.
- Kalenatic, López, & González. (2006a). Modelo de planeación de capacidades utilizando programación fraccional lineal en un contexto de múltiples criterios de decisión Colombia.
- Kalenatic, López, & González. (2006b). Modelo Integral de Producción en Empresas Manufactureras Colombia.
- Krajewski, L., & Larry Ritzman. (1996). *Operations Managment*. USA.
- Cuba. Ley 118, (2014) De inversión extranjera en Cuba.
- López Carvajal Guillermo... (et.al) (2007). *Planificación Empresarial*. (Tesis de Grado de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales) Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos. Cuba.
- Mankiw, G. (2004). *Principios de Economía*. Estados Unidos: McGraw-Hill.
- Medina León, Nogueira Rivera, Hernández Nariño, & Viteri. (2010). Relevancia de la gestión por procesos en la Planificación Estratégica y la Mejora Continua.
- Ministerio Economía y Planificación. (2003). Bases para el Proceso de Planificación Empresarial.
- Navarro, C. L. (2015). *Análisis del ciclo de vida en Cementos Cienfuegos* (Tesis de maestría). Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez., Cienfuegos, Cienfuegos. Cuba.
- Prieto, D. (2016). *Evaluación de la rentabilidad de cemento de bajo carbono a partir de la comparación de las metodologías tradicionales y el Return On Capital Employed (ROCE)*. (Tesis de Grado). Universidad Central de las Villas, Marta Abreu, Santa Clara, Cuba.
- Ramírez. (2015). *Proyección de las capacidades productivas cementeras ante escenarios diversos derivados del despliegue inversionista cubano*. Santa Clara, Cuba.

- Ramírez Pérez, J. (2015). *Estudio de factibilidad técnico-financiero de las alternativas de inversión para la industria cementera cubana a corto, mediano y largo plazo*. (Tesis de Grado). Universidad Central de las Villas, Marta Abreu, Santa Clara, Cuba.
- Render, B., & Heizer, J. (1995). *Principles of Operations Managment*. Estados Unidos: Prentice Hall.
- Resolución 116 Metodología para el diagnóstico del mantenimiento en Cuba. (2017).
- Resolución N.º 276 (2003) Ministerio de Economía y Planificación (pág. 4)
- Schoeder, R. (1992). *Administración de Operaciones*. México: McGraw-Hill.
- Torres Cabrera, & Urquiaga Rodríguez. (2007). *Fundamentos Teóricos sobre Gestión de la Producción*.
- Vázquez Roque Julio. (2007). *Planificación Empresarial. Centro de Estudio de Economía y Planificación: Juan Francisco Noyola*. La Habana, Cuba.
- Weiss, H. (2006). *Quantitative Methods, Production and Operations Management*. Upper Saddle River (Nueva Jersey): Prentice Hall.

ANEXOS

Anexo A: Indicadores Generales de Mantenimiento 2018.

Indicadores Generales de Mantenimiento 2018					
Área	# Paros	Horas	Disponibilidad	TMEF	Índice averías
Materia Prima	225	684.34	92.19	38.76	7.81
Crudo 2	69	138.22	98.42	125.1	1.58
Crudo 3	94	179.06	97.96	92.21	2.04
Horno 3	43	240.22	97.26	199.1	2.74
Molino de carbón	40	45.57	99.48	213.7	0.52
Cemento 1	121	643.7	92.65	71.8	7.35
Cemento 2	70	569.1	93.5	123.4	6.5
Total Planta	662	2500.2	96.83	118.9	3.17

Anexo B: Tabla de indicadores generales del # de paros 2014- Abril 2019

	# Paros					
Mes	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ENERO	34	106	35	30	96	68
FEBRERO	110	73	38	91	65	118
MARZO	69	93	50	75	63	84
ABRIL	62	73	62	95	80	58
MAYO	76	60	35	70	50	56
JUNIO	81	74	59	45	13	
JULIO	33	53	69	77	65	
AGOSTO	94	54	44	99	52	
SEPTIEMBRE	100	53	12	53	61	
OCTUBRE	81	42	65	101	54	
NOVIEMBRE	94	42	62	45	40	
DICIEMBRE	107	40	130	64	23	
AÑO	941	763	661	845	662	384

Anexo C: Tabla de horas perdidas por mantenimiento no planificado 2014-Abril 2019

	Horas					
Mes	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ENERO	149.26	397.91	330.92	55.59	205.81	130.57
FEBRERO	394.01	335.47	92.48	249.27	223.19	179.71
MARZO	621.91	418.85	167.34	610.15	263.06	340.25
ABRIL	195.66	295.75	230.21	281.19	201.57	281.58
MAYO	242.83	265.43	134.81	306.61	281.83	229.08
JUNIO	376.23	207.38	386.33	210.58	159.41	
JULIO	60.48	184.56	164	374.67	139.48	
AGOSTO	289.38	179.6	92.58	387.21	207.57	
SEPTIEMBRE	276.67	199.03	69	151.82	293.85	

OCTUBRE	290.32	149.01	205.43	277.91	177.58	
NOVIEMBRE	296.82	200.16	197.07	223.9	272.69	
DICIEMBRE	383.5	119.18	617.48	120.26	74.17	
AÑO	3577.07	2952.33	2687.65	3249.16	2500.21	1161.19

Anexo D: Tabla de indicadores disponibilidad 2014 - Abril 2019

	Disponibilidad					
Mes	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ENERO	97.77%	94.06%	95.06%	99.17%	96.93%	98.05%
FEBRERO	93.49%	94.45%	98.52%	95.88%	96.31%	97.03%
MARZO	90.71%	93.74%	97.50%	90.89%	96.07%	94.92%
ABRIL	96.98%	95.44%	96.45%	95.66%	96.89%	95.65
MAYO	96.37%	96.04%	97.99%	95.42%	95.79%	96,58
JUNIO	94.19%	96.80%	94.04%	96.75%	97.54%	
JULIO	99.10%	97.24%	97.55%	94.40%	97.92%	
AGOSTO	95.68%	97.32%	98.62%	94.22%	96.90%	
SEPTIEMBRE	95.73%	96.93%	98.94%	97.66%	95.47%	
OCTUBRE	95.66%	97.77%	96.93%	95.85%	97.35%	
NOVIEMBRE	95.42%	96.91%	96.96%	96.54%	95.79%	
DICIEMBRE	94.27%	98.22%	90.78%	98.20%	98.89%	
AÑO	95.46%	96.26%	97.14%	95.58%	96.83%	96.44%

Anexo E: Tabla de indicadores. Tiempo medio entre fallas 2014- abril 2019

	Horas entre paros					
Mes	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ENERO	196.94	63.17	191.31	223.2	69.03	97.04
FEBRERO	54.98	82.85	164.84	66.46	91.64	50.82
MARZO	97.04	72.00	133.92	89.28	104.63	78.78
ABRIL	104.52	88.77	104.52	68.21	80.00	109.83
MAYO	88.11	111.60	191.31	95.66	131.29	117.44
JUNIO	80.00	87.57	109.83	144.00	462.86	
JULIO	202.91	126.34	97.04	86.96	101.45	
AGOSTO	71.23	124.00	152.18	67.64	126.34	
SEPTIEMBRE	64.80	122.26	540.00	122.26	104.52	

OCTUBRE	82.67	159.43	103.02	66.30	121.75	
NOVIEMBRE	68.94	154.29	104.52	144.00	158.05	
DICIEMBRE	62.58	167.40	51.51	104.63	279.00	
AÑO	83.78	103.33	136.27	89.22	118.91	84.72

Fuente. Indicadores reales proceso de mantenimiento

Anexo F Premisas para el 2018 - 2019

	COMPARATIVO SINTESIS	
	Forescat 2018	Presupuesto 2019
Premisas	Utilidad Neta La que resulte	Utilidad Neta: 12.5 USD
	Vol. Cemento 641,440 ton	Vol. Ventas Cemento 696,010 ton
	Precio Base 107.46. USD/ton	Precio Base 110.21 USD/ton
Petcoke		
Pace	87.09	72.00
Factor K	3.98	6.20
Flete marítimo	41.55	40.00
Coste Puerto-Planta	7.46	7.63
Factor K Energía Eléctrica	3.8275	4.0294
Volúmenes de Venta		
Cemento		
Sacos	166,529	176,373
Ferrosilos	157,244	233,837
Autosilos	317,667	285,800
Suman Cemento Doméstico	641,440	696,010
Clinker Doméstico	111,588	39,911

Clinker Exportación	0	200,000
Cemento Exportación	0	0
Precios Medios		
Cemento Bolsas	116.7	120.2
Cemento Granel	103.5	107.9
Clinker Doméstico	90.7	88.3
Clinker Exportación	34.0	36.0
Cemento Exportación	70.0	65.0
Precio base P-35 Granel	107.46	110.21
Producción		
Cemento	630,746	696,010
Clinker H1	0	0
Clinker H3	644,625	817,532
Clinker total	644,625	817,532
Factor de Clinker en cemento	0.85	0.82
Costes Variables		
Clinker:		
Materia Prima	5.35	2.08
Regalías y cánon explotación cantera	0.86	0.48
Material Consumo	0.92	1.93
Combustibles	15.76	14.94
Electricidad	12.94	14.71
C.Variable (p.ton)	35.83	34.14
Cemento:		
Materia Prima	6.96	4.31
Regalías y cánon explotación	1.10	1.07

cantera		
Material Consumo	0.79	2.17
Combustibles	13.54	12.36
Electricidad	16.01	18.16
C.Variable (p.ton)	38.40	38.07
Costes Fijos en '000 USD		
Costo de Personal Operación	1,266	1,806
Materiales y servicios Mantenimiento	6,154	7,546
Servicios de Terceros	5,920	8,702
Costo Fijo	13,340	18,054
Estado de Resultados		
Ventas Nacionales	79,105	80,790
Ventas Exportación	0	7,200
Costo de Producción	-41,357	-52,891
Variación Inventarios	-1,730	231
Costo de Distribución	-4,683	-7,908
Margen Bruto	31,336	27,422
Gastos de Venta		
Gastos de Administración	-1,760	-2,566
EBITDA	29,576	24,856
Amortización Ordinaria	-5,796	-6,236
EBIT Operacional	23,781	18,620
Intereses	-2,620	-3,140
Otros Gastos y Productos	-12	0
Utilidad Antes de Reserva de Contingencia	21,149	15,480
Reserva de Contingencia		-774
Utilidad antes de Impuestos	21,149	14,706
Impuestos sobre Utilidad	-3,172	-2,206

Utilidad Neta	17,976	12,500
---------------	--------	--------

Anexo G: Equipos homogéneos que participan en el proceso de producción dividido por áreas

<i>Área de producción</i>	<i>de</i>	<i>Nombre del equipo</i>	<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Capacidad</i>
Materias primas y materiales		211-TS1	Trituradora de martillo para triturar piedra	1	500 t/h
		221-BT1	Banda transportadora desde la criba hasta el extractor de fino	1	400 t/h
		221-BT2	Banda transportadora desde la criba hasta el extractor de fino	1	400 t/h
		221-BT3	Banda transportadora de alimentación de secado	1	460 t/h
		221-BT4	Banda transportadora del mineral hierro	1	460 t/h
		221-CT1	Criba vibratoria de separación de material fino	1	900 t/h
		221-SE1	Secador rotatorio de materias primas	1	350-400 t/h (34 m de largo)
		211-AE1	Alimentador de Zaranda	1	100-500 m ³ /h
		291-BT1	Banda transportadora de piedra	1	700 t/h
		291-BT2	Banda transportadora	1	700 t/h

	de piedra		
291-BT3	Banda transportadora de descarga al secador	1	400 t/h
291-BT4	Banda Transportadora	1	700 t/h
291-BT5	Banda transportadora de piedra	1	700 t/h
291-BT6	Banda transportadora de piedra	1	700 t/h
291-BT7	Banda transportadora de piedra	1	700 t/h
291-BT8	Banda transportadora reversible de caliza	1	700 t/h
291-BT9	Banda transportadora reversible de caliza	1	300 t/h
291-BTA	Transportador de banda de arcilla	1	700 t/h
291-BTB	Transportador de banda de marga	1	500 t/h
291-BTC	Transportador de banda de distribución de marga	1	700 t/h
291-3S1, 2, 292-3S1, 2, 2393-3S1,2	Silos de almacenamiento de caliza	6	52 500 t
291-3M1	almacenamiento de hierro y marga	2	28 000 t

Preparación y molienda de crudo	311-BT1, BT2, BT3, BT4, BT5, BT6	Transportador de banda de arcilla	6	900 t/h
	311-RC1, RC2	Rascador de pórtico, alimenta marga y arcilla	2	300 t/h
	331-BT1	Transportador de banda de material	1	200 t/h
	331-BT2	Extractor de banda de arcilla	1	80 t/h
	331-BT3	Extractor de banda de marga	1	80 t/h
	331-TB1, 332-TB1, 333-TB1	Triturador de impactos de caliza y marga	3	130 t/h
	361-MB1, 362-MB1, 363-MB1	Molino de bolas para preparación de harina	3	130 t/h
	332-BT1	Banda transportadora de alimentación al molino	1	200 t/h
	332-BT2	Extractora de banda de arcilla	1	80 t/h
	332-BT3	Extractora de banda de arcilla	1	80 t/h
	331-TB1, 332-TB1, 333-TB1	Triturador	3	130 t/h
	333-BT1	Banda transportadora de alimentación al molino	1	130 t/h
	333-BT2	Banda extractora de hierro	1	12 t/h
	333-BT3	Banda extractora de	1	80 t/h

		marga			
	333-SP1	Separador estático	1	4200 m3/h	
	2-392-3S1	Silos de mezcla para homogeneizar la harina	6	5110 t	
	392-EC1	Elevador de cangilones para transportar harina	1	160 t/h	
Clinkerización	413-EC1	Elevador de cangilones	1	280 t/h	
	433-EC1	Elevador de cangilones	1	280 t/h	
	461-HR1	Horno de producción de clinker	1	1650 t/d	
	463-HR1	Horno de producción de clinker	1	3100 t/d	
	471-EB1	Enfriador de parrilla	1	45 t/h	
	473-EB2	Enfriador de parrilla	1	125 t/h	
	473-RS1,TR1	Triturador	2	3100 t/d	
	491-TS1, 2, 492 TS2,493-TS1,2,3,4	Silo de clinker	6	39180	
Cemento	621-BW 1,2,3	Bascula de cemento por camiones	3	0.4-60 t	
	561-MB1, 562-MB2	Molinos de bola para preparación de cemento	2	80 t/h	

Combustible	591-3S1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	Silos de cemento	de	8	52 000 t
	L61-MR1	Molino carbón	de	1	32 t/h
		Almacén exterior petcoke	de	2	36 000 t
	L11-3B1	Tolva de carbón		1	120 t
	L11-3B2	Tolva de Petcoke	de	1	120 t
	L11-3T1	Banda transportadora de recepcion de carbón		1	200 t/h
	L11-3T2	Banda transportadora de recepción de carbón		1	200 t/h
	L91-4L1	Remolque de carbón	de	1	25 t

Fuente: Departamento de Mantenimiento de la empresa Cementos.