



Trabajo de Diploma

Ingeniería Industrial

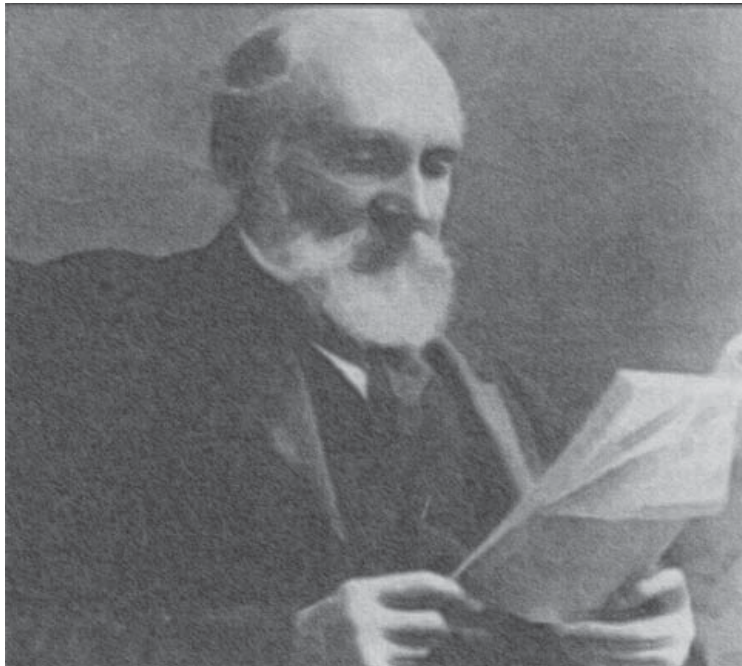
Título: Estudio de la capacidad productiva del proceso de producción de arena en la UEB Áridos Arena Arimao, Empresa Materiales de Construcción Cienfuegos.

Autor: Eduardo Pablo Capote Díaz.

Tutores: MSc. Ing. Jenny Correa Soto.
MSc. Olaida Torres Zaldívar.

Cienfuegos, Cuba 2013.

Pensamiento:



Mientras usted no pueda expresar en números lo que habla, no sabe nada al respecto; pero cuando usted puede expresar en números sus pensamientos, ha entrado en una nueva etapa del conocimiento científico.

William Thompson (Lord Kelvin).

Dedicatoria:

A todas las personas que hicieron posible de una forma u otra la realización de este trabajo.

Agradecimientos:

A mis padres por el apoyo y el cariño que me han brindado siempre.

A mis abuelos por ser ejemplos de abnegación, sacrificio y voluntad de vencer los obstáculos de la vida, aunque en estos momentos no se encuentren presentes.

A mis tíos y primos por aportar su ayuda.

Al personal de la Empresa Materiales de Construcción Cienfuegos, especialmente al personal del Departamento Técnico por la ayuda y el tiempo prestado, gracias a Alicita, Delvis, Gustavo y Asley.

A los docentes por prepararme y darme las herramientas necesarias para afrontar esta investigación.

A mis tutoras por guiarme siempre hacia la meta, especialmente a Jenny que sin su ayuda no hubiera sido posible la realización de este trabajo.

A los amigos del barrio.

A mi grupo por pasar cinco años de amistad, compañerismo, solidaridad y apoyo.

A todos muchas GRACIAS.

Resumen

El presente trabajo se realizó en la UEB Áridos Arena Arimao de la Empresa Materiales de Construcción Cienfuegos, con el objetivo fundamental de estudiar la capacidad productiva del proceso de producción de arena. Para el cumplimiento del mismo se utilizan entrevistas, observaciones directas, revisión de documentos, mapeo de procesos, tormenta de ideas, gráficos de control, diagrama causa efecto y cuestionario 5Ws y 2Hs. Para el procesamiento de los datos se utilizan software tales como: Statgraphics Centurion XV.II, Microsoft Excel y Visio, así como el gestor bibliográfico Zotero.

Los resultados fundamentales que se obtienen en la investigación son la determinación de la capacidad productiva del proceso de producción de arena y la propuesta de acciones de mejora que permitan lograr un incremento de su producción.

Por último se exponen las conclusiones y recomendaciones que derivan del estudio y que permiten definir una vía de seguimiento adecuada para dar continuidad a la temática desarrollada en la investigación.

Summary

The present work came true in the UEB Arid Sand Arimao of the Material Company of Construction Cienfuegos, with the fundamental objective of studying the productive capacity of the process of production of sand. For the fulfillment of the same they use interviews, direct observations, revision of documents, mapping of processes, brainstorming, control graphics, cause and effect diagram and 5Ws and 2Hs questioners. For the processing of data softwares like: Statgraphics Centurion XV.II, Microsoft Excel and Visio, as well as the bibliographic manager Zotero.

The fundamental results that are obtained in the investigation are the determination of the productive capacity of the process of production of sand and the proposal of actions of improvement that they allow to achieve an increment of their production.

Finally they expose findings and recommendations that they derive of the study and that enable to circumscribe a follow-up road made suitable to give continuity to the subject matter developed in investigation.

Contenido

Introducción	10
Capítulo I. Marco teórico-referencial de la investigación.....	14
1.1 Introducción	14
1.2 Gestión por procesos.	15
1.3 Gestión de la producción	22
1.3.1 Gestión de las capacidades de producción	25
1.3.2 Gestión de las capacidades de producción de los procesos	27
1.4 Sistemas de Producción.....	30
1.5 Planificación y Control de la producción	34
1.6 Materiales de Construcción. Tecnologías de producción.....	35
1.6.1 Los áridos. Tipos	36
1.6.2 Producción de áridos naturales granulados (Arena).....	37
1.6.3 Clasificación y lavado de la arena.	38
Conclusiones Parciales del Capítulo I.	40
Capítulo II. Análisis de procedimientos para el cálculo, balance y análisis de las capacidades productivas.....	42
2.1 Introducción	42
2.2 Características generales de la Empresa Materiales de la Construcción	42
2.2.1. Reseña histórica de la Empresa Materiales de la Construcción.....	42
2.2.2 Objeto social.....	42
2.2.3 Planeación estratégica de la Empresa Materiales de la Construcción	43
2.2.4 Estructura organizativa	44
2.3 Identificación y secuenciación de los procesos.....	49
2.4 Caracterización del establecimiento Planta Lavadora de Arena I y II Arimao	51
2.4.1 Descripción del proceso.....	51
2.5 Descripción de procedimientos para el cálculo, balance y análisis de las capacidades de producción.....	54
2.5.1 Procedimiento para el cálculo, balance y análisis de las capacidades de producción en las empresas	54

2.5.2 Algoritmo general para el cálculo de la capacidad de producción	61
2.5.3 Procedimientos para el balance de procesos	64
2.6 Premisas para la planificación de la capacidad de producción en la Empresa Materiales de Construcción Cienfuegos	66
2.7 Análisis de los procedimientos para el cálculo, balance y análisis de las capacidades productivas y premisas definidas por la empresa	67
Conclusiones Parciales del Capítulo II.	68
Capítulo III. Aplicación del procedimiento para el cálculo, balance y análisis de las capacidades de producción.....	69
3.1 Introducción	69
3.2 Análisis de la situación actual de la empresa	69
3.3 Aplicación del procedimiento	75
3.4 Implantación del cambio.....	89
3.5 Pronóstico de la Carga – Capacidad del proceso de producción de arena.....	90
3.6 Análisis de los costos de realizar la sustitución del tornillo lavador por el hidrociclón.	92
Conclusiones Parciales del Capítulo	95
Conclusiones Generales	96
Recomendaciones.....	97
Bibliografía:.....	98

Introducción

La empresa actúa en un medio que le formula cada vez mayores exigencias (en volumen, surtido, calidad y ritmo) ante mayores restricciones en la estructura y volumen de los recursos. La solución de esta principal contradicción en la actividad de la empresa debe hacerse aplicando la filosofía de que la función de la empresa es elevar sistemáticamente el nivel de satisfacción de las exigencias crecientes de la sociedad. Para aplicar esta filosofía la dirección de la empresa debe desarrollar una elevada iniciativa y creatividad en la búsqueda y aplicación de formas y métodos nuevos para lograr una mayor satisfacción de las exigencias incluso en el marco de la disminución de recursos. Las herramientas con que cuenta la dirección de la empresa para solucionar esta permanente contradicción es la innovación técnica y el perfeccionamiento organizativo, aspectos que no pueden ser aplicados en forma separada (Torres Cabrera & Urquiaga Rodríguez, 2007).

La dirección de la empresa debe adoptar aquellas medidas, métodos y procedimientos que se requieren para la mejor organización de la producción posible, procurando regular la mayor cantidad de acciones del sistema productivo a través de métodos, lo cual tiende a crear hábitos en su funcionamiento y a disminuir la carga de las actividades de dirección.

El cálculo de las capacidades de los procesos en las empresas cubanas, el análisis del nivel de su utilización y el plan de medidas para su mejoramiento constituye uno de los puntos clave para argumentar los planes de la empresa, para elevar sistemáticamente la rentabilidad, intensificar la utilización de los activos fijos, orientar eficientemente las inversiones, promover los planes de cooperación de la producción y orientar los planes de desarrollo técnico, entre otros aspectos de la actividad económica de la empresa. Por tal motivo, el cálculo, balance y análisis de las capacidades de los procesos constituyen elementos importantes en la actividad de la empresa, lo cual está asociado al ahorro de cuantiosos recursos materiales, laborales y financieros (Acevedo Suárez & Gómez Acosta, 2007).

La Empresa de Materiales de Construcción Cienfuegos perteneciente al Grupo Empresarial de la Industria de Materiales (GEICON) subordinado al MICONS no se encuentra ajena a esta situación, para enfrentar los cambios del nuevo modelo económico que se está desarrollando en el país y dar cumplimiento a los lineamientos de

la política para las viviendas aprobados en el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba, se ve obligada a buscar alternativas para incrementar sus niveles de producción con la calidad demandada por sus clientes. Por esta razón la dirección de la empresa necesita conocer la capacidad productiva de sus procesos claves ya que con la tecnología existente de más de 30 años de explotación no puede satisfacer la demanda del país y del territorio de Cienfuegos de materiales de construcción, específicamente en el proceso de producción de arena que constituye una de las fuentes de mayor ingreso y base de otras producciones fundamentales para la empresa. Debido a esto en el centro productivo Lavadora I y II Arimao en el año 2012 de un plan de producción de 49200 m³ de arena beneficiada el real fue de 44973 m³ con un incumplimiento de 4227 m³ lo que representa \$65011.26 de pérdidas por no cumplir con el plan, lo tratado anteriormente constituye la **situación problemática** de la presente investigación.

Basado en los aspectos abordados se plantea el problema de investigación de la misma.

Problema de Investigación:

¿Cómo determinar la capacidad productiva del proceso de producción de arena en la UEB Áridos Arena Arimao?

Hipótesis

La aplicación del procedimiento para el cálculo de las capacidades productivas, permitirá proponer acciones de mejoras orientadas al incremento de la capacidad productiva del proceso de producción de arena en la UEB Áridos Arena Arimao.

Definición de variables

Variable Independiente

- ❖ Procedimiento para el cálculo de las capacidades productivas.

Variable Dependiente

- ❖ Acciones de mejoras orientadas al incremento de la capacidad productiva

Conceptualización de las variables

Procedimiento para el cálculo de las capacidades productivas: Forma especificada para llevar a cabo el cálculo de las capacidades productivas

Acciones de mejoras orientadas al incremento de la capacidad productiva:

Acciones encaminadas a la obtención de la producción máxima posible en un período dado, teniendo en cuenta la nomenclatura y la calidad demandados por los clientes, utilizando plenamente, en correspondencia con el régimen de trabajo normado, los equipos y las áreas de producción disponibles, medidas en m³ de arena beneficiada.

El **Objetivo General** de la investigación es:

Estudiar la capacidad productiva del proceso de producción de arena en la UEB Áridos Arena Arimao.

Para el cumplimiento de este objetivo es necesario llevar a cabo los siguientes **objetivos específicos**:

1. Analizar diferentes procedimientos para el cálculo de las capacidades productivas.
2. Seleccionar el procedimiento para el cálculo de la capacidad productiva del proceso de producción de arena en la UEB Áridos Arena Arimao.
3. Determinar la capacidad productiva del proceso de producción de arena en la UEB Áridos Arena Arimao.
4. Proponer acciones de mejora en función de mejorar la capacidad productiva del proceso objeto de estudio.

Justificación de la Investigación:

Dado que el cálculo de las capacidades productivas de los procesos en las empresas es de gran importancia para la planificación de la producción y una necesidad creciente en las industrias cubanas. Teniendo en cuenta los lineamientos de la política económica y social aprobada en el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba dando cumplimiento a los lineamientos 292 y 296 de la política para las viviendas. Además que la empresa no conoce las potencialidades productivas de sus procesos que le permitan satisfacer la demanda de los clientes.

Tipo de investigación: Descriptiva- Correlacional.

El trabajo quedó estructurado de la siguiente forma:

En el capítulo I se desarrolla el marco teórico referencial que contiene aspectos relacionados con la gestión por procesos, gestión de la producción, planificación y control de la producción, así como las tecnologías de producción de los materiales de construcción; teniendo como soporte la literatura científica que aborda la problemática desde el punto de vista teórico-práctico.

En el Capítulo II se realiza una caracterización de la Empresa de Materiales de Construcción Cienfuegos, así como una descripción de los principales procedimientos para el cálculo, balance y análisis de las capacidades de producción. Se selecciona el procedimiento propuesto por Acevedo Suárez & Gómez Acosta ya que cumple con las premisas definidas por la empresa para la utilización de la capacidad productiva.

En capítulo III se aplica el procedimiento para el cálculo de la capacidad productiva, para su realización es necesaria la aplicación de técnicas estadísticas como pruebas de normalidad y gráficos de control. Posteriormente se exponen los resultados de la aplicación del mismo y se proponen acciones para resolver dicho problema.

Capítulo I. Marco teórico-referencial de la investigación.

1.1 Introducción

El análisis bibliográfico es indispensable en toda investigación, en este capítulo se hace una exhaustiva revisión bibliográfica de los temas relacionados con la Gestión por Procesos, Gestión de la Producción, Planificación y Control de la Producción y de las Tecnologías de Producción de los Materiales de Construcción. El procedimiento de trabajo a seguir para la realización de dicho estudio se muestra en la figura 1.1.

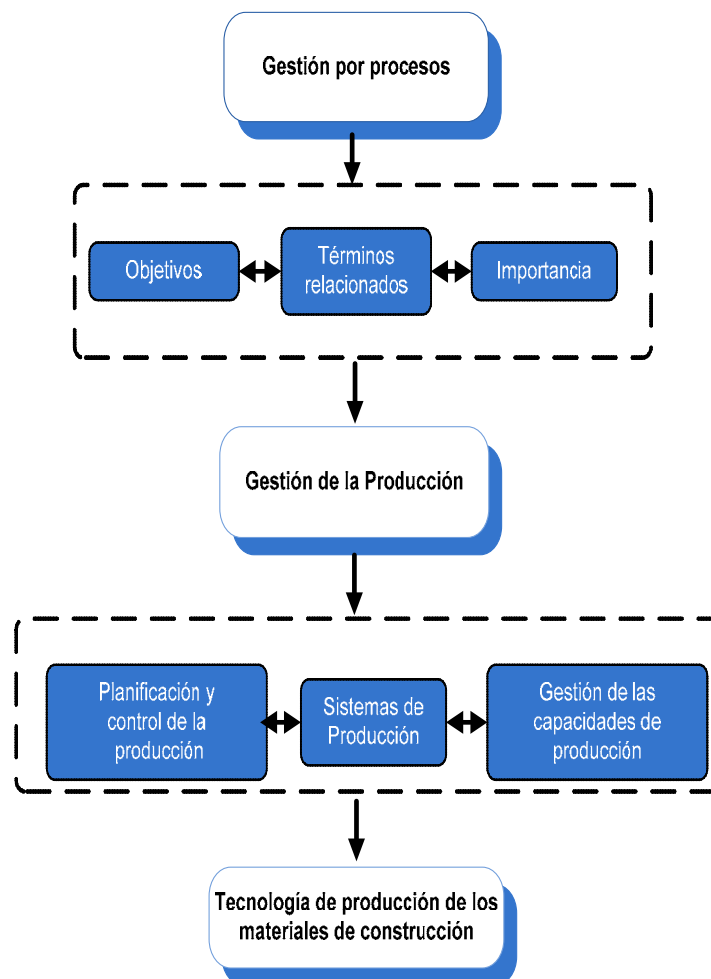


Figura 1.1 Hilo Conductor. Fuente: Elaboración Propia.

1.2 Gestión por procesos

La palabra proceso proviene del latín *processus*, que significa avance y progreso. La gestión por procesos se considera un elemento clave en la Gestión de la Calidad así lo considera la Norma Internacional ISO 9001-2008 la cuál promueve la adopción de un enfoque basado en procesos cuando se desarrolla, implementa y mejora la eficacia de un sistema de gestión de la calidad, para aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos. La Figura 1.2 muestra el sistema de gestión de la calidad basado en procesos.

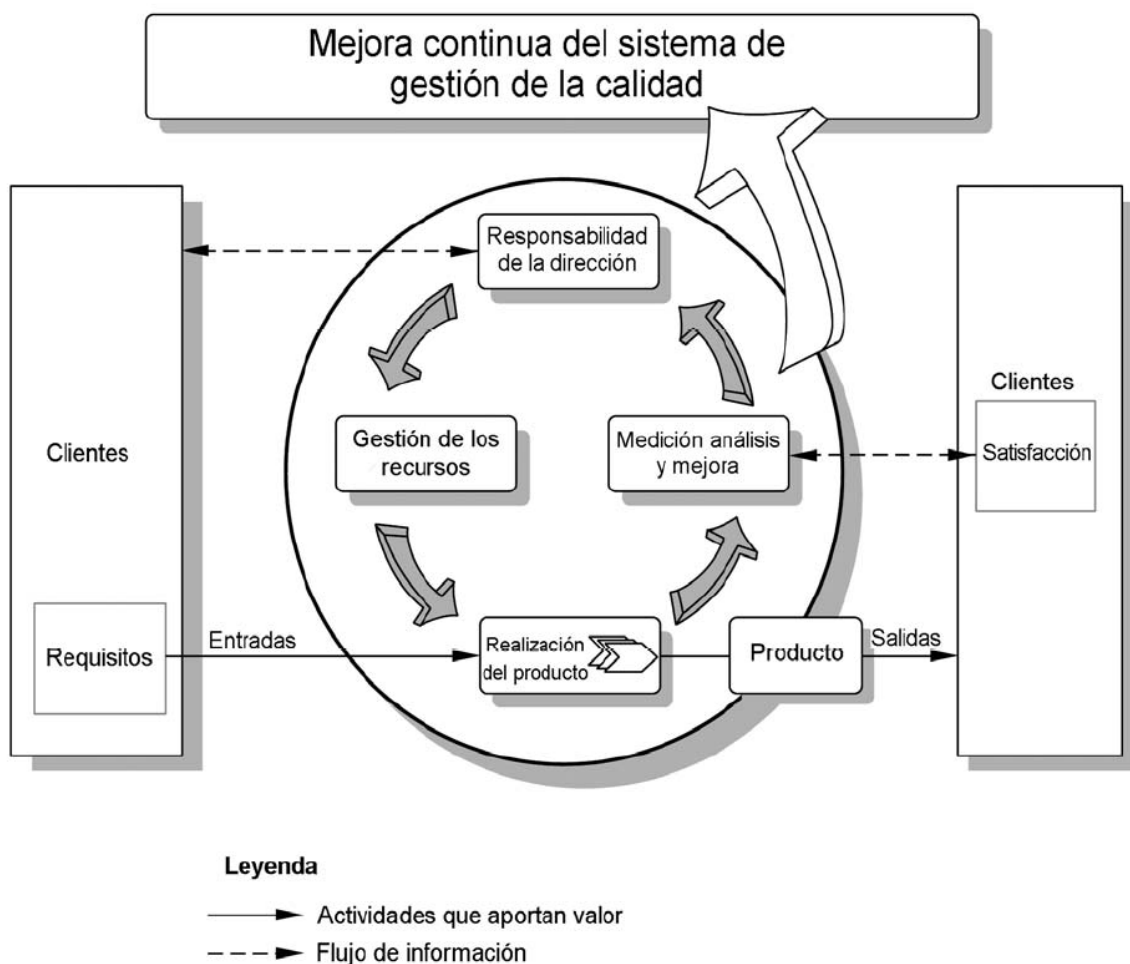


Figura 1.2: Modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos. Fuente: (ISO 9001, 2008)

Para poder comprender lo expuesto anteriormente es imprescindible dejar claro qué se entiende por proceso.

Según (Pons Murguía & Villa González del Pino, 2006), un proceso no es más que cualquier actividad o conjunto de actividades secuenciales que transforman elementos de entrada (inputs) en resultados (outputs). Los procesos utilizan recursos para llevar a cabo dicha transformación. Los procesos tienen un inicio y un final definidos.

(ISO 9001, 2008) plantea: "Una actividad o un conjunto de actividades que utiliza recursos, y que se gestiona con el fin de permitir que los elementos de entrada se transformen en resultados, se puede considerar como un proceso". Otros conceptos de proceso se muestran en el **Anexo No.1**.

El autor de la presente investigación concuerda con la definición expuesta por (Pons Murguía & Villa González del Pino, 2006), ya que en ella se aborda claramente en qué consiste un proceso.

Los procesos pueden representarse, como aparece en la figura 1.3. Un elemento vital para el buen funcionamiento del proceso, es la retroalimentación, pues al colocarse puntos de inspección y control de forma cuidadosa e inteligente a lo largo del flujo, se cuenta con información para elevar la calidad y efectividad en el trabajo.



Figura 1.3: Esquema elemental de un proceso. Fuente: (Rummler & Brache, 1995).

Se habla realmente de proceso si cumple las siguientes características o condiciones:

- ❖ Se pueden describir las entradas y las salidas.
- ❖ El proceso cruza uno o varios límites organizativos funcionales.

- ❖ Una de las características significativas de los procesos es que son capaces de cruzar verticalmente y horizontalmente la organización.
- ❖ Se requiere hablar de metas y fines en vez de acciones y medios. Un proceso responde a la pregunta "que", no al "como".
- ❖ El proceso tiene que ser fácilmente comprendido por cualquier persona de la organización.
- ❖ El nombre asignado a cada proceso debe ser sugerente de los conceptos y actividades incluidos en el mismo.

Los procesos que se seleccionen deben cumplir los siguientes requisitos:

- ❖ Tener un responsable designado que asegure su cumplimiento y eficacia continuados.
- ❖ Tienen que ser capaces de satisfacer el ciclo Planear (P), Hacer (H), Verificar (V) y Actuar (A), es decir, tienen que ser planificados en la fase P, tienen que asegurarse su cumplimiento en la fase H, tienen que servir para realizar el seguimiento en la fase V y tiene que utilizarse en la fase A para ajustar y/o establecer objetivos.
- ❖ Tener indicadores que permitan visualizar de forma gráfica la evolución de los mismos.
- ❖ Ser auditables para verificar el grado de cumplimiento y eficacia de los mismos, para esto es necesario documentarlos mediante procedimientos.

Todos los procesos tienen algo en común: describen actividades cuyo resultado crea valor para su usuario o cliente. Sin embargo, no todos tienen la misma influencia en la actividad principal de la organización. Por ello es necesario definir una clasificación de procesos que facilite identificar y ordenar los mismos en una organización. Esta clasificación diferencia tres grandes tipologías de procesos según (Pons Murguía & Villa González del Pino, 2006), ver figura 1.4. La explicación de cada uno de estos procesos se muestra en el **Anexo No.2**.

Los procesos que van incluidos dentro de estas tres clasificaciones es algo particular de cada empresa, ya que esto se determina en dependencia de diferentes aspectos como del objetivo de la empresa así como los que se consideran fundamentales para el logro de su visión y su misión, etc.

La Gestión de o por proceso es la forma de gestionar toda la organización basándose en los procesos, lo cual adquiere una connotación nueva, la que supone la estructura de la empresa como un sistema integral de procesos que son la base para los cambios estratégicos en la organización.

La aplicación de un sistema de procesos dentro de la organización, junto con la identificación e interacciones de estos procesos, así como su gestión para producir el resultado deseado, puede denominarse como "enfoque basado en procesos".(ISO 9001:2008)



Figura 1.4: Tipos de procesos. Fuente: (Pons Murguía & Villa González del Pino, 2006).

La gestión por procesos consiste en entender la organización como un conjunto de procesos que traspasan horizontalmente las funciones verticales de la misma y permite asociar objetivos a estos procesos, de tal manera que se cumplan los de las áreas funcionales para conseguir finalmente los objetivos de la organización. Los objetivos de

los procesos deben corresponderse con las necesidades y expectativas de los clientes (Ishikawa, 1990; Sing Soin, 1997; Pons Murguía & Villa González del Pino, 2006)

Para facilitar la identificación, selección y definición de los procesos es necesario conocer diferentes criterios referentes a la gestión por proceso y tener en cuenta algunos términos relacionados con esta temática, estos pueden verse en el **Anexo No.3**.

El objetivo principal de la gestión por procesos es aumentar los resultados de la empresa a través de conseguir niveles superiores de satisfacción de sus clientes. Además de incrementar la productividad a través de:

- ❖ Reducir los costes internos innecesarios: despilfarro, ineficiencia, actividades sin valor añadido.
- ❖ Acortar los plazos de entrega, reduciendo los tiempos del ciclo.
- ❖ Mejorar la calidad y el valor percibido por el cliente.
- ❖ Incorporar actividades adicionales de servicio, de escaso costo, cuyo valor sea fácil de percibir por el cliente.
- ❖ Incrementar eficacia.

Las actuaciones a emprender por parte de una organización para dotar de un enfoque basado en procesos a su sistema de gestión, se pueden agregar en cuatro grandes pasos (Beltrán Sanz, 2003):

- ❖ La identificación y secuencia de los procesos.
- ❖ La descripción de cada uno de los procesos.
- ❖ El seguimiento y la medición para conocer los resultados que obtienen.
- ❖ La mejora de los procesos con base en el seguimiento y medición realizada.

Identificación y descripción del proceso.

Una herramienta indispensable en la reingeniería de procesos es la traza de mapas de procesos, llamado de manera más común mapeo de procesos, o simplemente mapeo. La realineación competitiva mediante la identificación y explotación de los puntos de innovación radical se logra rediseñando los procesos principales. Esto, a su vez, requiere

una amplia comprensión de las actividades que constituyen los procesos principales y estos los apoyan, en función de su propósito, puntos de disparo, entradas y salidas e influencias limitantes. Esta comprensión se puede lograr mejor con el “mapeo”, “modelación” y luego la medición de los procesos mediante el uso de varias técnicas que se han desarrollado y refinado con los años.

La utilización de diagramas de proceso ofrece una posibilidad a las organizaciones de describir sus actividades con las ventajas anteriormente mencionadas, siendo además todo ello compatible con la descripción clásica, es decir, con una descripción con mayor “carga literaria”: la ficha de proceso, la cual se puede considerar como un soporte de información que pretende recabar todas aquellas características relevantes para el control de las actividades definidas en el diagrama, así como para la gestión del proceso.

La información a incluir dentro una ficha de proceso puede ser diversa y deberá ser decidida por la propia organización, pero, al menos, debe ser la necesaria para permitir la gestión del mismo.

En el **Anexo No.4** se puede observar un ejemplo de cómo se puede llegar a estructurar la información relevante para la gestión de un proceso a través de una ficha de proceso.

El seguimiento y la medición para conocer los resultados que obtienen.

Luego de estar estructurada la organización a través de sus procesos se pone de manifiesto la importancia de llevar a cabo un seguimiento y medición de los mismos, con el fin de conocer los resultados que se obtienen y si estos se corresponden con los objetivos previstos.

No se puede considerar que un sistema de gestión tenga un enfoque basado en proceso si, aún disponiendo de un buen mapa de proceso y diagramas y fichas de procesos coherentes, el sistema no se preocupa por conocer sus resultados.

Por tanto el seguimiento y la medición constituyen la base para saber qué se obtiene, en qué extensión se cumplen los resultados deseados y por dónde se deben orientar las mejoras.

Los indicadores constituyen un instrumento que permite recoger de manera adecuada y representativa la información relevante respecto a la ejecución y los resultados de uno o varios procesos, de forma que se puede determinar la capacidad, eficacia, eficiencia y

adaptabilidad de los mismos.

En función de los valores que adopte un indicador y de su evolución a lo largo del tiempo, la organización puede estar en condiciones de actuar o no sobre el proceso (en concreto sobre las variables de control que permitan cambiar el comportamiento del proceso), según convenga.

De lo anteriormente expuesto se deduce la importancia de identificar, seleccionar y formular adecuadamente los indicadores, así como la información obtenida de estos permita el análisis del proceso y la toma de decisiones que repercutan en una mejora del comportamiento del mismo que sirva para evaluar los procesos y ejercer el control sobre estos.

La mejora de los procesos con base en el seguimiento y medición realizada.

Los datos recopilados del seguimiento y la medición de los procesos deben ser analizados con el fin de conocer las características y la evolución de los mismos. De este análisis de datos se debe obtener la información relevante para conocer:

- Qué procesos no alcanzan los resultados planificados.
- Dónde existen oportunidades de mejora.

Cuando un proceso no alcanza sus objetivos, las organizaciones deben establecer las acciones correctivas, para asegurar que las salidas del proceso sean conformes, lo que implica actuar sobre las variables de control para que el proceso alcance los resultados planificados.

Puede ocurrir que, aún cuando un proceso alcanza los resultados planificados, la organización identifique una oportunidad de mejora en dicho proceso por su importancia, relevancia o impacto en la mejora global de la organización.

En cualquiera de estos casos, es necesario seguir una serie de pasos que permitan llevar a cabo la mejora buscada. Estos pasos se pueden encontrar en el clásico ciclo de mejora continua de Deming, o ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act), que se muestra en la figura 1.5.

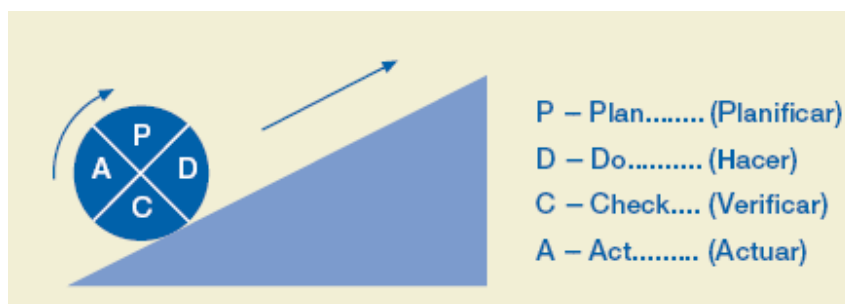


Figura 1.5: Ciclo de mejora continua de Deming. Fuente: (Beltrán Sanz, 2003)

Según la familia ISO 9000 del 2000 el objetivo de la mejora continua en los sistemas de gestión de la calidad es incrementar la probabilidad de aumentar la satisfacción de los clientes y otras partes interesadas.

1.3 Gestión de la producción

La producción ha sido definida como la fabricación de un objeto físico por medio de maquinarias, personas y materiales. Producir, técnicamente, significa crear. Este concepto se deriva del hecho de que la economía se apoya en la idea de la necesidad, considera el acto de producir, no sólo los atributos o circunstancias que son suficientes para el concepto técnico, sino que señala otra condición muy importante, que lo que se produce, transforme o elabore sea apto para satisfacer alguna necesidad humana; en pocas palabras, tenga utilidad y, por tanto, se le reconozca un valor. (Rubio Domínguez, 2006).

El término producción se utiliza frecuentemente con diferentes significados. En sentido restringido se aplica a la producción de los bienes materiales que se necesitan para una sociedad. Estos son, bienes de consumo, como alimentos, vestidos, automóviles, y bienes de inversión, como máquinas, herramientas o generadores eléctricos.

Según (Torres Cabrera & Urquiaga Rodríguez, 2007) la gestión de la producción, constituye la actividad sistemática del colectivo laboral, dirigida a garantizar un conjunto de medidas, métodos y procedimientos que aseguren la más racional y armónica conjugación cualitativa y cuantitativa de los elementos del sistema de producción en tiempo y espacio a lo largo de todo el proceso de producción, de manera de satisfacer al máximo las exigencias del cliente con una elevada eficiencia, eficacia y competitividad.

La gestión de la producción (GP), o de las operaciones se orienta a la utilización más económica de los medios (máquinas, espacios, instalaciones o recursos de cualquier tipo) por los empleados u operarios, con la finalidad de transformar los materiales en productos o la realización de servicios. La GP, o lo que es lo mismo, el conjunto de decisiones de dirección, se orienta siempre a conseguir la mayor eficacia y/o eficiencia del sistema. En definitiva, las medidas de eficacia sólo miden la salida del sistema (las realizaciones) pero no su costo. Las medidas de eficiencia son medidas de rendimiento, es decir, de resultados comparados con costos (F. Terlevich, 2000).

A un nivel de detalle mayor, la GP se puede expresar esquemáticamente (Ver Figura 1.6) donde se destacan los siguientes sistemas de gestión (F. Terlevich, 2000):

- ❖ sistema de planificación.
- ❖ sistema operativo.
- ❖ sistema de control.
- ❖ sistema financiero.

Sistema de planificación

- ❖ Planificación de la capacidad: Es una previsión de las necesidades de capacidad de la planta a largo plazo. A partir de esta previsión se determinan las inversiones en instalaciones y maquinaria. De aquí se obtienen las necesidades financieras a largo plazo. Las disponibilidades financieras pueden limitar las previsiones.
- ❖ Previsión de ventas: Es el paso previo a la planificación de la producción. Consiste en una previsión de ventas de los distintos productos sobre la base de determinadas acciones comerciales.
- ❖ Plan de producción: Para satisfacer una previsión existen muchos planes posibles de producción alternativos. Se trata de determinar el plan más conveniente en relación con los costos totales implicados. Este plan determina las necesidades de personal fijo y eventual, y las necesidades de materiales a mediano plazo.
- ❖ Gestión de materiales: Consiste en determinar las necesidades de materiales a mediano plazo y la relación con la gestión de stocks. Determina, por lo tanto, las inversiones de circulante.

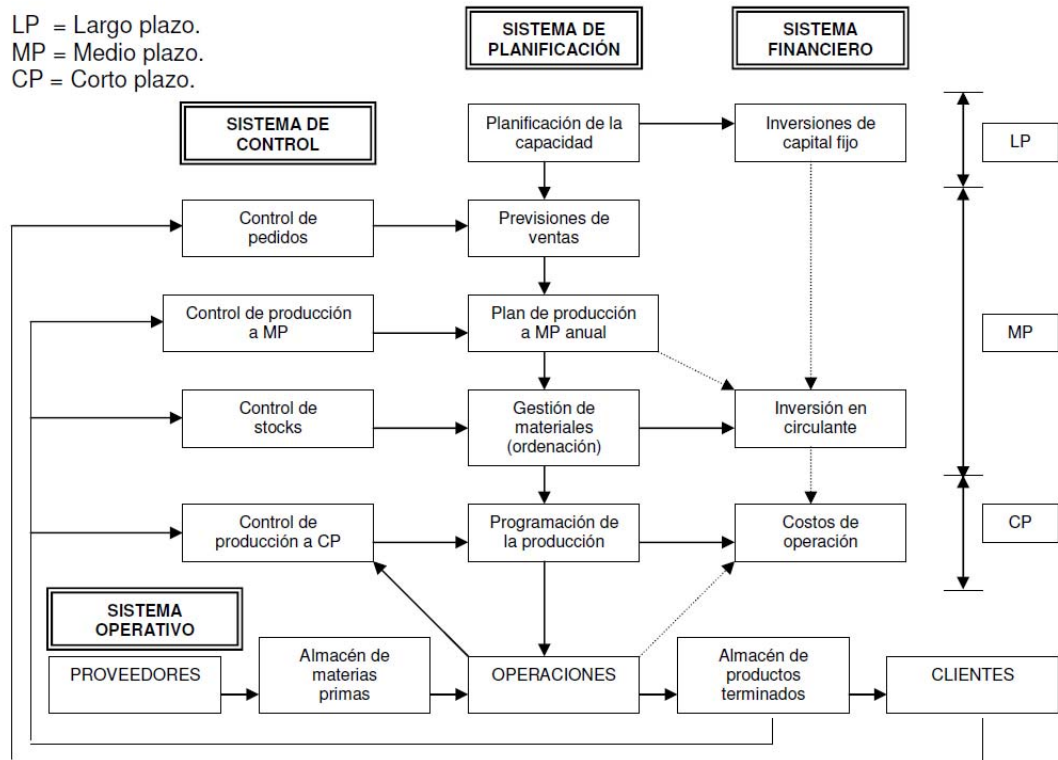


Figura 1.6: Esquema de un sistema de gestión de la producción. Fuente: (F. Terlevich, 2000).

- ❖ Ordenación de la producción: Convierte las necesidades anteriores en órdenes concretas de compra y/o producción a corto plazo.
- ❖ Programación de la producción: Trata de optimizar los recursos productivos a corto plazo, programando órdenes concretas y definiendo prioridades.

Sistema operativo

- ❖ Está constituido por el conjunto de operaciones de ejecución de la producción desde la entrada de materias primas de los proveedores hasta la salida de los productos finales a los clientes. El seguimiento de estas operaciones suministra la información para el control de producción.

Sistema de control

- ❖ Control de producción: Está constituido por la comparación de las medidas de ejecución de las operaciones con las previsiones (fechas de terminación, tiempos, costes de materiales). Hay un control de producción a corto plazo que regula la programación de la producción y otro a medio plazo que modifica o regula el plan anual de producción.
- ❖ Control de stocks: Las entradas y salidas de materiales y productos terminados se controlan en esta función, que está directamente ligada con la gestión de materiales.

Sistema financiero

Las operaciones de ejecución de la producción dan lugar a imputaciones de costos y compromisos financieros que son necesarios conocer con precisión. Este sistema debe ligarse o incluirse en la contabilidad de la empresa. Así, en la producción por proyectos no tiene relevancia el control de pedidos (hay uno o pocos pedidos), pero es muy importante la ordenación y el control de la producción. Este es el caso también de la producción tipo taller funcional, aunque aquí las restantes funciones de gestión tienen mayor importancia. Ya que se supone que hay una mayor variedad de pedidos.

En la producción en línea distinguimos el caso de una variedad de productos de serie y el de producción continua (papel, cemento, etc). En el primer caso, casi todas las funciones tienen gran relevancia; en el segundo, lo tienen las funciones de más largo plazo (capacidad, previsiones de ventas, plan de producción). Finalmente, en la prestación de servicios tiene mucha importancia la planificación de la capacidad (número de autobuses de una línea, aulas de una escuela, etc.) y el control de los pedidos (servicios). Todos los sistemas y funciones de gestión no tienen la misma relevancia en los diferentes tipos de producción.

1.3.1 Gestión de las capacidades de producción

El cálculo de la capacidad de producción en la empresa, el análisis del nivel de su utilización y el plan de medidas para su mejoramiento, constituyen puntos clave para, entre otros elementos, argumentar la planificación de la producción, promover planes de cooperación, establecer el grado de proporcionalidad del proceso de producción y orientar los planes de desarrollo de artículos nuevos y de la tecnología.

Según (Torres Cabrera & Urquiaga Rodríguez, 2007) capacidad de producción: "es la producción máxima posible en un período dado (o el volumen de elaboración de materia prima) en la nomenclatura y la calidad demandados por los clientes, utilizando plenamente, en correspondencia con el régimen de trabajo normado, los equipos y las áreas de producción disponibles".

Este concepto, en su aplicación práctica, presupone los principios metodológicos siguientes (Torres Cabrera & Urquiaga Rodríguez, 2007):

1. Se expresa en las mismas unidades en que se planifica la producción, o sea, en unidades físicas o de valor.
2. Se calcula para cualquier período (hora, día, turno, mes, trimestre, año).
3. Se fija por la estructura de surtidos.
4. Se consideran todos los equipos a disposición de la empresa.
5. Se evalúa para la máxima utilización del fondo de tiempo de los equipos y áreas productivas determinado a partir del régimen de trabajo considerado como racional para el tipo de empresa en que se analiza.
6. La variación de la calidad y diseño de los artículos implica variación de la capacidad (aumento o disminución) dada por las diferencias de laboriosidad en magnitud y estructura.
7. El cálculo de la capacidad de producción de la empresa o proceso se realiza por su taller o agregado considerado como fundamental.

Es importante tener también en cuenta estos conceptos a la hora de estudiar la capacidad de producción:

Punto Fundamental: Es aquel proceso donde se emplea la tecnología característica en la obtención del producto terminado, o genera el mayor gasto de trabajo, o posee el mayor valor de los equipos, o requiere de mayores costos en inversiones para ampliar la capacidad, o concentra la mayor cantidad de fuerza de trabajo.

Punto Limitante: Es el proceso que impide, limita, estrecha, estrangula el alcance de una mayor producción por ser su capacidad inferior a la de los otros procesos y, especialmente, inferior a la capacidad de producción del punto fundamental.

Cuando el punto fundamental y el limitante coinciden, el flujo de producción guarda las proporciones debidas en todas sus partes, es decir, existe correspondencia entre las capacidades de producción de las subdivisiones productivas vinculadas entre sí en un mismo proceso, flujo o ruta tecnológica.

De no coincidir ambos puntos se produciría un desaprovechamiento del proceso más importante y, generalmente, más costoso, y esto sin lugar a dudas, incrementa los costos de producción. Por lo que resulta de gran importancia hacer estudios para constatar cómo se comportan las capacidades de los diferentes procesos de las organizaciones.

1.3.2 Gestión de las capacidades de producción de los procesos

La gestión de las capacidades de los procesos tiene como fin 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 fin deben sistemáticamente monitorearse y analizarse en perspectiva los factores que determinan la magnitud de la capacidad y los que determinan el nivel de utilización para detectar las reservas en cada uno oportunamente, y con ello argumentar las acciones precisas para cada caso. La clasificación de los factores puede hacerse según el esquema de la figura 1.7. La interrelación de todos estos factores puede verse en el esquema de la figura 1.8.

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 recarcularla.

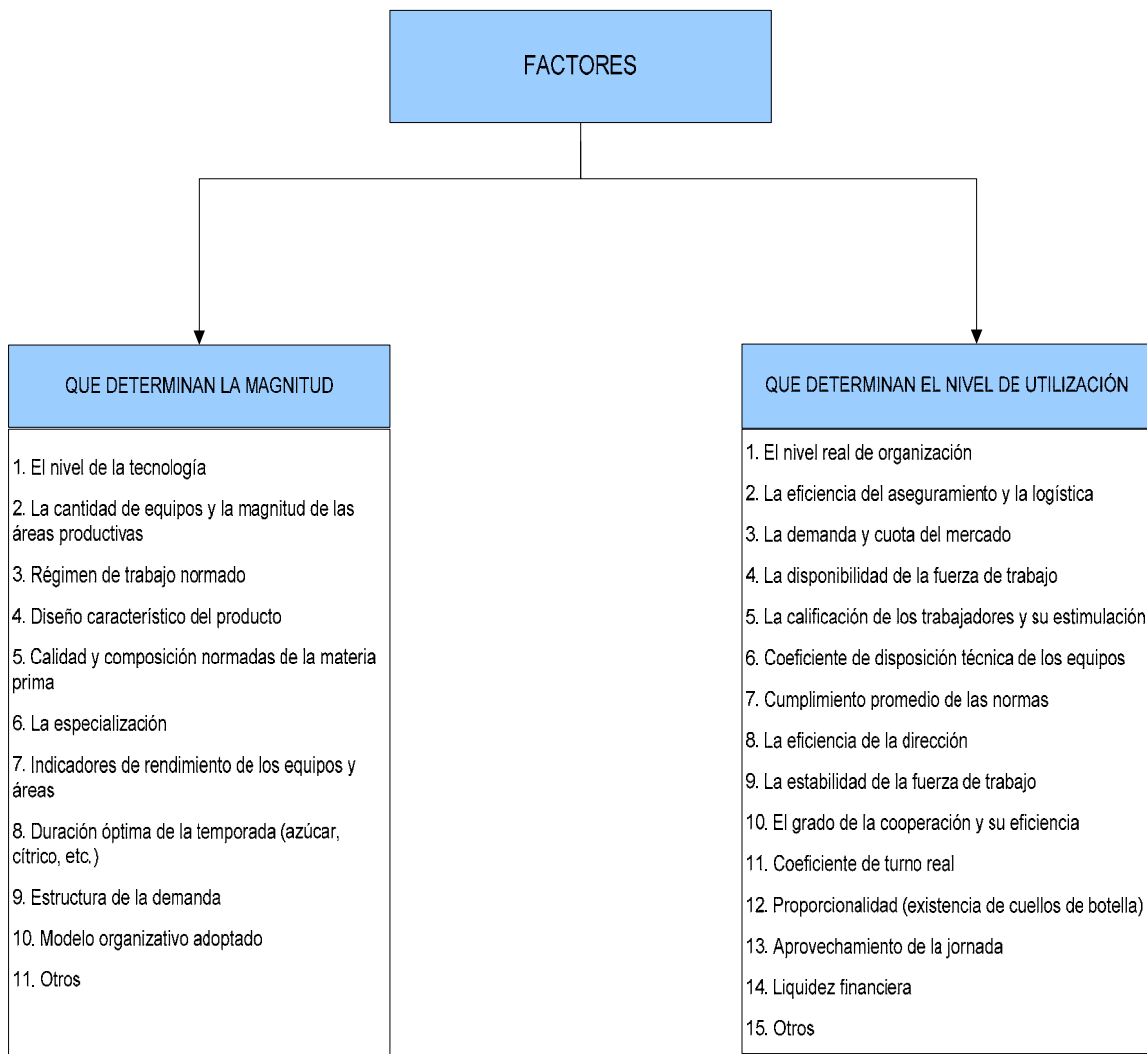


Figura 1.7 Clasificación de los factores de la capacidad de producción. Fuente:(Acevedo Suarez & Gómez Acosta, 2007).

Para esta valoración o análisis se utilizan los balances, que tienen como fin confrontar, no solo la magnitud, sino también el nivel de utilización y el nivel de la demanda a alcanzar por la organización empresarial (cuota de mercado) para tomar oportunamente las acciones que correspondan. El modelo de balance de cada surtido en cada momento de análisis puede formularse según (Torres Cabrera & Urquiaga Rodríguez, 2007):

$$P = D \times C_m$$

$$P = UTIL \times CAP$$

$$UTIL \leq \frac{1}{(1b - b \times Es)}$$

$$Es = 1 - \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

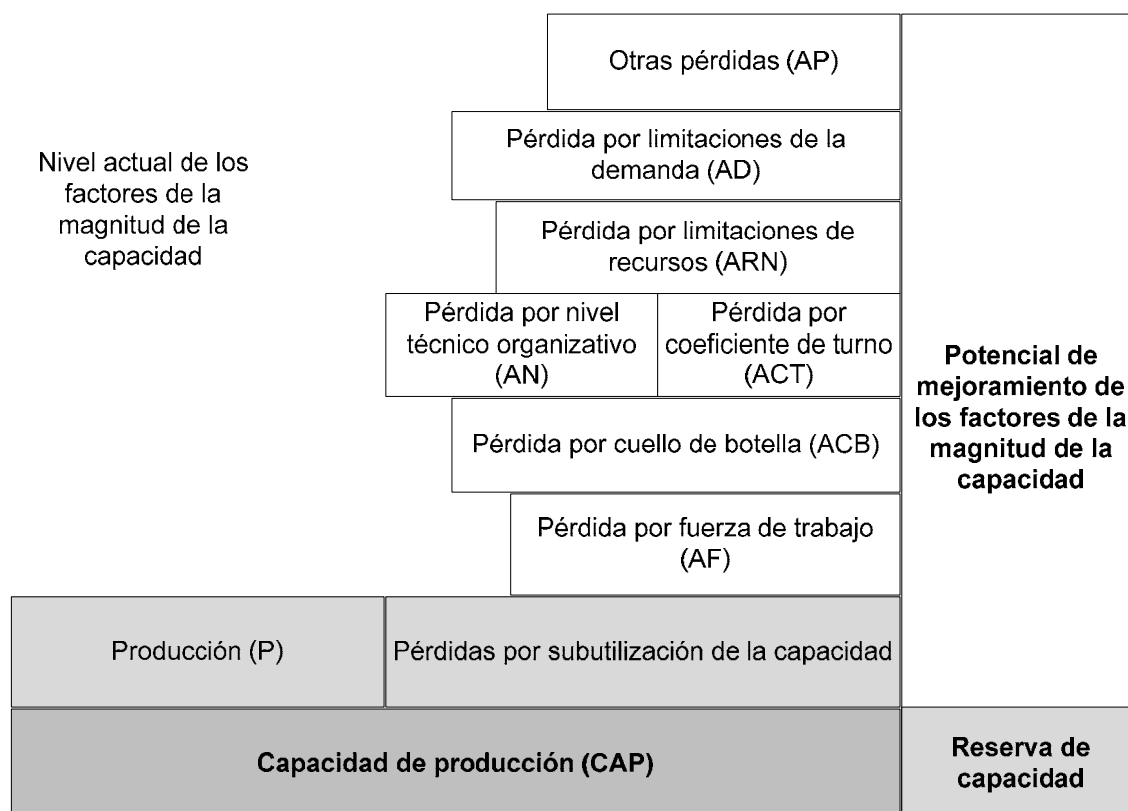


Figura 1.8. Interrelación de los factores de la capacidad de producción. Fuente: (Acevedo Suárez & Gómez Acosta, 2007).

Donde:

P: Producción posible a alcanzar por la empresa.

D: Demanda del producto.

Cm: Cuota de mercado a que aspira la organización empresarial.

UTIL: Coeficiente de utilización posible de la capacidad con el nivel de estabilidad existente.

CAP: Capacidad de producción.

b: Estadígrafo de la distribución normal para un nivel de confianza dado.

Es: Estabilidad del proceso.

σ : Desviación típica de la producción.

X: Producción promedio.

Al combinar las expresiones anteriores se obtienen las alternativas a emplear en la gestión de las capacidades de producción, **ver Anexo No.5.**

El balance consiste en adoptar valores en los distintos parámetros de la combinación de dos o más variantes y, si sufren variaciones con relación a los valores actuales, se deben tomar medidas para modificar los factores en cuestión.

Precisamente, la gestión de las capacidades de producción de los procesos tiene como objetivo determinar y aplicar esas medidas o acciones dirigidas a (Torres Cabrera & Urquiaga Rodríguez, 2007):

- ❖ *Variar la magnitud de la capacidad.* Entre las acciones a ejecutar se encuentran: introducir cambios en el diseño del producto, renovar la tecnología, variar el régimen laboral o cambiar la cantidad de puestos de trabajo.
- ❖ *Mejorar la utilización de la capacidad de producción.* 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.* Puede ampliarse el mercado, cambiar la segmentación.
- ❖ *Mejorar la competitividad.* En este caso se pueden disminuir los costos, aumentar la calidad de la producción o los servicios, mejorar la imagen empresarial, mejorar el servicio al cliente y personalizar el producto.

1.4 Sistemas de Producción

El término sistema productivo (Torres Cabrera & Urquiaga Rodríguez, 2007) lo definen como: “...la entidad que está dotada de un sistema de recursos, los que deben ser transformados en determinados resultados, que satisfagan las exigencias y requerimientos de los clientes”. Para lograr dicha transformación los sistemas productivos

adoptan determinadas formas en su funcionamiento, conocidas como tipos de sistemas productivos. En la siguiente figura se representa un sistema productivo (SP).

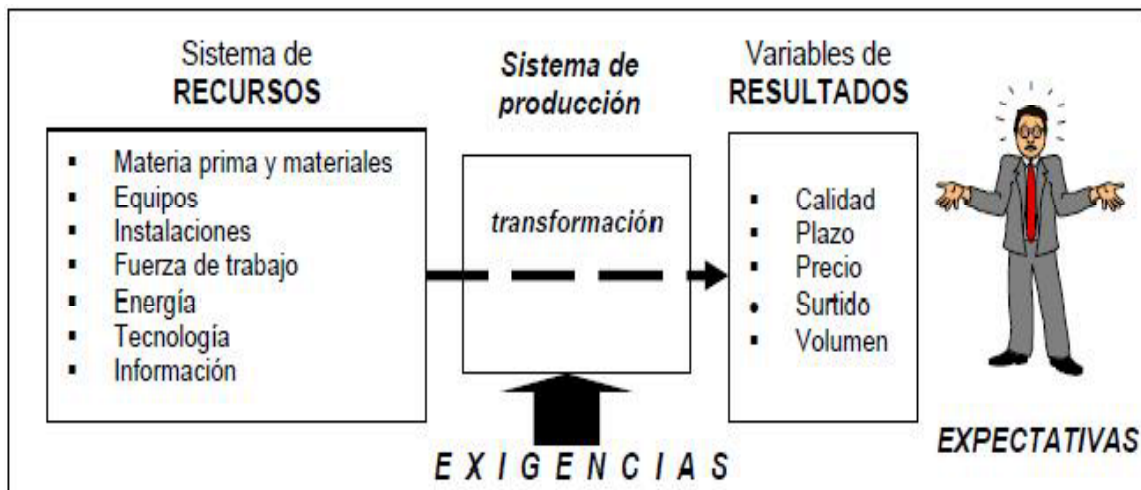


Figura 1.9: Representación de un sistema productivo. Fuente: (Torres Cabrera & Urquiaga Rodríguez, 2007).

De forma general, el sistema de producción está determinado por la correlación dialéctica entre los factores externos e internos del mismo, siendo fundamentales los primeros. Los factores principales que determinan el tipo de SP se muestran en la tabla 1.1.

Los sistemas se clasifican de acuerdo a tres características: la relación producción-consumo, la forma de ejecutar el proceso productivo y el elemento a optimizar, tal y como se muestra en la tabla 1.2.

Tabla 1.1: Tabla morfológica de los sistemas de producción. Fuente: (Torres Cabrera & Urquiaga Rodríguez, 2007).

Factores externos	Variantes				
	1	2	3	4	5
Relación demanda-capacidad	=1	>1	<1	<<1	
Cantidad de consumidores	uno	poco	muchos		
Comportamiento de la demanda	uniforme	irregular	casuística		
Tendencia del diseño en relación con la moda	muy cambiante	cambios anuales	estables	muy estables	
Situación de las ventas	demanda > capacidad	demanda < capacidad	Demanda = Capacidad		
Factores internos	1	2	3	4	5
Tipo de producción	masiva	gran serie	mediana serie	pequeña serie	unitaria
Duración del ciclo	largo	mediano	corto		
Grado de unificación	alto	medio	bajo		
Precio del artículo	alto	medio	bajo		
Nivel técnico del proceso	mecánico	automático	manual		
Gasto de preparación y ajuste	despreciable	medio	alto	muy alto	
Grado de conservación del producto	producto perecedero	normal	producto no perecedero		
Complejidad del producto	grande	media	poca		
Magnitud de la producción	pequeña	mediana	grande	muy grande	
Medios para realizar el movimiento de materiales	flexibles	especiales			
Calificación promedio relativa de los operarios	alta	media	baja		
Complejidad del mantenimiento a los equipos productivos	normal	alta	muy alta		

Tabla 1.2: Características de los tipos de sistemas de producción. Fuente: (Torres Cabrera & Urquiaga Rodríguez, 2007).

Característica	Clasificación				
Relación Productor Consumidor	Contra almacén	Entrega directa			
		Con cobertura		Sin cobertura	
Forma de Ejecutar el Pedido	Por ritmo	Programado			Por pedido
		Cantidad fija	Frecuencia fija	Irregular	
Elementos a Optimizar	Utilización de las materias primas	Utilización de las capacidades	Utilización de la fuerza de trabajo	Utilización de los recursos energéticos	Duración del ciclo de producción

La **relación productor-consumidor** tiene dos clasificaciones (Torres Cabrera & Urquiaga Rodríguez, 2007):

1. **Contra almacén** o contra existencias es cuando el suministro de la producción al almacén se realiza con el propósito de mantener un determinado nivel de inventarios,

recibiendo los consumidores sus solicitudes a partir de dichas reservas. Es de bajo costo, no importa a que cliente se le sirve. Para evitar cualquier contingencia en el suministro se acostumbra trabajar con un margen de seguridad en el inventario. Este tipo de sistema de producción presenta determinados inconvenientes al ser aplicados a algunas empresas productivas de bienes de consumo como en el caso de las planificadoras. Es utilizable en artículos estándares, de poco volumen y amplio consumo.

2. **Entrega directa** sí se conoce el cliente. Puede presentarse bajo dos formas:

❖ *Entrega directa con cobertura en el ciclo de entrega.* Se manifiesta cuando la producción se logra con una antelación al momento de ser entregada temporalmente hasta llegar al consumidor.

❖ *Entrega directa sin cobertura en el ciclo de entrega.* La producción del productor al consumidor sin que medie un almacenaje previo.

De acuerdo a la **forma de ejecutar la producción** el sistema de producción se clasifica (Torres Cabrera & Urquiaga Rodríguez, 2007a):

1. **Por ritmo** cuando la producción se efectúa rítmicamente durante todo el año, o en general ocurren muy pocas afectaciones en el ritmo de la producción. Es utilizable cuando la capacidad de entrega es similar a la capacidad de demanda. Ejemplo: fábrica de refrescos.
2. **Programado** requiere de un conocimiento preciso del nivel de la demanda y de su comportamiento. Este sistema a su vez adopta tres formas:
 - ❖ *Programado a cantidad fija.* Se presenta cuando el tamaño del lote es el mismo en cada lanzamiento, es decir es constante y siempre la misma cantidad.
 - ❖ *Programado a frecuencia fija.* Se presenta cuando la frecuencia del lanzamiento es constante; pudiendo ser diferente la de cada lanzamiento.
 - ❖ *Programado irregular.* Varía tanto la cantidad como la frecuencia de lanzamiento. No se tiene en cuenta ni la cantidad ni el tiempo.
3. **Por pedido** se caracteriza por no conocerse con toda exactitud el nivel de la demanda, ni su comportamiento; en general la demanda se presenta durante la

propia ejecución del período planificado, ejecutándose por el consumidor la solicitud bajo pedido u orden al productor. La producción por pedido ha sido débilmente considerada en la organización de los SP, por lo cual en los casos en que es necesario se crean retrasos en la satisfacción de las necesidades o incrementos injustificados de los medios de rotación (activos circulantes, producción terminada, producción en proceso, materias primas).

La importancia de la selección de los sistemas productivos conforme a las características estudiadas radica: en que permite organizar el proceso de producción y la realización de las funciones básicas de la planificación. Siendo viable el trabajo con las exigencias que le impone el entorno a la organización (Torres Cabrera & Urquiaga Rodríguez, 2007a).

1.5 Planificación y Control de la producción

Planificación de la producción.

La planificación es el fundamento de la gestión administrativa. Sin un plan no hay bases para establecer cuáles deben ser las acciones que la empresa ha de tomar en el futuro, ni existen referencias que permitan comparar lo conseguido con lo que se hubiera deseado conseguir. Por lo tanto, todo plan debe constar de los siguientes elementos (F. Terlevich, 2000).

- ❖ Los objetivos que la empresa se propone alcanzar en el futuro.
- ❖ Los medios con los que empresa va a contar para alcanzar esos objetivos.
- ❖ El tiempo durante el cual la empresa va a disponer de dichos medios. Se conoce como “horizonte temporal de la planificación”.

No obstante estos objetivos y por lo tanto los medios correspondientes, no tienen por qué ser los mismos, cualesquiera que sean los horizontes temporales cubiertos en la planificación. Por este motivo, se divide el tiempo de planificación en intervalos durante los cuales existe una cierta permanencia de los objetivos, lo que permite a su vez una continuidad de los medios dispuestos.

Control de la Producción.

El control es un proceso cíclico y repetitivo, que ayuda a crear mejor calidad, las fallas del proceso se detectan y el proceso se corrige para eliminar errores, necesita ser oportuno,

es decir, debe aplicarse antes de que se efectúe el error, de tal manera que sea posible tomar medidas correctivas, con anticipación. El control existe en función de los objetivos, es decir, el control no es un fin, sino un medio para alcanzar los objetivos preestablecidos. Ningún control será válido si no se fundamenta en los objetivos y si, a través de él, no se revisa el logro de los mismos (Véliz, 2009).

El control de la producción tiene que establecer medios para una continua evaluación de ciertos factores: la demanda del cliente, la situación de capital, la capacidad productiva, etc. Esta evaluación deberá tomar en cuenta no solo el estado actual de estos factores sino que deberá también proyectarlo hacia el futuro.

Para lograr el objetivo, la gerencia debe estar al tanto del desarrollo de los trabajos a realizar, el tiempo y la cantidad producida; así como modificar los planes establecidos, respondiendo a situaciones cambiantes.

1.6 Materiales de Construcción. Tecnologías de producción

Desde sus comienzos, el ser humano ha modificado su entorno para adaptarlo a sus necesidades. Para ello ha hecho uso de todo tipo de materiales naturales que, con el paso del tiempo y el desarrollo de la tecnología, se han ido trasformando en distintos productos mediante procesos de manufactura de creciente sofisticación. Los materiales naturales sin procesar (arcilla, arena, mármol) se suelen denominar materias primas, mientras que los productos elaborados a partir de ellas (ladrillo, vidrio, baldosa) se denominan materiales de construcción.

Los materiales de construcción se emplean en grandes cantidades, por lo que deben provenir de materias primas abundantes y baratas. Por ello, la mayoría de los materiales de construcción se elaboran a partir de materiales de gran disponibilidad como arena, arcilla o piedra.

Atendiendo a la materia prima utilizada para su fabricación, los materiales de construcción se pueden clasificar en diversos grupos **Ver Anexo No.6**. Dentro de estos grupos se encuentran los áridos, de gran importancia para nuestra sociedad, por lo que serán abordados seguidamente.

1.6.1 Los áridos. Tipos

Se denomina árido al material mineral procedente de rocas que se encuentran desintegradas en estado natural o precisan de trituración mediante procesos industriales. Las dimensiones son diferentes, varían desde 0,149 mm hasta un tamaño máximo especificado (NC 251:2005).

1. Áridos naturales: A menudo se utiliza este término para designar áridos producidos sin intervención de proceso de trituración, simplemente mediante cernido o lavado. Se subdividen a su vez, en dos grandes grupos:
 - ❖ Granulares: provienen de la extracción y clasificación de materiales sueltos y se obtienen en graveras localizadas en terrazas de río, llanuras aluviales y otros depósitos. Se usan tras haber sufrido un lavado y una clasificación, es decir, se usan después de haber sufrido únicamente una modificación de su distribución de tamaño para adaptarse a las especificaciones exigidas.
 - ❖ De machaqueo: provienen de la extracción, trituración y clasificación de macizos de roca (en canteras) aunque también pueden ser producto de la trituración de las fracciones más gruesas de áridos granulares.
2. Áridos artificiales: Árido de origen mineral resultante de un proceso industrial que suponga modificación térmica u otra.
3. Áridos reciclados: Árido resultante del tratamiento de material inorgánico previamente utilizado en la construcción.

La clasificación de los áridos según su granulometría es la siguiente (NC 251:2005):

Áridos gruesos: Están compuestos fundamentalmente por gravas. Este tipo de áridos presentan tamaños comprendidos entre 60 y 5 mm y conforman el esqueleto mineral en cualquier tipo de mezcla bituminosa.

Áridos finos: Se corresponden con las arenas, por lo que se excluyen aquellas partículas que no atraviesen el tamiz de 5mm.

Las etapas básicas del proceso de beneficio de áridos son (Torres Zaldívar, 2012):

- ❖ Trituración: permite disminuir, en sucesivas fases, el tamaño de las partículas, empleando para ello equipos de trituración de características diferentes, como son los

de mandíbulas, los de percusión, los giratorios o los molinos de bolas o de barras. En las arenas y gravas de origen aluvial, únicamente se trituran los tamaños superiores y por lo tanto el número de etapas de trituración suele ser inferior y en algunos casos no estar presentes como el que estudia el presente trabajo.

- ❖ Clasificación: permite seleccionar el tamaño de las partículas separándolas entre las que pasan y las que no pasan, lográndose áridos de todos los tamaños posibles, en función de la demanda del mercado.
- ❖ Desenlodado, lavado o desempolvado del material: permite obtener áridos limpios para responder a las necesidades de las aplicaciones industriales ya que la presencia de lodos, arcillas o polvos mezclados con el árido puede alterar la adherencia con los ligantes (cemento, cal, compuestos bituminosos u otros) e impedir una correcta aplicación.

1.6.2 Producción de áridos naturales granulados (Arena)

La primera etapa de la producción es la extracción, las operaciones básicas para los áridos en general y la arena en particular son las siguientes:

- ❖ Descubierta de las capas no explotables (Cubierta vegetal, estériles y rocas alteradas)
- ❖ Extracción de los materiales.
- ❖ Extracción de materiales sin consolidar.
- ❖ En vía seca, cuando el yacimiento se encuentra por encima del nivel del agua (capa freática o nivel del curso de agua). Se emplea maquinaria minera como bulldozers, palas cargadoras, retroexcavadoras, atacando el frente de material bien desde arriba, bien desde el pie del mismo, y avanzando la explotación mediante el método denominado minería de transferencia.
- ❖ En vía húmeda, cuando el yacimiento se encuentra por debajo del nivel del agua. Se utilizan, desde la orilla, dragalinas con cables y cuchara o retroexcavadoras (si la profundidad es escasa) y, desde el agua, dragas (en profundidades mayores).

El material extraído requiere ser beneficiado para adecuarlo a los requerimientos del uso que tendrá, por lo que debe ser trasladado a la planta de beneficio que generalmente se sitúa dentro o muy cercana a la explotación, el transporte se realiza de dos formas fundamentales:

1. Transporte continuo que consiste en cintas transportadoras o, más raramente, tuberías (para sólidos en suspensión)
2. Transporte discontinuo: camiones y dumpers.

1.6.3 Clasificación y lavado de la arena.

Existen dos tecnologías para la clasificación de arenas:

1.6.3.1 - Clasificación por vía seca. Cribado.

El cribado es un proceso mecánico de clasificación dimensional de materiales de forma y dimensiones variadas, mediante la presentación de estos sobre superficies con aberturas que dejan pasar los granos de dimensiones inferiores mientras que los granos de medidas superiores son retenidos y evacuados separadamente. De esta forma, el objeto del proceso de cribado es la separación de los fragmentos según su granulometría.

El proceso se realiza sobre cribas y tamices que presentan unas aberturas de dimensiones determinadas. Según las aberturas y los materiales de que están fabricadas existen los siguientes tipos de superficies de cribado o tamices:

- ❖ Parrillas de barras: Están formadas por una serie de barras semiparalelas entre sí con distintas aberturas en función de la clasificación deseada y alineadas paralelamente a la dirección de caída del producto.
- ❖ Chapas perforadas: Se emplean habitualmente en aplicaciones donde es necesario la utilización de superficies de cribado que aguanten tamaños de piedras grandes. Habitualmente se utilizan en equipos que tienen instalado riego.
- ❖ Mallas metálicas: Son un conjunto de alambres tejidos de diferentes maneras dejando orificios cuadrados o rectangulares por los cuales pasan o son rechazados los materiales durante los procesos de cribado. La luz de malla o espacio que queda entre los distintos alambres es la que va a dar la medida de paso a la hora de realizar la clasificación. En las mallas la superficie útil es mayor que en otras superficies cribantes.
- ❖ Mallas de poliuretano: Se emplean para el cribado de materiales altamente abrasivos pudiendo ser su duración de 30 a 50 veces superior a las mallas metálicas. Se caracterizan por su duración y rentabilidad, por la fuerte amortiguación del ruido durante los procesos de cribado y por la buena limpieza automática de los paños gracias a la elasticidad del poliuretano.

El cribado por vía húmeda se realiza de manera similar al cribado por vía seca con la única adición de rampas de riego sobre las cribas que aumentan la fluidez y el desplazamiento de la masa a cribar asegurando un mejor arrastre a través de las aberturas.

1.6.3.2 - Clasificación por vía húmeda

Los hidroclasificadores efectúan la clasificación de las partículas en función de sus diferencias de velocidad de desplazamiento relativo en el seno de un medio fluido.

Este tipo de clasificación se utiliza en la separación de partículas finas y muy finas con tamaños de corte comprendidos entre 0.2 mm y 2 mm, siendo el medio más económico que se puede emplear cuando se requieren altas capacidades de tratamiento. Las separaciones por cribado mecánico con riego de agua son solo eficaces y poco costosas hasta la luz de malla de 3 mm.

1.6.3.2.1- Hidroclasificadores. Clasificación por grupos

Los hidroclasificadores se agrupan en tres grupos que se describen a continuación:

1. Clasificadores estáticos.

Operan mediante decantación por gravedad de las partículas cuyo tamaño es superior a la dimensión de corte. El sedimento de estas partículas se concentra en la parte inferior del aparato, mientras que las partículas con tamaño más fino son arrastradas por la corriente y se sitúan en la parte superior. Tienen el inconveniente de producir mezclas sólido-líquido, por lo que necesitan un proceso posterior de decantación o agotado. Pueden ser unicelulares o multicelulares.

2. Clasificadores mecánicos.

Operan por separación en el seno de una corriente de superficie, en la cual las arenas decantadas son extraídas y elevadas de forma continua. Aunque realizan funciones de clasificación, su principal función es la de lavado tanto de arenas como de gruesos, eliminando partículas de diferente naturaleza del árido y desprendiendo impurezas adheridas a la superficie exterior de la fracción granular.

Los clasificadores mecánicos comprenden: Los lavadores de paletas, los lavadores de tornillo, los cilindros lavadores, los tornillos lavadores y las ruedas de cangilones o norias para el lavado y clasificación de finos.

Tornillos Lavadores: Están formados por un recipiente de sección rectangular en cuyo interior hay un eje provisto de una espiral cuyo cometido es el de extraer las partículas sedimentadas en el fondo del tanque gracias a su giro. Se fabrican tornillos con capacidades entre 30 m³/h y 400 m³/h. Se utilizan cuando se pretende el lavado de arenas que contienen un alto porcentaje de arcillas o bien cuando la presencia de aglomerados es alta.

3. Clasificadores centrífugos (Torres Zaldívar, 2012): Utilizan fuerza centrífuga para producir la clasificación y esto les permite acelerar los procesos de separación y operar con equipos menos voluminosos que los descritos anteriormente. Reciben el nombre de hidrociclones. Estos consisten en un depósito de forma cilindro-cónica en el cual la mezcla de arena y agua entra a presión y empieza a rotar alrededor del eje longitudinal del ciclón, formándose un torbellino que separa en primer lugar las partículas de mayor tamaño, que se pegan a la pared y después los finos. Las aceleraciones centrífugas alcanzadas en los hidrociclones son muy superiores a los valores de la gravedad, por lo que estos equipos son más eficaces que los descritos en los dos grupos anteriores, que solo utilizan la gravedad para la separación.

Debido a su facilidad de separación y eficacia, los hidrociclones no se emplean únicamente como lavadores de arenas, sino que muchas veces son utilizados como complemento de los equipos de lavado convencionales para recuperar las partículas finas que los tornillos y norias pierden en el rebose.

Hay hidrociclones con capacidades desde 20 m³/h de caudal de pulpa hasta más de 1 200 m³/h. Los procesos de ciclonado permiten obtener unas separaciones desde 10 micras hasta las 500 micras e incluso más, siendo el rango 50 - 200 micras el más fácilmente obtenible.

Conclusiones Parciales del Capítulo I.

- 1) El enfoque basado en procesos introduce la gestión horizontal, cruzando las barreras entre diferentes unidades funcionales, permitiendo que los procesos se gestionen como un sistema mediante la creación y entendimiento de una red de procesos y sus interrelaciones y da a la organización un enfoque al cliente; es este enfoque y no el

funcional el capaz de responder a las exigencias de hoy en un mundo cada vez más competitivo.

- 2) La planificación y control de la producción constituye un elemento esencial para cumplir con las metas y objetivos propuestos por la organización. Además de ser fundamental para dar cumplimiento a la demanda de los clientes en el tiempo previsto y con la calidad requerida.
- 3) Dentro de las tecnologías actuales para la producción de arena juegan un papel fundamental los hidrociclones; los cuales permiten recuperar las fracciones más pequeñas de arena que antes se desperdiciaban con otros equipos de lavado y un consumo de agua menor, ya que recircula el agua procedente de etapas previas de lavado.

Capítulo II. Análisis de procedimientos para el cálculo, balance y análisis de las capacidades productivas.

2.1 Introducción

En el presente capítulo se realiza una caracterización de la empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos, así como un estudio de los principales procedimientos para el cálculo, balance y análisis de las capacidades productivas.

2.2 Características generales de la Empresa Materiales de la Construcción

2.2.1. Reseña histórica de la Empresa Materiales de la Construcción

En el año 1981 fue creada la Empresa de Materiales de Construcción de Cienfuegos, dictada su resolución por el extinto Ministerio de Industria de Materiales para la Construcción, que posteriormente por decisión del estado cubano para perfeccionar la economía del país se extinguió el Ministerio de Industria de materiales de Construcción y se fundó un grupo empresarial, Grupo Empresarial de la Industria de Materiales (GEICON) subordinado al MICONS.

La Empresa de Materiales de Construcción de Cienfuegos sita en calle 63 Km 3, Pueblo Griffo en Cienfuegos, es una empresa industrial, su actividad fundamental es producir y comercializar materiales para la construcción de forma mayorista para toda la provincia y alcance a todo el país.

2.2.2 Objeto social

Mediante la Resolución No. 503 de fecha 30 de Diciembre del 2004, aprobado por el Ministerio de Economía y Planificación, se modifica el objeto empresarial de la Empresa de Materiales de Construcción de Cienfuegos, quedando de la siguiente forma:

- Producir, transportar y comercializar de forma mayorista áridos incluyendo la arena sílice y otros materiales provenientes de la cantera, pinturas, yeso, cal y sus derivados, sistemas y productos de arcilla y barro, elementos de hormigón, terrazo, aditivos, repellos texturizados, monocapas, cemento cola, mezcla deshidratada, losetas hidráulicas,

elementos de hierro fundido y bronce, productos para la industria del vidrio y la Cerámica, productos refractarios, hormigones hidráulicos, recubrimientos e impermeabilizantes, incluyendo su aplicación, carpintería de madera, incluyendo su montaje y ofrecer servicios de posventa, todos ellos en moneda nacional y divisa.

- Brindar servicios de mantenimiento y montaje a instalaciones y equipos tecnológicos industriales de producción de materiales de construcción, de laboratorio para ensayos de materiales de construcción, de alquiler de equipos de construcción, complementarios y transporte especializado, de transportación de carga general, de diagnóstico, reparación y mantenimiento.

2.2.3 Planeación estratégica de la Empresa Materiales de la Construcción

Misión: La Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos, produce y comercializa materiales de la Construcción y acabados así como brinda, servicios relacionados con su actividad fundamental; en transportación, servicios constructivos y de postventa, dirigidos a satisfacer las necesidades de los Clientes asegurando calidad, profesionalidad y preservando el Medio Ambiente.

Visión: Ser la Empresa preferida en el territorio central en la producción, comercialización nacional y exportación, de materiales de Construcción y acabados así como en la prestación de servicios relacionados con nuestra actividad fundamental en transportación, servicios constructivos y de posventa, con calidad y profesionalidad, orientados al Cliente y preservando el Medio Ambiente.

Política de calidad:

Demostrar nuestra capacidad de producir materiales y prestar servicios para la construcción, que satisfagan los requisitos y expectativas del cliente, mejorándolos continuamente en el marco de un sistema de gestión de la calidad NC ISO 9001, con desempeño ambiental sostenible y en un medio laboral donde se mantenga y modernice la tecnología de producción y en el que prime la competencia del personal, la organización, la seguridad y la salud.

2.2.4 Estructura organizativa

Esta empresa está conformada por una Oficina Central, y cinco (5) UEB (ver figura 2.1) dedicadas a la producción de Materiales de Construcción. La empresa cuenta con un total de 576 trabajadores, las categorías ocupacionales con el número de trabajadores se muestran en la Tabla 2.1 y su representación gráfica se expone en la Figura 2.1, observándose que el 54% de los trabajadores son obreros.

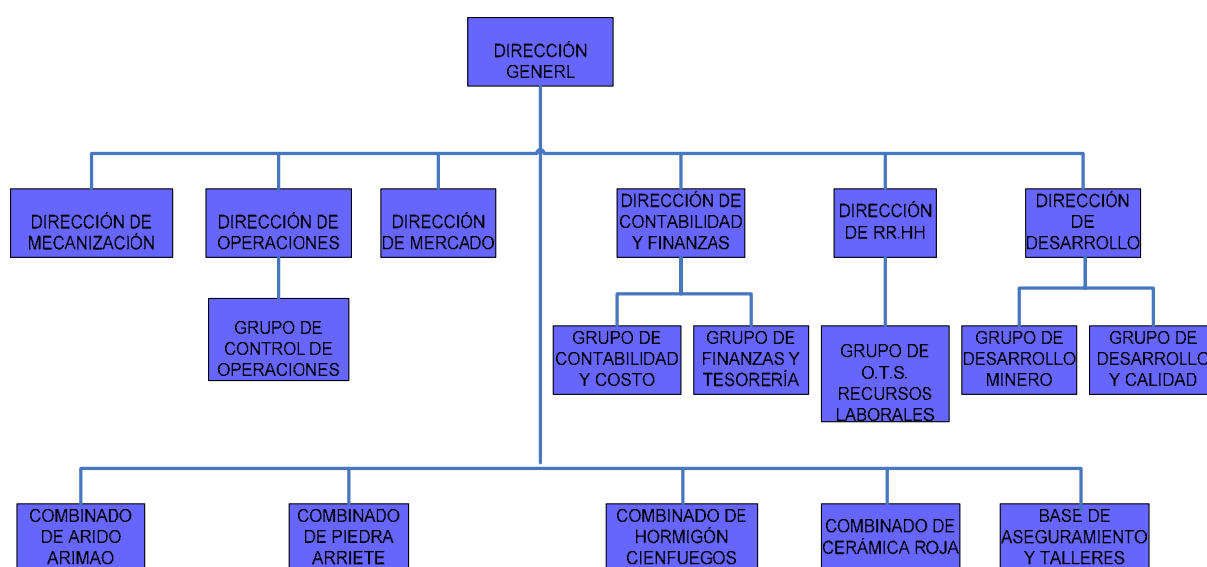


Figura 2.1: Organigrama de la Empresa Materiales de Construcción Cienfuegos.
Fuente:(Pujols Zabala, 2013).

Tabla 2.1: Número de trabajadores por categoría ocupacional de la Empresa Materiales de Construcción Cienfuegos. Fuente: Elaboración propia.

Categoría Ocupacional	Número de Trabajadores
Obreros	311
Técnicos	121
Administrativos	12
Dirigentes	37
Servicios	95
Total	576

En la Oficina Empresa hay 42 trabajadores 27 son mujeres y 18 hombres, en Transtall hay 123, 26 son mujeres y 97 hombres, Arriete tiene 79 trabajadores, 12 mujeres y 67 hombres, en Hormigón hay 114, 23 mujeres y 91 son hombres, Cerámica cuenta con 107 trabajadores, 18 son mujeres y 89 hombres y la Arena tiene 108 trabajadores 23 mujeres y 85 hombres.

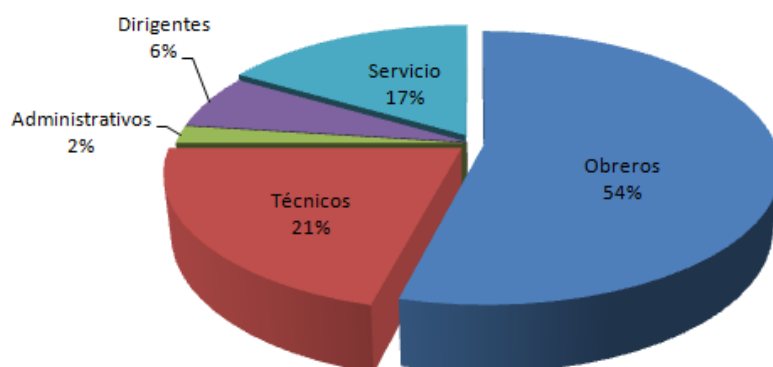


Figura 2.2: Representación de las categorías ocupacionales en la Empresa Materiales de Construcción Cienfuegos. Fuente: Elaboración Propia.

2.2.4.1 UEB Combinado de Áridos Arriete

Se encuentra ubicado en el municipio de Palmira. El producto se obtiene a partir de la explotación minera, trituración y clasificación de la masa de rocas. La tecnología es adecuada de acuerdo a las existentes en el país.

Los productos que se obtienen son:

- Rajón de Voladura
- Macadam
- Piedra Hormigón
- Gravilla
- Granito

- Polvo de Piedra

Pueden obtenerse otros productos de cantera o teniendo en cuenta los tamices de control necesarios a partir de las necesidades del cliente.

2.2.4.2 UEB Combinado de Cerámica Roja

Se encuentra ubicado en el municipio de Cienfuegos con dependencias en el municipio de Abreus. Sus producciones utilizan como materias primas las arcillas de los yacimientos ubicados en la zona de Charco Soto y Simpatía, los productos se logran a través de los procesos de preparación, moldeo, secado, cocción y enfriamiento de las mismas.

Los productos fundamentales que se obtienen son:

- Ladrillos macizos
- Bloques Aligerados
- Carpintería de madera de diferentes modelos y tamaños, acorde a la solicitud del cliente. Dentro de sus líneas fundamentales están:
 - Puertas lisas, tropicales y de almohadillas
 - Ventanas Miami y tropicales
 - Marcos de puertas y ventanas
 - Muebles de madera
 - Otras carpinterías genéricas

2.2.4.3 UEB Combinado de Hormigón Cienfuegos

Ubicado en el municipio de Cienfuegos. Utiliza como materias primas fundamentales; el cemento, la arena, granito, polvo de piedra, acero y madera. Las tecnologías son tradicionales, obteniéndose los siguientes productos:

- Losetas hidráulicas de diferentes formatos y tipos
- Prefabricados de terrazos de diferentes formatos y tipos
- Baldosas de terrazos
- Celosías de hormigón

- Mortero Cola

Estos productos se elaboran en diferentes colores y medidas según solicitud del cliente.

2.2.4.4 UEB Combinado de Áridos Arena Arimao

Se encuentra situada en los municipios de Cumanayagua y Cienfuegos, tiene tres centros de producción subordinados a la dirección general de la UEB.

- Establecimiento Fábrica de Bloques Guaos.
- Establecimiento Planta Lavadora de Arena Arimao.
- Establecimiento Planta Lavadora de Arena El Canal.

Para las producciones de arena utiliza las materias primas de los yacimientos de los márgenes del río Arimao y del yacimiento de mina El Canal. La tecnología utilizada es la tradicional a partir de; la extracción, beneficio y clasificación de la materia prima. El bloque de hormigón utiliza como materias primas estos áridos y el cemento, a partir de una tecnología criolla.

Los productos fundamentales que se obtienen son:

- Arena lavada y beneficiada de mina
- Arena lavada y beneficiada de río
- Arena cernida de río

Pueden obtenerse otros productos de cantera o teniendo en cuenta los tamices de control necesarios a partir de las necesidades del cliente.

- Bloques de hormigón de diferentes formatos

2.2.4.5 UEB Base de Aseguramiento y Talleres

Se encuentra ubicado en los municipios de Cienfuegos y Cumanayagua. Los establecimientos que lo conforman brindan los siguientes servicios especializados:

- Servicios de mantenimiento y talleres a equipos no – tecnológicos
- Servicios de mantenimiento y reparaciones a instalaciones industriales
- Servicios de maquinado

- Servicios eléctricos
- Servicios de transportación de carga en general
- Servicios de izaje
- Servicios de alquiler de equipos
- Servicios de almacenaje

Esta Unidad Empresarial de Base está diseñada en lo fundamental para brindar servicios al resto de la Unidades Empresariales de Base de la Organización, aunque puede brindar estos servicios a terceros a partir de las regulaciones establecidas en el Objeto Empresarial.

2.2.5 Principales clientes y proveedores

La entidad tiene identificado como principales clientes a la Empresa Comercializadora Escambray ya que el 70% de las producciones que realiza son vendidas por este cliente, así como la venta a la población a través de la Empresa Comercio y Gastronomía perteneciente a los diferentes municipios.

Los principales proveedores que presenta la entidad son:

Tabla 2.2: Principales proveedores de la Empresa Materiales de Construcción Cienfuegos. Fuente: Elaboración Propia.

No.	Proveedores
1	Comercializadora Cemento Cienfuegos
2	Cemento Siguaney
3	EMC Villa Clara
4	Refinería de Petróleo Camilo Cienfuegos
5	Empresa Forestal Integral Cienfuegos

6	Empresa de Gases Industriales
7	Empresa RRM Andrés Glez Lines
8	Explomat

2.3 Identificación y secuenciación de los procesos.

Las producciones fundamentales de la empresa objeto de estudio se basan en aquellos productos relacionados con los materiales de construcción como se evidencia en el epígrafe 2.2. A continuación en el mapa general de procesos se muestra la clasificación de cada uno de sus procesos:

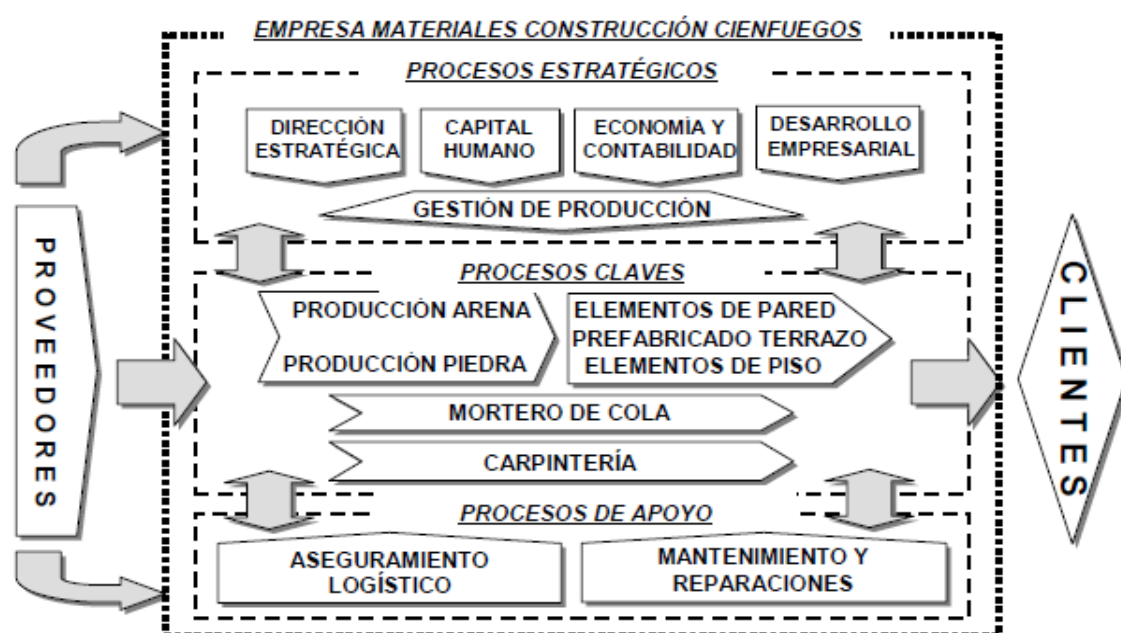


Figura 2.3. Mapa General de Procesos de la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos. Fuente: (García Márquez, 2012).

Para el desarrollo de esta investigación se decide realizar el estudio en el proceso de producción de arena de la Empresa Materiales de Construcción Cienfuegos, el cual es uno de los procesos claves que genera mayores utilidades a la empresa (ver figura 2.4) y

base de otras producciones fundamentales; este se desarrolla en la UEB Áridos Arena Arimao.

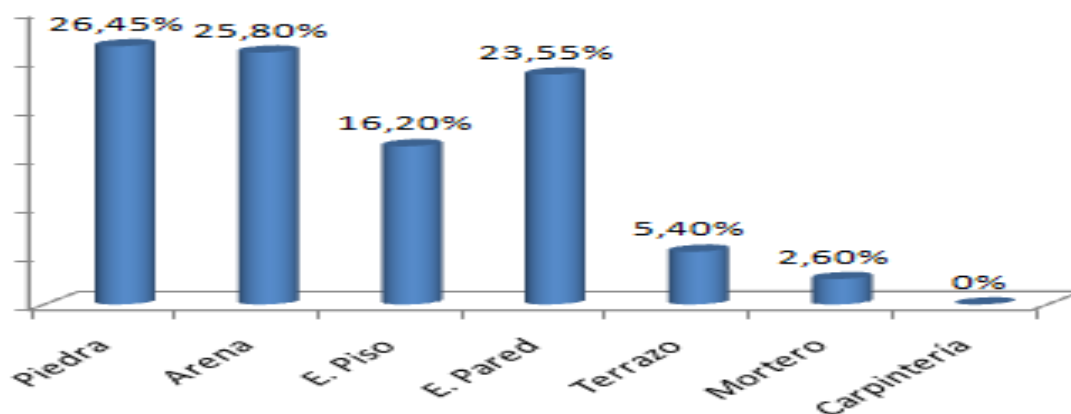


Figura 2.4: Aporte por productos a los resultados de la empresa en el año 2012. Fuente: Elaboración Propia.

En esta UEB existen dos centros productores de arena se escoge como objeto de estudio la Planta Lavadora de Arena I y II Arimao ya que como se puede observar en la tabla 2.4 en el año 2012 es la incumple el plan de producción previsto por la empresa, además es la que presenta un deterioro creciente de su tecnología.

Tabla 2.3: Cumplimiento del plan de producción de los establecimientos productores de arena. Fuente: Empresa Materiales de Construcción.

Centro Productivo	Año 2012		% Cumplimiento
	Plan (m ³)	Real (m ³)	
Lavadora I y II	49 200	44 973	91,4
Lavadora El Canal	65 000	85 377	131,4

2.4 Caracterización del establecimiento Planta Lavadora de Arena I y II Arimao

Se encuentra ubicada en el poblado Santa Martina, Arimao perteneciente al municipio de Cumanayagua. Es uno de los establecimientos más importantes para la empresa por el aporte y calidad de su producto (arena beneficiada) altamente demanda por sus clientes.

Para el logro de sus objetivos el establecimiento cuenta con una plantilla de 27 trabajadores, su representación gráfica se expone en la figura 2.5.

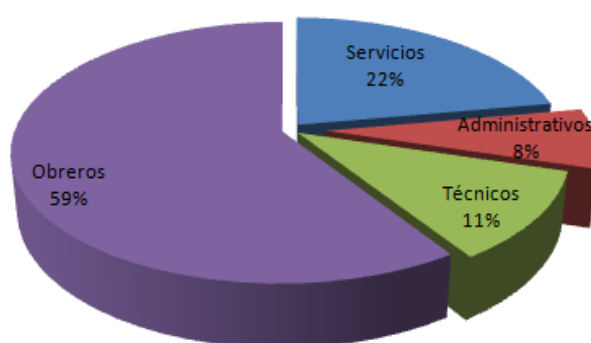


Figura 2.5: Representación de las categorías ocupacionales en el establecimiento Planta Lavadora de Arena I y II Arimao. Fuente: Elaboración Propia.

La Arenera I y II Arimao, insertada a la UEB Combinado de Arena, de la Empresa de Materiales de Construcción de Cienfuegos, produce arena de ríos y minas beneficiadas para el consumo nacional. Los productos de la Arenera I y II Arimao cumplen con lo establecido en la norma cubana NC 251-2005. Áridos para hormigones hidráulicos-Requisitos.

2.4.1 Descripción del proceso

La tecnología de beneficio de arena existente en la provincia de Cienfuegos, es de procedencia CAME (Consejo de ayuda mutua económica), explotada con una capacidad de producción de acorde con el cálculo de reserva realizado con el planímetro PIANIK-6 Tamaya Japón No.002661 confeccionado para garantizar la producción de arena beneficiada con clasificación final para obtener granulometría de 5mm hasta 0.15mm.

En la actualidad el volumen de producción de la planta está por debajo de su capacidad de diseño inicial. Esta planta fue montada en los finales de la década de los 70 e inicios e inicio de los 80. Su estructura y diseño inicial ha sido modificado por no existir piezas y equipos complementarios para su mantenimiento y reparación, por ello se ha recurrido al trabajo y cooperación de un grupo de innovadores, y a la brigada de mantenimiento y reparación de equipos tecnológicos de la industria, así como soluciones con complementos de plantas desmanteladas en otras provincias, lo que hace posible que estén en explotación. La planta en su diseño inicial tenía una capacidad para realizar una producción de 70000 m³ anual; en la actualidad su productividad ha disminuido y produce aproximadamente 45000 m³ anual por lo que esta reducida al 36% de su capacidad inicial.

Para conseguir un efecto de lavado adecuado a las normas establecidas por el sistema de calidad, se utilizan volúmenes elevados de agua, lo que provoca pérdida en sus reboses de fracciones valiosas de arena, que por su acumulación representan gran cantidad de m³ y por su aportación significa mejora en la calidad de la misma (ausencia de fino < 0.15mm), lo que hace que haya una pérdida del 20 al 30% del total de la arena que entra al proceso de beneficio.

El proceso tecnológico de producción de arena en la Lavadora I y II Arimao de forma general se realiza teniendo en cuenta el diagrama de flujo que se muestra en **Anexo No.7**, a continuación se describen brevemente cada una de las etapas:

Desbroce

La topadora frontal (buldózer) desbrozará previamente el área de la faja marginal eliminando arbustos, yerbas, raíces, piedras, etc., transportándolos mediante arrastre hacia un área de depósitos de desechos o escombrera.

Destape

Después excavará y arrastrará la sobrecapa de tierra y arcilla hacia la escombrera, dejando limpio el terreno para la extracción de la materia prima.

Extracción

El proceso de extracción de la arena en el yacimiento se efectúa con la dragalina situada sobre una plataforma de apoyo construida previamente con relleno de la misma arena empleando la topadora frontal.

Una vez extraída toda la arena accequible desde la posición de la excavadora dragalina esta se traslada hasta una nueva posición de trabajo en otra plataforma preparada previamente con la topadora frontal.

Después de tener la arena de yacimiento en formas de pilas, el técnico de calidad es el encargado de tomar una muestra para realizar el ensayo de la materia prima. Si cumple con las características requeridas para el beneficio se procede a realizar su cargue y transportación.

La arena de yacimiento es cargada por el cargador hacia los camiones, los que se encargan de transportarla hacia la planta de beneficio.

Alimentación y separación preliminar de desechos

La arena procedente del yacimiento es vertida en la tolva de recepción y alimentación. En ella existe una criba de barras fijas que impiden el paso de rocas que obstruyan la descarga. Mediante el alimentador de viela se dosifica el material que se encuentra en la tolva al proceso de lavado y clasificación, el transporte se realiza mediante cintas transportadoras.

Lavado y clasificación de la arena

La arena proveniente de la tolva receptora se clasifica mediante paños donde se separa el material grueso y es lavada por la zaranda clasificadora.

Relavado y empuje

En el tornillo lavador por medio del movimiento de rotación y avance se produce el lavado y separación granulométrica en medio hidráulico donde las fracciones de 0-0.15 es decantada. La arena lavada es transportada por las cintas transportadoras hasta su almacenamiento final.

Almacenamiento

Se realiza el almacenamiento del producto conforme cumpliendo con la NC 251:2005. Áridos para hormigones hidráulicos-Requisitos. Se realizan los diferentes ensayos al producto previendo que no se libere el mismo sin el cumplimiento de los requisitos establecidos en la NC 251:2005. También se realizan otros ensayos que solicite el cliente en laboratorios contratados.

Los demás detalles del proceso se describen en el PG 01B: Control del proceso tecnológico de producción de arena Lavadora I y II Arimao, ver **Anexo No.8**. El cual es un documento donde se registran todas las operaciones y tareas que conforman el proceso, así como todos los recursos, herramientas y medios que son utilizados en la realización de las mismas.

2.5 Descripción de procedimientos para el cálculo, balance y análisis de las capacidades de producción

Un tema clave para las organizaciones se trata de la determinación de la capacidad con que cuentan las entidades para hacer frente a los volúmenes de demanda que presentan sus clientes. La mayoría de los autores presentan sus consideraciones en procedimientos similares para el cálculo de las capacidades, a continuación se describen algunos de estos procedimientos:

2.5.1 Procedimiento para el cálculo, balance y análisis de las capacidades de producción en las empresas (Acevedo Suárez & Gómez Acosta, 2007).

El cálculo, análisis y balance de las capacidades de los procesos en forma sistemática, como parte de la fundamentación de los planes operativos y estratégicos y en la fase del análisis de su cumplimiento, constituye un elemento esencial para fundamentar la definición de las vías más racionales para el desarrollo de la producción y la logística.

El esquema para realizar dichos cálculos y análisis aparece en la figura 2.6, cuyos elementos fundamentales son los siguientes:

1. Definición de los grupos homogéneos de equipos, sectores y talleres a considerar en el cálculo de la capacidad productiva. Se considera como grupo

homogéneo de equipos al conjunto de estos que por sus parámetros tecnológicos son intercambiables entre sí para la fabricación del mismo artículo.

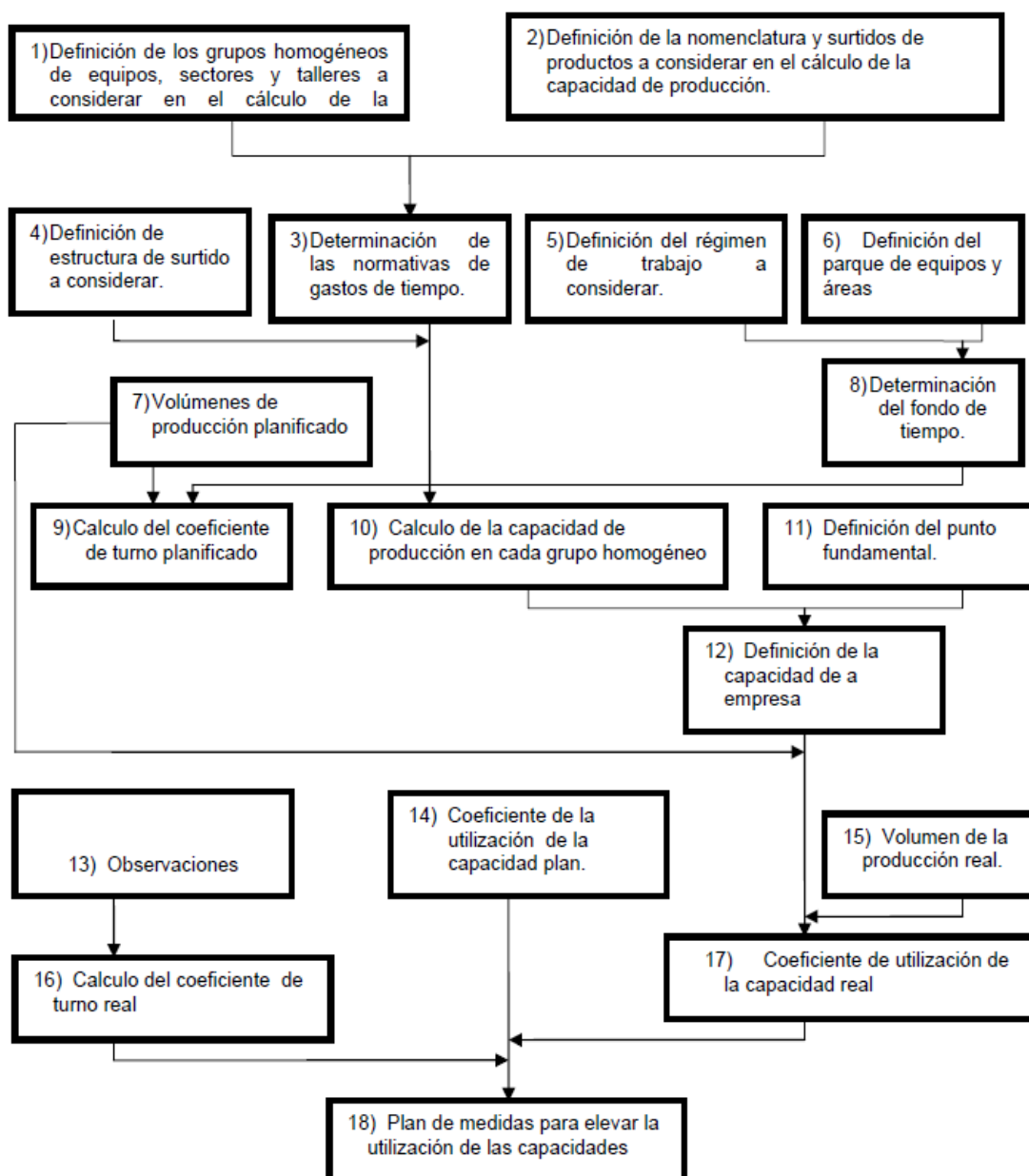


Figura 2.6: Esquema para el cálculo y análisis de las capacidades de los procesos.

Fuente: (Acevedo Suárez & Gómez Acosta, 2007).

Para el cálculo de la capacidad de producción no solo deben incluirse los sectores y talleres de la producción básica, sino también los auxiliares y las unidades de servicio como forma de garantizar la plena correspondencia de estos.

2. Definición de la nomenclatura y surtidos de productos a considerar en el cálculo de la capacidad de producción. Cuando los surtidos de producción son limitados y estables se consideran los mismos como objeto para el cálculo de la capacidad.

Cuando la gama de surtidos es amplia, pero estable, se recomienda establecer grupos de productos caracterizados por su homogeneidad constructivo-tecnológica, buscando que dichos grupos como promedio sean estables.

Al trabajar con agrupaciones de surtidos se selecciona como representante de cada grupo a cualquiera de los productos siguientes:

- a) Un producto equivalente, el cual constituye el promedio del grupo.
- b) Un producto tipo, el cual se considera como el más representativo del grupo.

Para reducir los distintos surtidos de producción al representante del grupo a que pertenece se utilizan los coeficientes de equivalencia, los cuales expresan en qué proporción la laboriosidad del surtido, en específico, equivale a la laboriosidad del representante del grupo dado.

Por lo general, este coeficiente de equivalencia se determina por las relaciones de los parámetros constructivo-tecnológicos de los productos (el surtido dado y el representante) tales como peso neto, dimensiones, etc. Cuando se utiliza este procedimiento, la capacidad se calcula en unidades equivalentes y luego el balance se efectúa reduciendo el programa productivo a unidades equivalentes.

3. Determinación de las normativas de gastos de tiempo. Para cada denominación de productos definida en el punto anterior se determina el gasto de tiempo por unidad de producto en cada grupo homogéneo de equipo por donde pasa el mismo.

Estos gastos de tiempo se establecen a partir de las normas de trabajo corregidas, según los principios metodológicos definidos anteriormente.

La laboriosidad de cada nomenclatura al ser comparada entre las empresas que fabrican artículos análogos permite determinar las reservas con relación a las empresas de

avanzada. Lo que constituye la base para proyectar el mejoramiento técnico, tecnológico y organizativo. Es una forma concreta de aplicar el benchmarking en la gestión de las capacidades del sistema logístico.

En el caso de los procesos de transporte la normativa de gasto de tiempo viene dada por el radio medio de transportación de los productos, la velocidad comercial promedio, la capacidad estática de carga de los vehículos, la consideración de si la transportación es en un solo sentido.

En cuanto a la producción auxiliar para el cálculo de la normativa de gasto de tiempo por unidad de producto básico, el gasto de tiempo para la fabricación de una unidad de producto auxiliar (herramienta, energía, etc.), se multiplica por la normal de gasto del mismo por unidad de producto básico.

En los procesos manuales (como ensamble, almacenaje otros) dicha normativa se define en m^2 hora/productos, lo cual se calcula determinando el producto del área necesaria para elaborarlo en el proceso correspondiente y la duración del ciclo de tratamiento promedio para un producto (en horas); entendiendo como tal el periodo de tiempo que media desde que se comienza a trabajar en la primera operación hasta que se termina el producto en el proceso analizado. En el caso de los procesos de fabricación y ensamblaje se utiliza el ciclo de producción, mientras que el proceso de almacenaje viene dado por el ciclo del inventario por lo que la capacidad de operación del almacén aumenta cuando incrementa la rotación de sus inventarios. Cuando el producto se hace en forma desmembrada en diferentes puestos, la normativa se determina por la sumatoria de los m^2 hora de cada puesto de trabajo.

Estas normativas deben actualizarse sistemáticamente a partir de los logros de avanzada de la aplicación de medidas de mejoramiento técnico-organizativo. La existencia en la empresa de estas normativas y su sistemática actualización constituye una premisa básica para mantener una efectiva gestión de las capacidades.

Las normativas de gasto de tiempo se establecen en forma agregada a nivel de los productos de salida de la empresa para los cuales se calcula la capacidad de producción.

4. Definición de la estructura de surtido a considerar. La estructura de surtido se define como la proporción de cada grupo de producto o surtido concreto, según lo

definido en el punto 2 sobre el volumen total de producción expresada en unidades físicas. La estructura a considerar debe tender a coincidir con la de la demanda de los segmentos de mercado que son objetivos de la empresa.

5. Definición del régimen de trabajo a considerar. Para los distintos procesos tecnológicos debe definirse el régimen de trabajo partiendo del criterio de uso racional del equipamiento y las áreas productivas, es decir, los días laborales al año y el coeficiente de turnos de trabajo.

6. Definición del parque de equipos y áreas productivas disponibles.

7. El volumen de producción planificado. Es la cantidad de productos que se prevé producir de cada uno de los surtidos.

8. Determinación del fondo de tiempo. A partir de las cantidades de equipos disponibles, del régimen de trabajo establecido normativamente y de los tiempos destinados a requerimientos tecnológicos y/o organizativos se define el fondo de tiempo para cada grupo homogéneo de equipo.

En el caso de aquellos procesos en que la cantidad se define por el área productiva, se determina el producto de la magnitud de esta (en m^2), por el fondo de tiempo del período analizado (en horas) según el régimen de trabajo establecido.

En los requerimientos tecnológicos y/o organizativos se incluyen: mantenimiento, recesos tecnológicos, fondo de tiempo reservado a los servicios de garantía, el entrenamiento de los obreros en los equipos y otros.

9. Cálculo del coeficiente de turno planificado. Este coeficiente expresa la cantidad promedio de turnos planificados que debe trabajar cada proceso, el cual se calcula como la sumatoria de los productos de los volúmenes de cada surtido planificados por su laboriosidad entre el producto de la cantidad de equipos por el fondo de tiempo para un turno de trabajo, lo cual sirve de referencia para organizar el régimen de trabajo en cada grupo homogéneo, y así cumplir con el programa productivo adoptado.

10. Cálculo de la capacidad de producción en cada grupo homogéneo. La capacidad en un grupo homogéneo de equipo (o proceso manual) se determina como la máxima producción posible de cada uno de los surtidos definidos en el punto 2, y se calcula así:

$$C_{i,j} = r_i * b_j \text{ si } T_{i,j} > 0 \quad (1)$$

$$C_{i,j} = 0 \text{ si } T_{i,j} = 0$$

Donde:

C_{ij} : Capacidad de producción del surtido i en el proceso tecnológico o grupo homogéneo de equipos j en cantidad artículos/período.

R_i : Peso específico del surtido i en el volumen total de producción según la estructura seleccionada (en % o en unidades).

B_j : Coeficiente de cálculo de la capacidad en el proceso o grupo homogéneo j .

$$b_i = \frac{F_i}{\sum_{i=1}^n r_i * T_{ij}}$$

T_{ij} : Normativa de gasto de tiempo por unidad de producto i en el proceso o grupo homogéneo de equipos j (en horas/producto).

F_j : Fondo de tiempo anual del grupo homogéneo de equipo j (en horas).

Cuando es un proceso en que la capacidad se determina por el área, F_j se da en m^2 horas y T_{ij} en m^2 hora/prod.

11. Definición del punto fundamental. Normativamente se establece en cada empresa cuál es el punto fundamental. Casuísticamente para determinados productos que no pasan por dicho proceso, se define cuál es su punto fundamental. Cada artículo puede tener un punto fundamental distinto.

12. Definición de la capacidad de la empresa. La capacidad de la empresa se define como aquella correspondiente al punto fundamental, independientemente que existan otros puntos que sean “cuello de botella”.

Además de la capacidad, se determina la producción posible por el “cuello de botella”. Para ello, se define para cada producto cuál es el “cuello de botella” (la capacidad de dicho producto en aquel proceso de menor capacidad C_{ij}).

El coeficiente de pérdida por “cuello de botella” se calcula para cada producto (la producción según el punto limitante o “cuello de botella” entre la capacidad de dicho producto restado a la unidad) y total (ponderando los coeficientes anteriores por sus capacidades).

13. Observaciones. En los períodos seleccionados se realizan observaciones en la empresa para determinar en un día de trabajo cuántos equipos-turnos trabajaron realmente. Se considera un equipo-turno cuando un equipo dado trabajó en un turno dado.

14. Coeficiente de la utilización de la capacidad plan.

Se calcula primeramente hallando el coeficiente por surtido (su volumen planificado entre la capacidad para dicho surtido) y luego hallando un coeficiente medio ponderando los coeficientes individuales por las respectivas capacidades.

15. Volumen de la producción real.

Para el período a analizar debe obtenerse la cantidad real producida de cada surtido.

16. Cálculo del coeficiente de turno real.

Se calcula como los equipos-turnos totales que se trabajó en el día observado entre la cantidad total de equipos.

17. Coeficiente de utilización de la capacidad real.

Se halla igual que el punto 14, pero a partir de los volúmenes reales logrados en cada surtido. Cuando la estructura real de surtidos ha variado sensiblemente debe recalcularse la capacidad para dicha estructura.

18. Plan de medidas para elevar la utilización de las capacidades.

- a) En el proceso de elaboración de los planes o pronósticos se analizan las capacidades no cubiertas por el plan de producción en cada grupo de equipo, gestionando su cubrimiento aumentando la producción, brindando cooperación a otras empresas, introducción de nuevas producciones o reduciendo el régimen de trabajo en ciertos grupos de equipos. Además debe analizarse no sólo el coeficiente de utilización de la capacidad de la empresa sino el de cada grupo homogéneo de equipo en particular para detectar los “cuellos de botella” y poder tomar medidas técnico-organizativas para elevar la capacidad de dicho punto. Igualmente, si es insuficiente la capacidad debe evaluarse qué medidas pueden modificar los factores que garantizan el incremento necesario de capacidad.
- b) En el proceso de análisis de la utilización de la capacidad se permite conocer los factores que incidieron o incidirán en la utilización de las capacidades y así poder tomar medidas para su erradicación.

2.5.2 Algoritmo general para el cálculo de la capacidad de producción

En la figura 2.7 se muestra el algoritmo general para el cálculo de la capacidad de producción, el cual es general, porque puede utilizarse para todas las situaciones posibles: n surtidos en m procesos, un surtido en m procesos, n surtidos en un proceso.

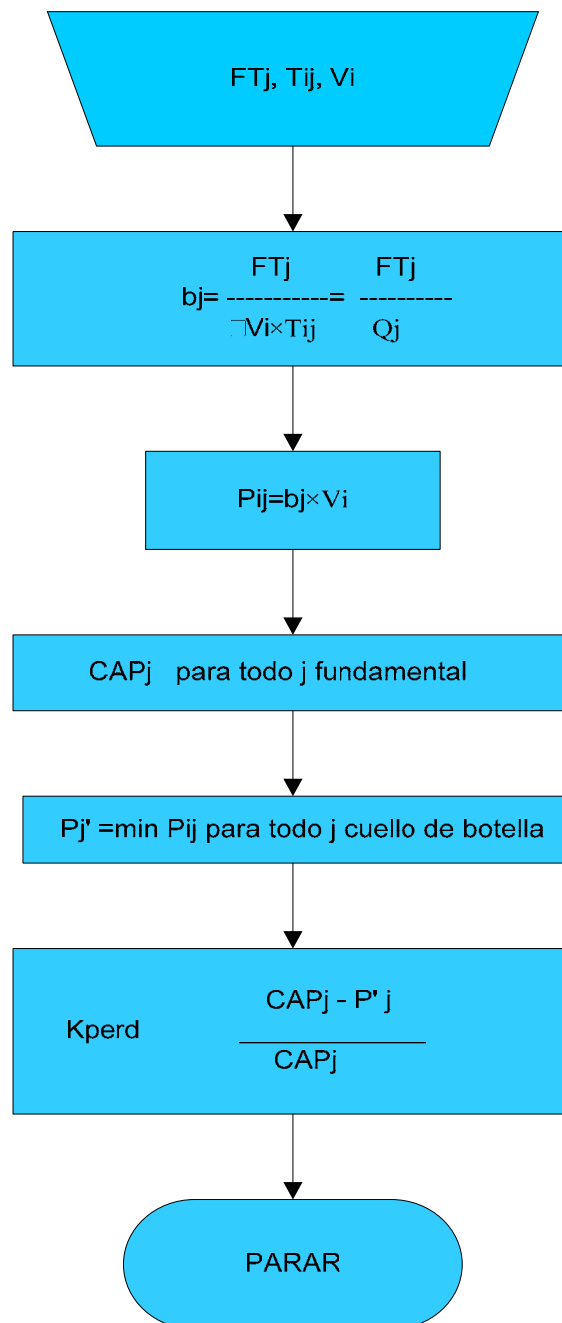


Figura 2.7: Algoritmo general para el cálculo de la capacidad de producción. Fuente: (Torres Cabrera & Urquiaga Rodríguez, 2007).

En la tabla 2.4 aparece la descripción de los términos del algoritmo general para el cálculo de la capacidad de producción.

Tabla 2.4: Descripción de los términos del algoritmo general de cálculo de la capacidad de producción. Fuente: (Torres Cabrera & Urquiaga Rodríguez, 2007)

Término	Descripción
FTj	Fondo de tiempo disponible del proceso <i>j</i> según el período considerado.
Tij	Tiempo unitario de procesar el surtido <i>i</i> en el proceso <i>j</i> .
Vi	Cantidad del surtido <i>i</i> en el volumen total.
bj	Coefficiente de correspondencia del proceso <i>j</i> .
Qj	Carga total del proceso <i>j</i> .
Pij	Producción posible del surtido <i>i</i> en el proceso <i>j</i> .
CAP	Capacidad de producción para el período del surtido <i>i</i> en el proceso <i>j</i> , identificada en el punto fundamental.
Cj'	Producción posible del surtido <i>i</i> en el proceso <i>j</i> considerado el punto limitante o cuello de botella.
K perd	Coefficiente de pérdida de producción por la existencia de un cuello de botella o punto limitante, puede expresarse en forma porcentual (%).

Donde:

$$FTj = Ne * d * Ct * h * \frac{(100 - Ps)}{100}$$

100

Ne: cantidad de equipos del proceso.

d: días del período.

Ct: cantidad de turnos normados.

h: horas por turnos.

Ps: porciento de tiempo de mantenimiento requerido y otras causas.

2.5.3 Procedimientos para el balance de procesos (Marsán Castellanos, Cuesta Santos, García Álvarez, & Padilla Méndez, 2011).

Para balancear el proceso según el punto limitante pudieran seguirse los siguientes pasos: (Marsán Castellanos, 2008).

- Realizar el diagrama de análisis o sinóptico del proceso (OTIDA u OPERIN), según el caso.
- Calcular el fondo de tiempo disponible de equipos (FT_i) y de trabajadores (FTT_i), diferenciando las áreas o actividades si fuera necesario.
- Calcular las capacidades reales unitarias de los equipos (Cr_i) y la de los trabajadores (Crt_i) de cada actividad.
- Calcular las capacidades totales de cada una de las actividades con equipos (CT_i).
- Determinar el cuello de botella y la capacidad total del proceso (CTp).
- Determinar la carga (QT_i) que llega a cada actividad del proceso.
- Determinar el número de equipos (Ne_i) necesarios en cada actividad y el aprovechamiento de las capacidades instaladas.
- Determinar el número de trabajadores necesarios en cada actividad del proceso (NT_i) y el aprovechamiento de la jornada laboral planificada en las actividades manuales.
- Cuadro resumen.

Para balancear el proceso según la demanda pudieran seguirse los siguientes pasos:

- Realizar el diagrama de análisis o sinóptico del proceso (OTIDA u OPERIN), según en caso.
- Calcular el fondo de tiempo disponible de equipos (FT_i) y de trabajadores (FTT_i), diferenciando las áreas o actividades si fuera necesario.

- Calcular las capacidades reales unitarias de los equipos (Cr_i) y la de los trabajadores (Crt_i) de cada actividad.
- Determinar la carga (QT_i) que llega a cada actividad del proceso partiendo de la demanda.
- Determinar el número de equipos (Ne_i) necesarios en cada actividad del proceso, y el aprovechamiento de las capacidades instaladas.
- Determinar el número de trabajadores necesarios en cada actividad del proceso (NT_i) y el aprovechamiento de la jornada laboral planificada en las actividades manuales.
- Cuadro resumen

Combinando ambos procedimientos se puede realizar **un balance que refleje las capacidades existentes y su utilización de acuerdo a la demanda:**

- Realizar el diagrama de análisis o sinóptico del proceso (OTIDA u OPERIN), según el caso.
- Calcular el fondo de tiempo disponible de equipos (FT_i) y de trabajadores (FTT_i), diferenciando las áreas o actividades si fuera necesario.
- Calcular las capacidades reales unitarias de los equipos (Cr_i) y la de los trabajadores (Crt_i) de cada actividad.
- Calcular las capacidades totales de cada una de las actividades con equipos (CT_i).
- Determinar el cuello de botella y la capacidad total del proceso (CTp).
- Determinar la carga (QT_i) que llegará a cada actividad del proceso de acuerdo a la demanda y compararla con la capacidad total (CT_i) para determinar si es posible asumirla.
- Determinar el número de equipos (Ne_i) necesarios en cada actividad del proceso, así como el % de utilización comparándolo con los equipos existentes.

- Determinar el número de trabajadores (NT_i) necesarios en cada actividad del proceso y el % de utilización de la jornada laboral planificada.
- Cuadro resumen.

2.6 Premisas para la planificación de la capacidad de producción en la Empresa Materiales de Construcción Cienfuegos

La capacidad de producción varía con la elevación de los niveles técnico, tecnológico, y organizativo de la producción. Por ello, la capacidad de la empresa se debe calcular anualmente para determinar el aprovechamiento de las reservas de producción.

La capacidad de producción, medida por los talleres, departamentos, secciones, grupos homogéneos o equipos fundamentales de la empresa con la utilización al máximo posible del tiempo de trabajo es denominado **CAPACIDAD PRODUCTIVA POTENCIAL.**

La capacidad de producción posible de alcanzar durante el año que se planifica en función del régimen laboral establecido para la empresa y calculado a partir de los puntos limitantes de su flujo de producción se denomina **CAPACIDAD PRODUCTIVA DISPONIBLE.**

Los objetivos a alcanzar con el sistema de medición de la capacidad en la Empresa Materiales de Construcción Cienfuegos, son los siguientes:

- Obtener el grado de utilización de la capacidad potencial productiva de la empresa o de una rama industrial específica como elemento a utilizar en la fundamentación de los planes de producción, inversiones y desarrollo técnico a los distintos niveles.
- Obtener el grado de utilización de la capacidad productiva disponible de la empresa como elemento de fundamentación del plan de producción.
- Obtener la capacidad de producción por productos, como elementos a utilizar en la elaboración de los balances materiales a los distintos niveles de planificación.
- Obtener la capacidad productiva disponible de la empresa (total) con vistas a la elaboración del balance de cargas que plantea la producción planificada y por

productos seleccionados para su consideración en los balances materiales a los distintos niveles de planificación.

En consecuencia los indicadores que se utilizan para la medición de la capacidad y su utilización, son los elementos:

- Capacidad productiva potencial.
- Capacidad productiva disponible.
- Coeficiente de utilización de la capacidad plan.
- Coeficiente de utilización de la capacidad real.
- Coeficiente de pérdida de capacidad por cuello de botella.

El sistema de indicadores ampliado para la medición de la capacidad de producción y su utilización, parte del tiempo como elemento homogenizador que permite obviar las dificultades que surgen en el proceso de medición de estos factores, cuando la empresa tiene planteada una nomenclatura y surtido de producción amplia y heterogénea.

2.7 Análisis de los procedimientos para el cálculo, balance y análisis de las capacidades productivas y premisas definidas por la empresa

Todos los procedimientos estudiados anteriormente tienen sus particularidades en cuanto a la forma de calcular la capacidad de producción por lo que se hace necesario determinar cuál de ellos satisface la mayor cantidad de premisas definidas por la empresa. En la tabla 2.5 se muestra el análisis:

Tabla 2.5: Comparación de los diferentes procedimientos en cuanto al cumplimiento de las premisas definidas por la empresa. Fuente: Elaboración Propia.

Procedimientos para el cálculo, balance y análisis de las capacidades productivas	Premisas definidas por la empresa (Indicadores)				
	C.P.P	C.P.D	C.U.C.P.	C.U.C.R	Kp
Acevedo Suárez & Gómez Acosta	x	x	x	x	x

Marsán Castellanos y Colectivo de autores	x	x			
Algoritmo General para el cálculo de la capacidad	x	x			x

Donde:

C.P.P: Capacidad productiva potencial.

C.P.D: Capacidad productiva disponible.

C.U.C.P: Coeficiente de utilización de la capacidad plan.

C.U.C.R: Coeficiente de utilización de la capacidad real.

Kp: Coeficiente de pérdida de capacidad por cuello de botella.

Según el análisis, el procedimiento que cumple con las premisas (indicadores) definidas por la empresa es la de Acevedo Suárez & Gómez Acosta, por lo que selecciona para realizar el cálculo de la capacidad de producción en el proceso objeto de estudio.

Conclusiones Parciales del Capítulo II.

- 1) Dentro de los procesos claves se selecciona el de producción de arena por ser una de las fuentes que genera mayores ingresos a la empresa y base de otras producciones fundamentales.
- 2) De los establecimientos que se dedican a la producción de arena se selecciona la Planta Lavadora de Arena I y II Arimao porque es la que incumple con el plan de producción previsto por la empresa en el año 2012, además de presentar un deterioro creciente de su tecnología.
- 3) Se selecciona para el estudio el procedimiento de Acevedo Suárez & Gómez Acosta porque se considera el más adecuado, ya que del análisis realizado resulta el que cumple con las premisas definidas por la empresa.

Capítulo III. Aplicación del procedimiento para el cálculo, balance y análisis de las capacidades de producción

3.1 Introducción

El presente capítulo tiene como objetivo aplicar el procedimiento seleccionado en el capítulo anterior para el cálculo de la capacidad productiva del proceso de producción de arena, además de realizar un análisis de la situación actual de la empresa.

3.2 Análisis de la situación actual de la empresa

En Cuba las empresas productivas se distribuyen en los diferentes ministerios, siendo uno de ellos el Ministerio de la Construcción (MICONS) donde se encuentra subordinada la Empresa de Materiales de Construcción Cienfuegos, la cual se dedica a la producción y comercialización de materiales de construcción.

La Empresa Materiales de Construcción Cienfuegos ha visualizado que para enfrentar los cambios que propone el nuevo modelo económico cubano que se está desarrollando en el país y dar cumplimiento a los lineamientos de la política para las viviendas aprobados en el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba, se le ha hecho necesario buscar alternativas para incrementar sus niveles de producción con la calidad demandada por sus clientes.

La empresa objeto de estudio se ha propuesto realizar un análisis detallado de las potencialidades productivas de sus procesos claves para poder satisfacer la demanda creciente de sus clientes. Teniendo en cuenta que la producción de arena constituye una de las fuentes de mayor ingreso y base de otras producciones fundamentales para la empresa, se decide por la dirección general llevar a cabo el estudio en este proceso clave.

Este proceso se desarrolla en la UEB Áridos Arena Arimao el cual cuenta con dos establecimientos productores de arena, de ellos se selecciona el centro Planta Lavadora de Arena I y II Arimao ya que en el año 2012 de un plan de producción de 49200 m³ de arena beneficiada el real fue de 44973 m³ con un incumplimiento de 4227 m³ lo que representa \$65011.26 de pérdidas por no cumplir con el plan, sin embargo en estas

pérdidas no se contabilizan las asociadas por no satisfacer una demanda no planificada, pero existente. Además de presentar un creciente deterioro de su tecnología debido a los más de 30 años de explotación y la no existencia de piezas de repuesto.

Caracterización del entorno

Como resultado del diagnóstico estratégico realizado a la Empresa Materiales de Construcción Cienfuegos se puntualizan las fuerzas internas y externas en la tabla 3.1.

Esta Matriz, cuyo nombre surge del acrónimo de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades, constituye una herramienta útil para la determinación de los Objetivos Estratégicos de la Empresa. Su esencia se basa en identificar las amenazas y oportunidades claves que se derivan del análisis del entorno general y competitivo, así como las fortalezas y debilidades que resultan del análisis del diagnóstico de las capacidades distintivas del negocio.

Como procedimiento es útil primeramente listar todas las Amenazas y Oportunidades, así como todas las Debilidades y Fortalezas, para posteriormente reducir el listado a aquellas que son claves. En el caso de las externas (Amenazas y Oportunidades) son consideradas claves por la probabilidad de ocurrencia como parte de la evolución del entorno y por la fuerza de impacto sobre nuestro negocio; en el caso de las internas (fortalezas y debilidades) son consideradas claves en la medida que sean un factor esencial a favor o en contra de la finalidad del negocio.

Tabla 3.1: Fuerzas internas y externas de la empresa objeto de estudio. Fuente: Empresa Materiales de Construcción Cienfuegos.

Fortalezas	P	Debilidades	P
1. Fuerza de trabajo productiva y de aseguramiento tecnológico experimentada.	4	1. Tecnología atrasada y dependiente de muchos años de explotación.	5
2. Monopolio de algunos de los surtidos dentro del territorio.	5	2. Insuficiente atención al hombre.	5
3. Contabilidad certificada.	5	3. Bajos niveles de liquidez.	5
4. Ubicación geográfica favorable.	5	4. Insuficientes niveles de explotación	3

**CAPÍTULO III. APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO, BALANCE Y ANÁLISIS
DE LAS CAPACIDADES DE PRODUCCIÓN**

		de las capacidades instaladas provocado por el desbalance tecnológico.	
5. Diversificación de nuevos surtidos en el Mercado.	3	5. Programas de capacitación insuficiente.	4
6. Clima organizacional favorable con alto sentido de pertenencia.	5	6. Insuficiente Aseguramiento Logístico.	5
5. Diversificación de nuevos surtidos en el Mercado.	4	7. Ausencia de trabajo de Mercadotecnia.	5
6. Clima organizacional favorable con alto sentido de pertenencia.	3	5. Programas de capacitación insuficiente.	4
7. Dirección joven capacitada en la Empresa encaminada a mejores resultados.	5	6. Insuficiente Aseguramiento Logístico.	5
8. Calidad y cuantía de la reserva de los yacimientos.	4	7. Ausencia de trabajo de Mercadotecnia.	5
9. Existencia de contratos de Producción cooperada.	5	8. No existencia de un Sistema de Aseguramiento del a Calidad.	5
10. Existencia de contratos de exportación de áridos hacia el área del Caribe.	5	9. Desarrollo Inversionista Empresarial Lento.	5
		10. Desarrollo minero dependiente y pobre.	5
		11. Esquema de financiamiento que dificulta los Ingresos en MLC.	5
		12. Instalaciones no confortables.	3
		13. Fuerza Profesional escasa en la Base.	3

**CAPÍTULO III. APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO, BALANCE Y ANÁLISIS
DE LAS CAPACIDADES DE PRODUCCIÓN**

Oportunidades	P	Amenazas	P
1. Existencia de un puerto, aeropuerto y ferrocarril y estar ubicados en el Centro, Sur de la Isla.	5	1. Mejores condiciones laborales y de estimulación en otras Entidades del Sector.	5
2. Estar inmerso en el Proceso de Perfeccionamiento Empresarial.	5	2. Restricciones en el Proceso Inversionista a nivel nacional.	5
3. Desarrollo constructivo del territorio.	5	3. Competidores importantes.	3
4. Existencia de recursos naturales de importancia.	5	4. Bloqueo Económico.	5
5. Existencia de Centros Educativos de diferentes niveles en el territorio.	5	5. Restricciones Comerciales para la Exportación.	5
6. Tendencia al rescate del patrimonio en el territorio.	5	6. Estacionalidad, a partir de las épocas del año.	3
7. Celebración de ferias y Eventos Internacionales.	5		

Leyenda: P. Puntuación en una escala de 1-5 según niveles de importancia otorgados.

Fuente: Planeación estratégica de la Empresa Materiales de Construcción Cienfuegos.

Interpretación y Análisis de la Matriz DAFO

Después de analizar el inventario de Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas, se seleccionaron aquellas que se debían llevar a la Matriz, realizándose el proceso de votación de incidencias el cual se analiza a continuación. Se realizó el análisis cuantitativo y los resultados fueron los siguientes:

F+O =80 F+A =71 D+O = 93 D+A =84

La suma total de todas las interacciones fue de: 328

Lo que se puede llevar a la siguiente gráfica.

Ofensiva F+O 24%	Defensiva F+A 22%
Adaptativa D+O 28%	Supervivencia D+A 26%

Figura 3.1: Matriz DAFO. Fuente: Planeación estratégica de la Empresa Materiales de Construcción Cienfuegos.

De forma General la Empresa de Materiales de la Construcción Cienfuegos, se encuentra en una fase Adaptativa, donde debe tratar de disminuir las Debilidades para poder aprovechar al máximo todas las Oportunidades del Entorno. Como puede observarse existe una cercanía grande entre este cuadrante y el de Supervivencia. Esto reclama la implementación de las Estrategias de Adaptativa de forma ágil ya que cualquier cambio

en el Entorno podría afectar la posición de la Empresa en el Mercado. A continuación se expone una tabla resumen con las estrategias propuestas:

Tabla 3.2: Análisis del entorno. Fuente: Planeación estratégica de la Empresa Materiales de Construcción Cienfuegos.

Adaptativa D+O	Supervivencia D+A
1. Determinar las potencialidades productivas de los procesos claves con el objetivo de destinar los productos hacia mercados estables y que respondan a las características de financiamiento de la Empresa. 2. Adecuar la Política de Precios de forma tal que responda hacia el incremento de la MLC en la Empresa. 3. Reordenar los costos de los productos con el objetivo de disminuir los niveles de los mimos. 4. Desarrollar un Sistema de Aseguramiento de la Calidad. 5. Incentivar un Estilo de Dirección que disminuya la fluctuación del personal y eleve el sentido de pertenencia y motivación. 6. Diseñar Programas de Capacitación acordes a las necesidades de la Empresa	1. Perfeccionar el Sistema de pago que proporcione una mejor remuneración al trabajador e incorporar los sistemas de estimulación. 2. Reorganizar la actividad de atención al hombre. 3. Proyectar un trabajo sistemático de diferenciación de los productos acorde a los mercados y los clientes reales y potenciales.

Una de las estrategias propuestas es la determinación de las potencialidades productivas de los procesos claves, con la aplicación del procedimiento en el siguiente epígrafe se le da cumplimiento a la estrategia planteada.

3.3 Aplicación del procedimiento

En la aplicación del procedimiento se trabajó con un grupo de expertos e implicados directamente en el proceso seleccionado, siendo esto un elemento que facilitó la correcta aplicación de las técnicas y herramientas.

El equipo de trabajo se conformó con trabajadores conocedores del tema e interesados en el mismo, de forma tal que pudieran aportar información precisa, estos participaron en toda las etapas de la investigación y tomaron las decisiones convenientes.

El número de expertos se calculó a partir de la ecuación:

$$n = \frac{p(1-p)k}{i^2}$$

Donde:

n: número de expertos.

k: constante que depende del nivel de confianza.

p: probabilidad de error.

i: presión.

En este estudio se utilizan los siguientes datos para un nivel de confianza del 95%:

$$p = 0.05$$

$$k = 3.8416 \text{ (Nivel de confianza del 95\%)}$$

$$i = 0.15$$

$$n = 0.05(1-0.05) 3.8416 / 0.15^2$$

$$0.182476 / 0.0225$$

$$n = 8.11 \approx 9.$$

Luego de realizado el cálculo, el resultado obtenido es 9 expertos.

Para la definición de los expertos se establecieron un grupo de criterios de selección en función de las características que debían poseer los mismos, estos criterios fueron determinados de forma conjunta entre el autor del trabajo y la dirección de la empresa; los mismos fueron:

1. Conocimiento del tema a tratar.
2. Capacidad para trabajar en equipo y espíritu de colaboración.
3. Años de experiencia en el cargo.
4. Vinculación a la actividad lo más directamente posible.

Los expertos seleccionados fueron los siguientes:

- ❖ Director General.
- ❖ Director Técnico.
- ❖ Jefe de producción UEB Áridos Arena Arimao.
- ❖ Especialista en gestión de la producción.
- ❖ Técnico de calidad Lavadora I y II Arimao.
- ❖ Director UEB Áridos Arena Arimao.
- ❖ Especialista principal de la calidad.
- ❖ Operador de la planta.
- ❖ Jefe de equipo.

Luego de calcular y seleccionar los expertos se procede a aplicar el procedimiento.

Definición de los grupos: El proceso clave de producción de arena se puede considerar por sus características como un macroproceso, el cual está compuesto por los siguientes procesos: Alimentación y separación preliminar de desechos, lavado y clasificación y relavado y empuje.

Los procesos iniciales que se desarrollan para la extracción de la arena no se consideran para este estudio por ser considerados no-tecnológicos, no estar vinculados directamente con la tecnología de la planta.

Definición de la nomenclatura y surtidos de productos a considerar en el cálculo de capacidad (producto): La UEB Áridos Arena Arimao produce arena de ríos y minas beneficiadas para el consumo nacional las cuales siguen la misma secuencia tecnológica para su producción.

Para el estudio se determinó un horizonte de 4 meses (Enero-Abril de 2013).

Antes de proceder a calcular las capacidades por cada uno de los procesos es necesario realizar un análisis estadístico para determinar los tiempos unitarios. Para ello se tomaron los datos de producciones realizadas en los meses analizados y se procesaron mediante la ayuda del paquete de programa Software Statgraphics Centurion XV.II, a continuación se muestran los resultados obtenidos:

Alimentación y separación preliminar de desechos

Los datos recopilados de este proceso corresponden a producciones realizadas en (m^3/h) en el período analizado los cuales se muestran en el **Anexo No.9**, a los cuales se les realiza pruebas de bondad de ajuste para determinar si estos provienen de una distribución normal, los resultados se muestran en la Tabla 3.3. El procesamiento estadístico se realiza con la ayuda del software Statgraphics Centurion VX.II.

Pruebas de Bondad-de-Ajuste para alimentación y separación preliminar de desechos

Tabla 3.3 Análisis de la normalidad de los datos. Fuente: Elaboración Propia.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Normal</i>
DMAS	0,0902541
DMENOS	0,141423
DN	0,141423
Valor-P	0,0000273402

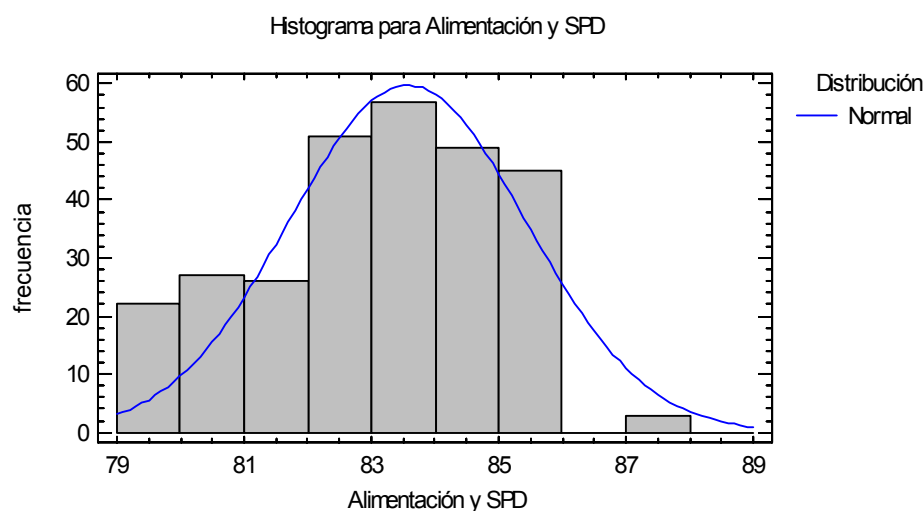


Figura 3.2: Histograma para alimentación y separación preliminar de desechos. Fuente: Elaboración Propia.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es menor que 0,05, se puede rechazar la idea de que alimentación y separación preliminar de desechos proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

Debido a que los resultados de diversas pruebas, realizadas para determinar si alimentación y separación de desechos puede modelarse adecuadamente con una distribución normal fueron rechazados, es necesario conocer la distribución que más se ajusta a los datos, para ello se realiza una comparación de muestras alternas que de acuerdo con el estadístico logaritmo de verosimilitud, la distribución de mejor ajuste es la distribución normal (**Ver Anexo No.10**) con media = 83,7714, por lo que para el proceso de alimentación y separación preliminar de desechos esta será su producción en (m^3/h).

Es necesario realizar el mismo análisis al proceso de lavado y clasificación:

Lavado y clasificación

Los datos recopilados de este proceso corresponden a producciones realizadas en (m^3/h) en el período analizado los cuales se muestran en el **Anexo No.9**, a los cuales se les

realiza pruebas de bondad de ajuste para determinar si estos provienen de una distribución normal, los resultados se muestran en la Tabla 3.4:

Prueba de Normalidad para lavado y clasificación

Tabla 3.4: Análisis de la normalidad de los datos. Fuente: Elaboración Propia.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Normal</i>
DMAS	0,107513
DMENOS	0,127717
DN	0,127717
Valor-P	0,000215761

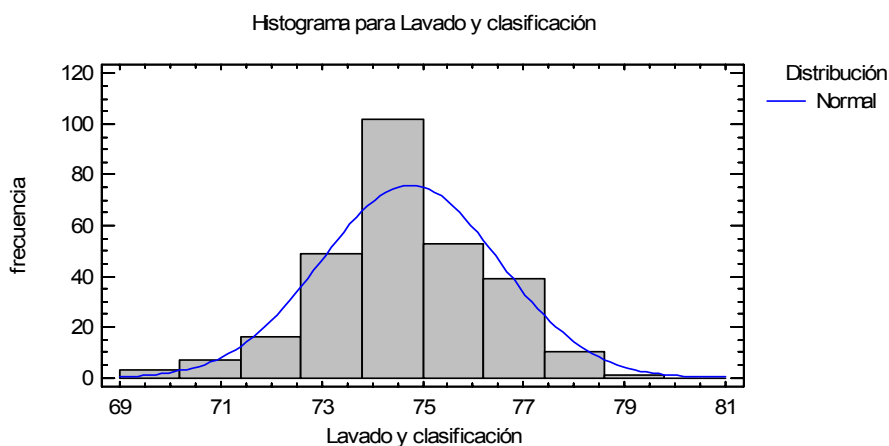


Figura 3.3: Histograma para lavado y clasificación. Fuente: Elaboración Propia.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es menor que 0,05, se puede rechazar la idea de que lavado y clasificación de la arena proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

Con este proceso sucede la misma situación descrita anteriormente por lo que se realiza el mismo análisis; de acuerdo con el estadístico logaritmo de verosimilitud, la distribución de mejor ajuste es la distribución normal (**Ver Anexo No.11**) con media = 74,78, por lo que para el proceso de lavado y clasificación esta será su producción en (m^3/h).

Es necesario realizar el mismo análisis al proceso de relavado y empuje:

Relavado y empuje

Los datos recopilados de este proceso corresponden a producciones realizadas en (m³/h) en el período analizado los cuales se muestran en el **Anexo No.9**, a los cuales se les realiza pruebas de bondad de ajuste para determinar si estos provienen de una distribución normal, los resultados se muestran en la Tabla 3.5.

Prueba de Normalidad para relavado y empuje

Tabla 3.5 Análisis de la normalidad de los datos. Fuente: Elaboración Propia.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Normal</i>
DMAS	0,164757
DMENOS	0,162465
DN	0,164757
Valor-P	5,00366E-7

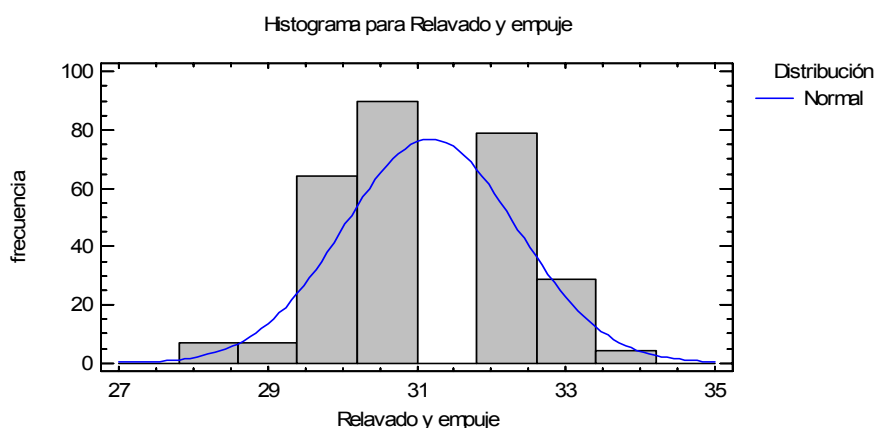


Figura 3.4: Histograma para relavado y empuje. Fuente: Elaboración Propia.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es menor que 0,05, se puede rechazar la idea de que relavado y empuje proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

Con este proceso sucede la misma situación descrita en los dos procesos anteriores por lo que se realiza el mismo análisis; de acuerdo con el estadístico logaritmo de verosimilitud, la distribución de mejor ajuste es la distribución normal (**Ver Anexo No.12**) con media = 31,1679, por lo que para el proceso de relavado y empuje esta será su producción en (m^3/h).

Estudio de la estabilidad

Como complemento del análisis realizado anteriormente se procede a realizar un estudio de la estabilidad de los diferentes procesos, para ello se utiliza los valores de la producción de cada uno de ellos. Es necesario este estudio ya que una de las tres actividades básicas que se requieren para mejorar procesos es estabilizarlos (lograr control estadístico), mediante la identificación y eliminación de causas especiales. El análisis se realiza con la ayuda de los gráficos de control que fueron procesados con el software Statgraphics Centurion VX.II.

Análisis de la estabilidad para alimentación y separación preliminar de desechos.

Se realiza el análisis mediante la carta Xmedia-R, los resultados se muestran en los gráficos que se presentan a continuación:

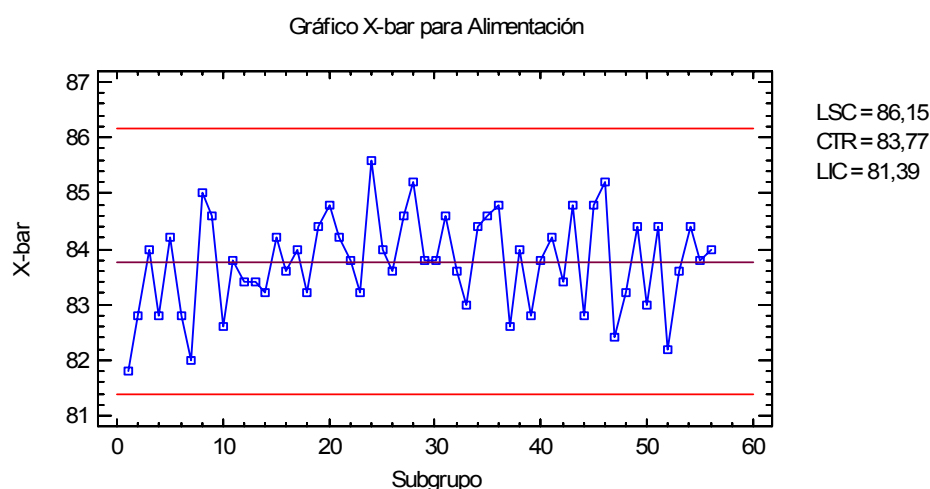


Figura 3.5: Gráfico de control de Xmedia para Alimentación. Fuente: Elaboración Propia.

Se puede observar en el gráfico de control de Xmedia que el proceso de alimentación y separación preliminar de desechos opera de forma estable (se encuentra en control estadístico) en el período analizado, ya que todos los puntos están dentro de los límites de control y no hay influencias de causas especiales.

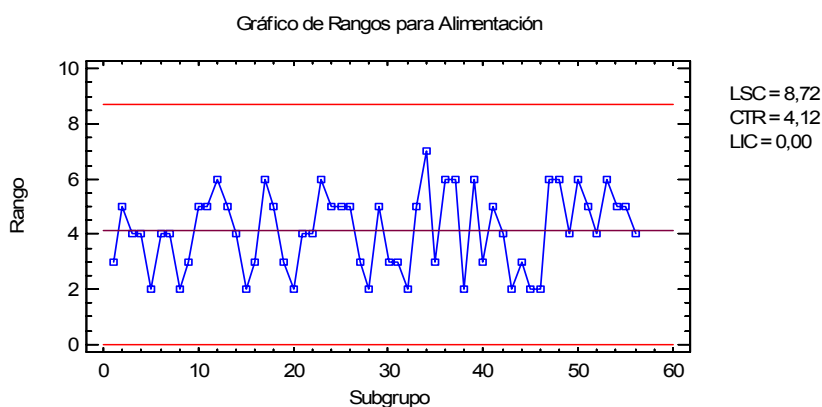


Figura 3.6: Gráfico de control de Rangos para Alimentación. Fuente: Elaboración Propia.

En el gráfico de control de rangos para alimentación y separación preliminar de desechos los puntos graficados no sobrepasan los límites de control y no cumplen ningún patrón de inestabilidad por lo que el proceso de alimentación en el período analizado de acuerdo a la amplitud de su variación se encuentra en control estadístico, es decir, el proceso es estable.

Análisis de la estabilidad para lavado y clasificación

Se realiza el análisis mediante la carta Xmedia-R, los resultados se muestran en los gráficos que se presentan a continuación:

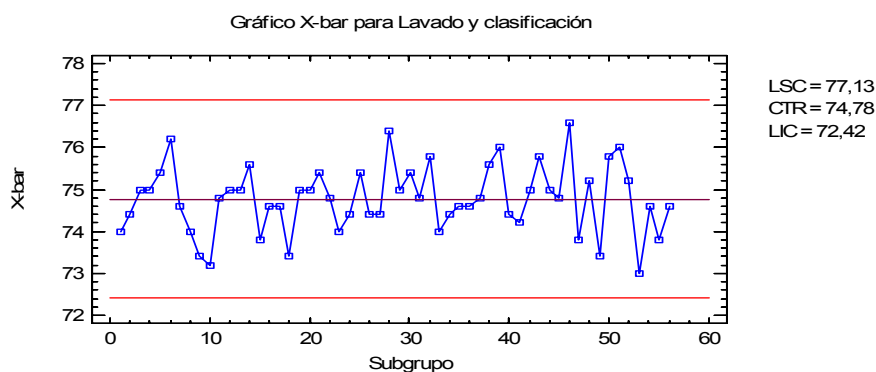


Figura 3.7: Gráfico de control de Xmedia para Lavado y clasificación. Fuente: Elaboración Propia.

Se puede observar en el gráfico de control de Xmedia que el proceso de lavado y clasificación opera de forma estable (se encuentra en control estadístico) en el período analizado, ya que todos los puntos están dentro de los límites de control y no hay influencia de causas especiales.

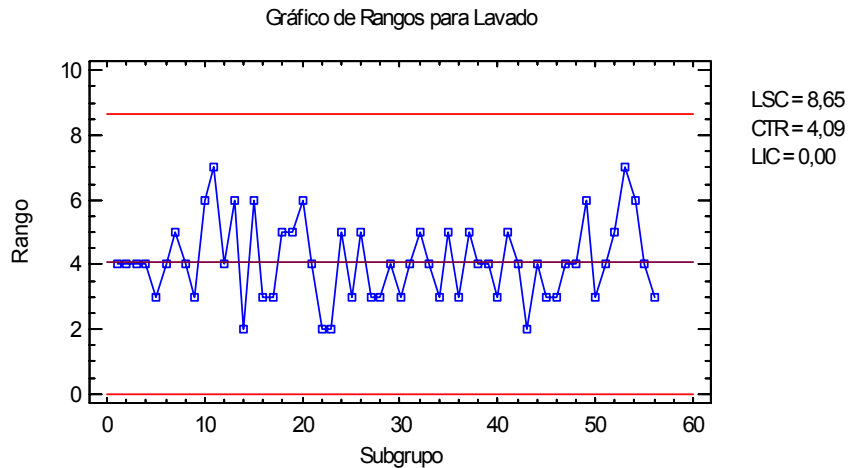


Figura 3.8: Gráfico de Rangos para Lavado y clasificación. Fuente: Elaboración Propia.

En el gráfico de control de rangos para lavado y clasificación los puntos graficados no sobrepasan los límites de control y no cumplen ningún patrón de inestabilidad por lo que el proceso de alimentación en el período analizado de acuerdo a la amplitud de su variación se encuentra en control estadístico, es decir, el proceso es estable.

Análisis de la estabilidad para relavado y empuje.

Se realiza el análisis mediante la carta Xmedia-R, los resultados se muestran en los gráficos que se presentan a continuación:

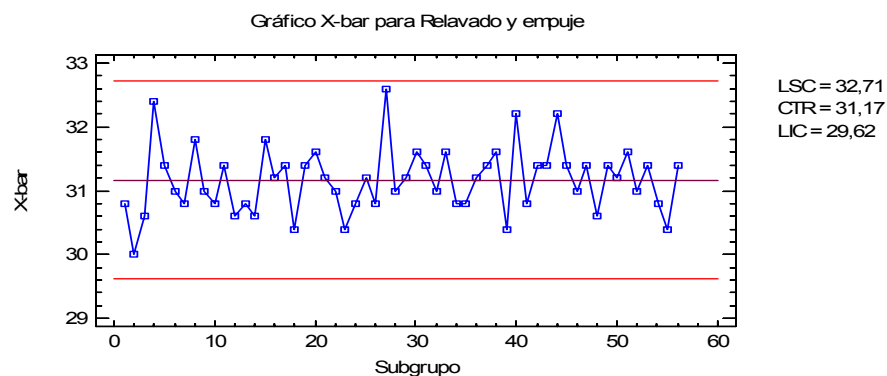


Figura 3.9: Gráfico de Xmedia para Relavado y empuje. Fuente: Elaboración Propia.

Se puede observar en el gráfico de control de Xmedia que el proceso de relavado y empuje opera de forma estable (se encuentra en control estadístico) en el período analizado, ya que todos los puntos están dentro de los límites de control y no hay influencias de causas especiales.

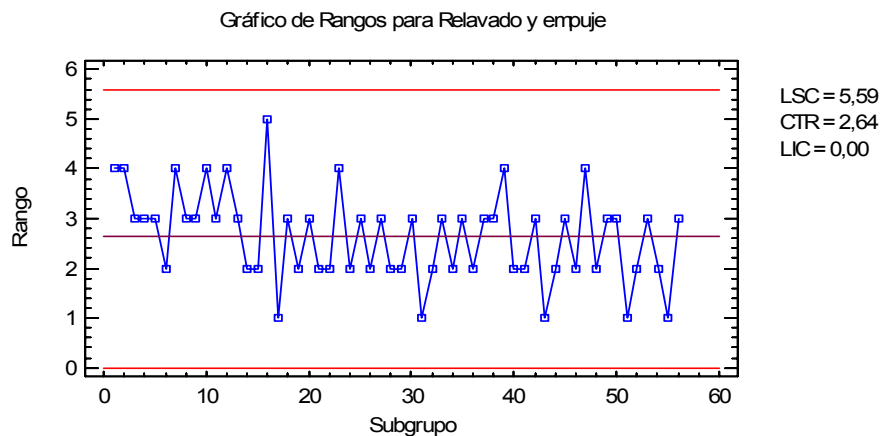


Figura 3.10: Gráficos de Rangos para Relavado y empuje. Fuente: Elaboración Propia.

En el gráfico de control de rangos para relavado y empuje los puntos graficados no sobrepasan los límites de control y no cumplen ningún patrón de inestabilidad por lo que el proceso de relavado y empuje en el período analizado de acuerdo a la amplitud de su variación se encuentra en control estadístico, es decir, el proceso es estable.

Probados los supuestos de normalidad de los datos y comprobada la estabilidad de los procesos, se continúa con la aplicación del procedimiento.

Cálculo de los tiempos unitarios:

Alimentación y separación preliminar de desechos: 0,012 h/m³.

Lavado y clasificación: 0,013 h/m³.

Relavado y empuje: 0,032 h/m³.

Proceso de alimentación y separación preliminar de desechos:

Tiempo unitario (T_{ij}/ton): $0,012 \text{ h/m}^3$.

Fondo anual (F_j):

$$F_j = N_e \cdot d \cdot C_t \cdot h \cdot (100 - P_s) / 100$$

$$F_j = 614,4 \text{ horas.}$$

Cantidad de equipos (N_e): 1 tolva de recepción y alimentación.

Turnos normados (C_t): 1 turno/día

Horas por turno (h): 8 horas/ turno

Días trabajados (d): 96 días

Por ciento de tiempo de mantenimiento requerido y otras causas (P_s): 20%

Proceso de lavado y clasificación:

Tiempo unitario (T_{ij}/ton): $0,013 \text{ h/m}^3$.

Fondo anual (F_j):

$$F_j = N_e \cdot d \cdot C_t \cdot h \cdot (100 - P_s) / 100$$

$$F_j = 614,4 \text{ horas.}$$

Cantidad de equipos (N_e): 1 zaranda lavadora

Turnos normados (C_t): 1 turno/día

Horas por turno (h): 8 horas/día

Días trabajados (d): 96 días

Por ciento de tiempo de mantenimiento requerido y otras causas (P_s): 20%

Proceso de relavado y empuje:

Tiempo unitario (T_{ij}/ton): $0,032 \text{ h/m}^3$.

Fondo anual (F_j):

$$F_j = N_e \cdot d \cdot C_t \cdot h \cdot (100 - P_s) / 100$$

$$F_j = 614,4 \text{ horas.}$$

Cantidad de equipos (N_e): 1 tornillo lavador.

Turnos normados (C_t): 1 turno/día

Horas por turno (h): 8 horas/ turno

Días trabajados (d): 96 días

Por ciento de tiempo de mantenimiento requerido y otras causas (P_s): 20%

El cálculo de las capacidades se realizó mediante la herramienta de Excel del paquete Office, los resultados son mostrados en la Figura 3.11.

A	B	C	D	E	F	G	H
Producto	Estructura ri(%)	Tiempo unitario i	Tiempo unitario e	Tiempo unita	Capacidad de	Capacidad de	Capacidad de
Arena Beneficiada	100	0,012	0,013	0,032	51200	47260	19200
Fondo en horas (Fj)		614,4	614,4	614,4			
ri*Tij		1,2	1,3	3,2			
bj	100	512	472,6	192			
Total					51200	47260	19200
Punto Fundamental	Alimentación y separación preliminar de desechos						
Punto Limitante	Relavado y empuje						

Figura 3.11: Cálculo de la carga-capacidad del proceso de producción de arena. Fuente: Elaboración Propia.

De los cálculos realizados se puede llegar a la conclusión que con la tecnología instalada el proceso de producción de arena tiene una capacidad productiva disponible de 4800 m³ al mes de arena beneficiada utilizando plenamente, en correspondencia con el régimen de trabajo normado los equipos y las áreas de producción disponibles.

El principal problema detectado hasta esta fase del procedimiento ha sido la baja capacidad del proceso de relavado y empuje, este proceso constituye el cuello de botella del proceso productivo de arena, teniéndose pérdidas por este concepto de un 62.5 % de la capacidad productiva potencial a alcanzar por las capacidades instaladas en el proceso de alimentación y separación preliminar de desechos.

Por lo cual se hace necesario realizar un análisis de las causas que están incidiendo en la baja capacidad del proceso de relavado y empuje, con la utilización del diagrama causa-efecto, según se muestra a continuación:

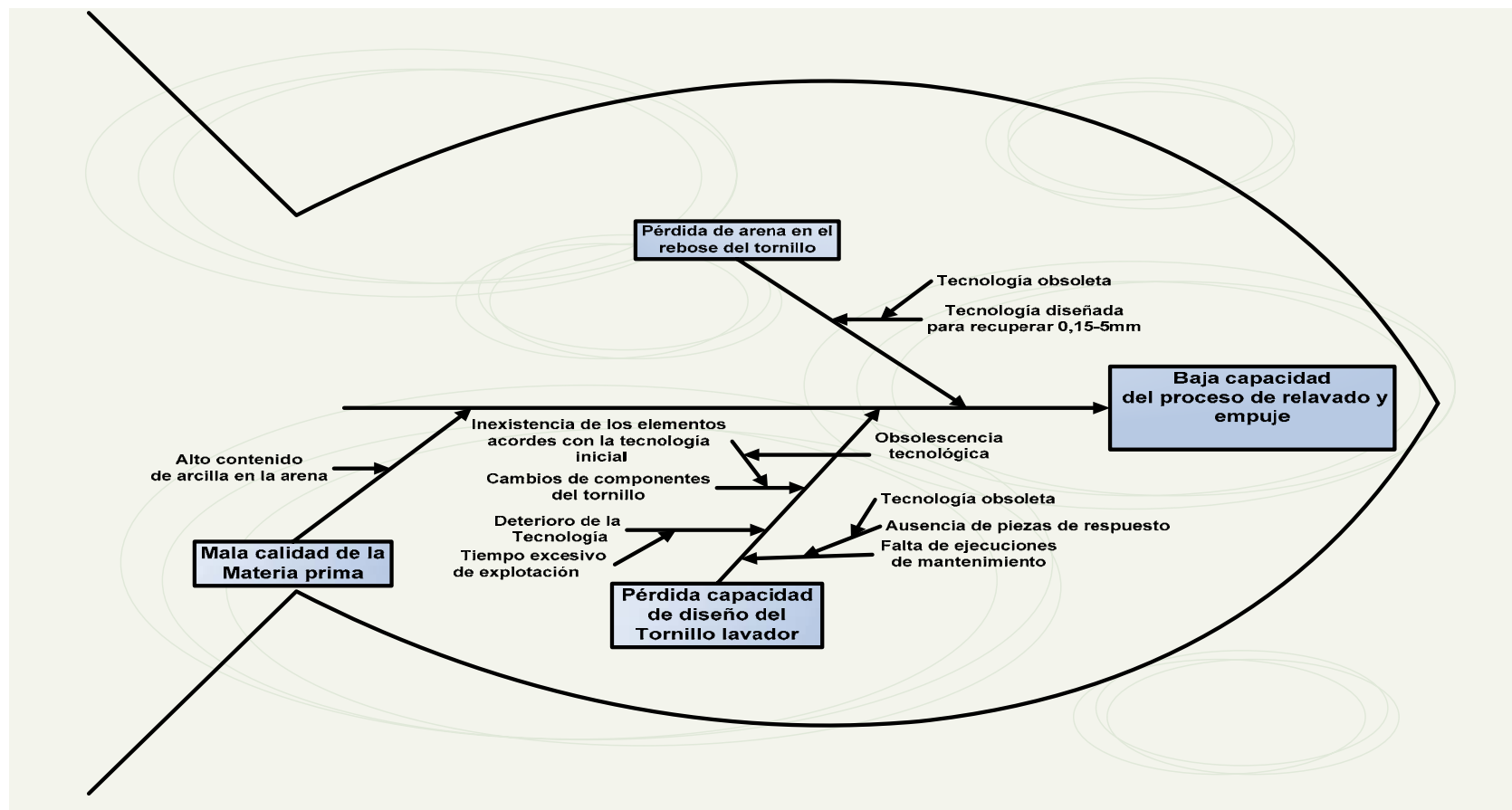


Figura 3.12: Diagrama Causa-Efecto para la baja capacidad del proceso de Relavado y empuje. Fuente: Elaboración Propia.

Mediante sesiones de tormentas de ideas realizadas con los expertos seleccionados se llega a la conclusión de que la causa fundamental de la baja capacidad del proceso de relavado y empuje es la obsolescencia tecnológica del tornillo lavador por lo que las acciones de mejora deben estar encaminadas a una sustitución tecnológica.

Con el objetivo de mejorar el proceso de producción de arena se diseña un plan de acción mediante la técnica 5W, 2H la cual se muestra en el **Anexo No.13** donde la oportunidad de mejora es la sustitución del tornillo lavador por un hidrociclón con el objetivo de aumentar la capacidad de producción en el proceso de relavado y empuje, el responsable es el Director General.

3.4 Implantación del cambio

En la sustitución del tornillo lavador por el hidrociclón se pueden presentar dificultades, debido a lo siguiente:

- ❖ Es necesario realizar adaptaciones en el programa para lograr el sincronismo entre los diferentes equipos.

Por lo que se hace necesario crear condiciones para la implantación, teniendo en cuenta que a medida que se avance en el proceso de implantación, se capacite al personal involucrado con el objetivo de que su participación sea más efectiva en relación con:

- ❖ La Gestión de la Calidad
- ❖ La Gestión por Procesos
- ❖ La Mejora Continua
- ❖ El correcto empleo de la tecnología y los recursos humanos

También es necesario en la implementación el empleo de indicadores de gestión (ver Tabla 3.6) los cuales constituyen el mecanismo idóneo para garantizar el despliegue de las políticas y evaluar el cumplimiento de los planes. Como los planes de acción para la mejora se encuentran aún en la fase de introducción, sólo es posible plantear indicadores para evaluar algunos impactos que se derivan de la mejora, donde los rangos de estos deben ser determinados por el personal responsable del proceso.

Tabla 3.6: Indicadores de Gestión. Fuente: Elaboración Propia

Nombre del indicador	Fórmula para el cálculo
Utilización de la capacidad instalada	Unidades producidas/capacidad teórica
Coeficiente de utilización de la capacidad plan	Volumen planificado/capacidad para dicho surtido
Coeficiente de utilización de la capacidad real	Volumen real/capacidad para dicho surtido
Coeficiente de pérdidas por cuello de botella	(capacidad pto fundamental- capacidad pto limitante)/capacidad pto fundamental
Rentabilidad	Beneficio/inversión
Productividad de la energía eléctrica	Unidades producidas/Kw-h consumidos

3.5 Pronóstico de la Carga – Capacidad del proceso de producción de arena.

Si se implementa la mejora en el proceso de relavado y empuje se puede realizar un pronóstico del comportamiento de la capacidad productiva, para ello los datos con los que se trabajan son los anteriormente utilizados en la aplicación del procedimiento con excepción del referente al tiempo unitario.

Proceso de Relavado y empuje.

Tiempo unitario (T_{ij}/ton): 0.013 h/m^3 .

Fondo anual (F_j):

$$F_j = N_e \cdot d \cdot C_t \cdot h \cdot (100 - P_s) / 100$$

$$F_j = 614,4 \text{ horas}$$

Cantidad de equipos (N_e): 1 hidrociclón.

Turnos normados (C_t): 1 turno/día

Horas por turno (h): 8 horas/ turno

Días trabajados (d): 96 días

Porcentaje de tiempo de mantenimiento requerido y otras causas (P_s): 20%

A continuación se procede a recalcular las capacidades mediante la herramienta de Excel del paquete Office y los resultados se muestran en la figura 3.12.

A	B	C	D	E	F	G	H
Producto	Estructura ri(%)	Tiempo unitario i	Tiempo unitario e	Tiempo unita	Capacidad de	Capacidad de	Capacidad de
Arena Beneficiada	100	0,012	0,013	0,014	51200	47260	43860
Fondo en horas (Fj)		614,4	614,4	614,4			
ri*Tij		1,2	1,3	1,4			
bj	100	512	472,6	438,6			
Total					51200	47260	43860
Punto Fundamental	Alimentación y separación preliminar de desechos						
Punto Limitante	Relavado y empuje						

Figura 3.12: Pronóstico de la Carga-Capacidad del proceso de producción de arena.
Fuente: Elaboración Propia.

Realizando una comparación de la situación actual con el pronóstico se obtienen los resultados mostrados en la tabla 3.7.

Tabla 3.7: Comparación de la situación actual con el pronóstico. Fuente: Elaboración Propia.

	Situación actual	Pronóstico
Producción posible (m³)	19200	43860
Pérdida por Cuello de Botella (%)	62,5	15

Del análisis anterior se puede concluir que con la sustitución del tornillo lavador por el hidrociclón, se podrá lograr una disminución de las pérdidas por cuello de botella en un 47,5 % y se podrá duplicar la producción alcanzando volúmenes de producción que puedan satisfacer la demanda de los clientes.

3.6 Análisis de los costos de realizar la sustitución del tornillo lavador por el hidrociclón.

En total la sustitución del tornillo lavador por el hidrociclón según cálculos realizados por el departamento de inversión y desarrollo de la Empresa Materiales de Construcción tendría un costo de \$ 200000 en moneda nacional lo que conllevará a aumentar la producción en el cuello de botella al doble.

Debido a que las inversiones generalmente demandan gran cantidad de dinero y los efectos de las mismas no son inmediatos las caracteriza un alto nivel de incertidumbre, pero estas repercuten en la posición financiera de la empresa. Las decisiones de realizar una inversión son las más difíciles e importantes de enfrentar en una organización, por lo que en toda propuesta de inversiones debe estar presente una evaluación económica.

La evaluación económica tiene la finalidad de determinar si las opciones a implantar son rentables para la empresa. Existen varios tipos de conceptos financieros que pueden ser utilizados para evaluar la factibilidad económica de una medida como son:

La viabilidad económica consiste en evaluar el impacto económico de las recomendaciones de mejora planteadas, tanto desde el punto de vista de la inversión como de los costos y beneficios de su implementación. En la práctica los métodos más usados para realizar este análisis son el cálculo del Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Período de Recuperación de la Inversión (PRI).

El periodo de recuperación de la inversión es uno de los más usados entre los métodos estáticos. El tiempo de retorno representa el tiempo necesario para recuperar la inversión inicial (se anticipa al futuro). Un periodo más largo de tiempo implica mayor riesgo (pues pueden cambiar las condiciones) y una reducción de la liquidez de la compañía (el capital está congelado en la inversión y sólo se recupera gradualmente).

El método del retorno de la inversión es la forma más simple de comparar económicamente una o varias ideas de un proyecto. El método explica cuánto tiempo se tardará en librar la inversión realizada en el proyecto. Un largo período de tiempo implica un mayor riesgo y reducción de la liquidez.

Valor Actual Neto (VAN) es considerado por la mayoría de los autores como el mejor criterio para tomar decisiones de inversión. Se calcula comparando el valor actual del

proyecto con el desembolso inicial del mismo. Si el proyecto tiene un VAN positivo estará entonces generando más efectivo del que necesita para rembolsar su deuda y proporcionar un rendimiento a la inversión. En otras palabras, el proyecto está valorado por encima de su costo y esto proporciona una contribución neta al valor. Bajo este criterio se aceptan aquellos proyectos cuya TIR es mayor que su costo de oportunidad. Cuando se compara la TIR del proyecto con el costo de oportunidad del capital se está preguntando si el proyecto tiene un VAN positivo. Luego, el criterio de la TIR dará entonces la misma respuesta que el criterio del VAN siempre que este último sea una función uniformemente decreciente del tipo de descuento.

En la presente investigación se analizaron los flujos de cajas futuros utilizando los criterios anteriormente descritos mediante la herramienta de Excel del paquete Office los resultados se muestran a continuación en la figura 3.13 en la cual se observa que el VAN fue positivo por lo que realizar la inversión genera más efectivo del que necesita para rembolsar su deuda y proporcionar un rendimiento.

		Años				
Conceptos	0	1	2	3	4	5
Ingresos por ventas		674470	674470	674470	674470	674470
Costos de Producción		182019	182019	182019	182019	182019
Gastos Generales		0	0	0	0	0
Utilidad bruta		492451	492451	492451	492451	492451
Impuestos sobre la renta (35 %)		172357,85	172357,85	172357,85	172357,85	172357,85
Utilidad neta		320093,15	320093,15	320093,15	320093,15	320093,15
Depreciación		6000	6000	6000	6000	6000
Flujo neto efectivo		314093,15	314093,15	314093,15	314093,15	314093,15
Pago de la Deuda		-44800	-44800	-44800	-44800	-44800
Flujo de caja	-200000	364893,15	364893,15	364893,15	364893,15	364893,15
Flujo de caja al descontado	-200000	325797,4554	290890,585	259723,737	231896,194	207050,173
Flujo de caja al descontado acumulado	-200000	125797,4554	416688,04	676411,777	908307,971	1115358,14

CAPÍTULO III. APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO, BALANCE Y ANÁLISIS DE LAS CAPACIDADES DE PRODUCCIÓN

Inversión inicial	-200000	200000	200000	200000	200000	200000
Tiempo de recuperación de la inversión						
Tasa de interés	0,16					

VAN 1.028.433,21

€

TIR 181%

Figura 3.13: Evaluación económica de la inversión mediante el VAN y TIR. Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede ver en la figura 3.14 a partir del año de realizada la inversión se recupera la misma ya que un largo período de tiempo implica un mayor riesgo y reducción de la liquidez de la empresa.

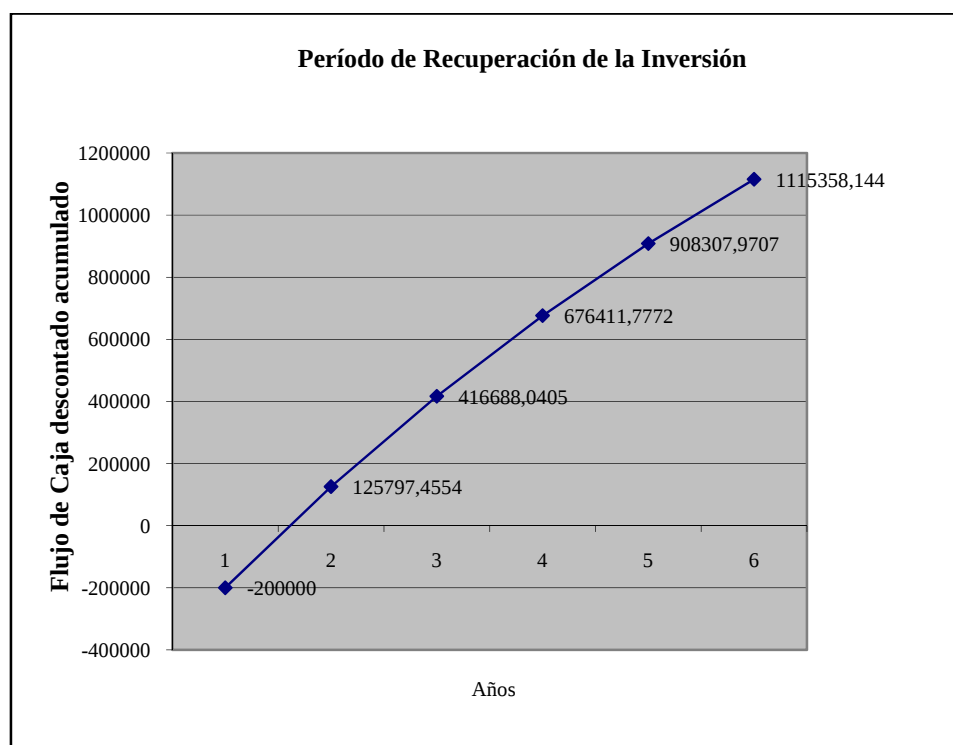


Figura 3.14: Período de Recuperación de la Inversión. Fuente: Elaboración Propia.

Conclusiones Parciales del Capítulo

1. Con la aplicación del procedimiento para el cálculo, balance y análisis de las capacidades de producción al proceso de producción de arena se detectó como problema principal la baja capacidad del proceso de relavado y empuje, siendo este proceso el cuello de botella del proceso productivo de arena, teniéndose pérdidas por este concepto de un 62.5 % de la producción posible alcanzar por las capacidades instaladas en los procesos anteriores.
2. Se plantea como acción de mejora la sustitución del tornillo lavador por un hidrociclón, lo cual permitirá la disminución de las pérdidas por cuello de botella en un 47,5%, lo que posibilitara duplicar la producción del proceso.
3. El Proyecto de Inversión para la sustitución del tornillo lavador por el hidrociclón se evaluó económicamente a partir del Valor Actual Neto (VAN), de la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) obteniéndose que a partir del año se comienza a recuperar la inversión y esta genera más efectivo del que necesita para rembolsar su deuda y proporcionar un rendimiento.

Conclusiones Generales

1. Dentro de las tecnologías actuales para la producción de arena juegan un papel fundamental los hidrociclones; los cuales permiten recuperar las fracciones más pequeñas de arena que antes se desperdiciaban con otros equipos de lavado y un consumo de agua menor, ya que recircula el agua procedente de etapas previas de lavado.
2. Con la aplicación del procedimiento para el cálculo, balance y análisis de las capacidades de producción al proceso de producción de arena se detectó como problema principal la baja capacidad del proceso de relavado y empuje, siendo este proceso el cuello de botella del proceso productivo de arena, teniéndose pérdidas por este concepto de un 62.5 % de la producción posible alcanzar por las capacidades instaladas en los procesos anteriores.
3. Se plantea como acción de mejora la sustitución del tornillo lavador por un hidrociclón, lo cual permitirá la disminución de las pérdidas por cuello de botella en un 47,5%, lo que posibilitara duplicar la producción del proceso.
4. El Proyecto de Inversión para la sustitución del tornillo lavador por el hidrociclón se evaluó económicamente a partir del Valor Actual Neto (VAN), de la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) obteniéndose que a partir del año se comienza a recuperar la inversión y esta genera más efectivo del que necesita para rembolsar su deuda y proporcionar un rendimiento.

Recomendaciones

1. Presentar los resultados de esta investigación al Consejo de Dirección de la Empresa de Materiales de Construcción Cienfuegos para la aprobación de la acción de mejora propuesta.
2. Extender este estudio a los demás procesos claves de la organización.

Bibliografía:

- Acevedo Suárez, J. A., & Gómez Acosta, M. I. (2007). *La Logística Moderna en la Empresa* (Vols. 1-2, Vol. 2). La Habana: LOGICUBA.
- Bankers Associations. (2007). Application of Lean/Six Sigma Methods to Mortgage Related Legal Services.
- Beltrán Sanz, J. (2003). Guía Para una Gestión Basada en Procesos. Instituto Andaluz de Tecnología. Andalucía, España: Imprenta Berekintza.
- Brassard, & Ritter. (2009). Six Sigma Memory Jogger™ II. GOAL/QPC.
- Cabanes Wong, A. C. (2009). *Mejora del Proceso de Dosificación y Mezcla de la Fábrica de Pienso Cienfuegos*. Trabajo de Diploma. Universidad de Cienfuegos.
- Cantú, H. (2001). *Desarrollo de una Cultura de Calidad*. México: Editorial Mc Graw- Hill.
- Cortés Cortés, M., & Iglesias León, M. (2005). Generalidades sobre Metodología de la Investigación. Publicación UNACAR. México.
- F. Terlevich, J. (2000). Gestión de la Producción. Retrieved from <http://industrial.frba.utn.edu.ar/Materias/Final/gestión-terlevich.pdf>.
- García Bello, D. (2009). *Estudio de la Capacidad del Proceso de Fabricación de Llibros en la Empresa Gráfica Cienfuegos*. Trabajo de Diploma. Universidad de Cienfuegos.
- García Márquez, R. (2012). *Sistema de Control de Gestión en la Producción de Bloques de Hormigón Empresa de Materiales de Construcción Cienfuegos*. Trabajo de Diploma. Universidad de Cienfuegos.
- Garza Ríos, R., & González Sánchez, C. (2004). Modelo Matemático para La Planificación de La Producción en La Cadena de Suministro. *Industrial*, Vol. XXV (No.2).
- González González, J. (2009). *Estudio de Factores de Riesgos Laborales en la Universidad de Cienfuegos*. Trabajo de Diploma. Universidad de Cienfuegos.
- Gresham, & Stephen F. (2004). Using Six Sigma to Measure and Improve Customer Satisfaction.
- Gutiérrez Pulido, H., & de la Vara Salazar, R. (2007). *Control Estadístico de Calidad y Seis*

Sigma (Vols. 1-2). La Habana: Félix Varela.

Hernández González, Y. (2010). *Aplicación de un Procedimiento de Gestión para la Mejora del Proceso de Planificación y Control de la Producción en la Empresa de Soluciones Mecánicas de Cienfuegos*. Trabajo de Diploma. Universidad de Cienfuegos.

Hernández Hernández, Y. (2009). Aplicación del Método de Estudio de la Gestión de la Producción a un Sistema Productivo de Medicamentos. *Industrial*, XXX (No. 1).

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2007). *Metodología de la Investigación* (2007º ed., Vols. 1-2, Vol. 1). La Habana: Félix Varela.

Ishikawa, K. (1990). *¿Qué es el Control Total de la Calidad? La Modalidad Japonesa*. La Habana.

ISO 9000. (2000). *Sistemas de Gestión de la Calidad - Fundamentos y vocabulario*.

ISO 9001. (2008). *Sistemas de Gestión de la Calidad-Requisitos*.

Kannan. (2008). Six Sigma In Service Process Management. Retrieved from <http://www.ajira.com>.

Lima Alva da Costa, J. (2010). *Propuesta de Mejora al proceso de Maceración en la Empresa Glucosa Cienfuegos*. Trabajo de Diploma. Universidad de Cienfuegos.

Marsán Castellanos, J. R., Cuesta Santos, A., García Álvarez, C., & Padilla Méndez, C. (2011). *Organización del trabajo Ingeniería de métodos*. (Vol. 1). La Habana: Félix Varela.

Martínez Trujillo, Y. (2012). *Costos Energéticos de la Producción de Arena en la UEB Arimao*. Trabajo de Diploma. Universidad de Cienfuegos.

Material de Construcción. (2013, February 10). Retrieved from http://es.wikipedia.org/wiki/Material_de_construcci%C3%B3n.

Medina Home, L. (2009). *Aplicación de un Procedimiento para la Mejora de la Capacidad de Producción en una Línea de dulces en la Panadería Dulcería Doñaneli*. Trabajo de Diploma. Universidad de Cienfuegos.

Medina León, A., & Nogueira, D. (2004). *Fundamento para el Control de la Gestión Empresarial*. La Habana: Pueblo y Educación.

Medina León, A., & Colectivo de autores. (2012). *Consideraciones y Criterios para la Selección*

- de Procesos para la Mejora: Procesos Diana. *Industrial*, XXXIII (No. 3).
- Oficina Nacional de Normalización. (2005). NC 251. Áridos Para Hormigones Hidráulicos—Requisitos.
- OIT. (1993). Organización Internacional del Trabajo. Formación profesional. Glosario de términos.
- Pérez Campaña, M. (2011). La Mejora Continua una Necesidad de estos Tiempos. Retrieved from <http://www.monografias.com/trabajos13/artmejo/artmejo.shtml>.
- Pérez Campaña, M. (2009). De la gestión de la Producción a la Gestión de la Cadena de Suministro. Retrieved from www.monografias.com/trabajos21/gestión-producción/gestión-de-producción.shtml.
- Pérez Fernández de Velasco, J. A. (2013, February 23). "Gestión por Procesos". Retrieved from <http://www.esic.es/editorial.asp?sec=detalle&isbn=9788473565882>.
- Pons Murguía, R. A., & Villa González del Pino, E. M. (2006). Gestión por Procesos. Monografía.
- Proceso de Producción de Los Áridos. (2013, February 12). . Retrieved from http://www.geoscopio.com/est/gmms/anefa3/Proceso_de_Produccion_de_los_Aridos_2517.htm.
- Pujols Zabala, J. A. (2013). *Diagnóstico Energético a la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos*. Universidad de Cienfuegos.
- Rivero Figueredo, E. (2006). *Mejoramiento de la Calidad de la Producción de Juntas para las Ollas de Presión*. Trabajo de diploma. Universidad de Cienfuegos.
- Rodríguez Peña, M. (2009). *Aplicación de un Procedimiento para la Gestión por Procesos en la Producción de Mangueras Hidráulicas, en la UEB Mangueras Hidráulicas perteneciente a la empresa Oleohidráulica de Cienfuegos "José Gregorio Martínez"*. Trabajo de Diploma. Universidad de Cienfuegos.
- Romero Lau, I. (2011). *Implantación de un Procedimiento para el Mejoramiento de la Calidad de los Componentes que conforman el Racor en la UEB de Mangueras Hidráulicas de la Empresa Oleohidráulica Cienfuegos*. Trabajo de Diploma. Universidad de Cienfuegos.

- Rubio Domínguez, P. (2006). Introducción a la Gestión Empresarial. Retrieved from <http://www.monografias.com/trabajos53/libro-gestion-empresarial/libro-gestion-empresarial10.shtml>.
- Rummler, G., & Brache, A. (1995). Improving performance. How to Manage the White Space on the Organization Chart.
- Serrano García, Y. (2010). *Procedimiento para la Gestión del Proceso de Modernización y Reparación General de Camiones Kraz de la Empresa Soluciones Mecánicas de Cienfuegos*. Trabajo de Diploma. Universidad de Cienfuegos.
- Sing Soin, S. (1997). *Control de Calidad Total: Claves Metodológicas y Administración para Éxito*. México DF: Mc Graw-Hill.
- Torres Cabrera, L., & Urquiaga Rodríguez, A. J. (2007). *Fundamentos Teóricos Sobre Gestión de Producción* (Vols. 1-1). La Habana: Félix Varela.
- Torres Zaldívar, O. (2012). *Evaluación Preliminar para la Aplicación de prácticas de Producciones más Limpias en la Planta Lavadora de Arena El Canal*. Tesis de Maestría. Universidad de Cienfuegos.
- Trujillo Alonso, W. (2012). *Desarrollo de un Sistema de Control de Gestión en el proceso de Producción de Piedra de la Empresa de Materiales de Construcción Cienfuegos*. Trabajo de Diploma. Universidad de Cienfuegos.
- Urquiaga Rodríguez, A. J., Torres Cabrera, L., & Acevedo Suárez, J. A. (2004). Procedimiento de Análisis y Mejoramiento de Procesos. Aplicación a una Corporación Comercial. *Industrial*, Vol. XXV (No.2).
- Valdés Gutiérrez, T. (2009). Características de la Gestión por Proceso y la Necesidad de su Implementación en la Empresa Cubana. *Industrial*, Vol. XXX (No.1).
- Véliz, R. A. (2009). *Sistema Automatizado para la Gestión de la Planificación y Control de la Producción en la Empresa de Bujías Neftalí Martínez de Sagua la Grande*. Trabajo de Diploma. Universidad Central de las Villas.

Anexo No.1: Conceptos sobre el término proceso, dados por diferentes autores. Fuente: González González, (2009).

AUTOR	CONCEPTO
J.M .Juran , 1993	Cualquier combinación determinada de máquinas, herramientas, métodos, materiales y/o personal empleada para lograr determinadas cualidades en un producto o un servicio. Un cambio en cualquiera de esos componentes produce un nuevo proceso. Algunos procesos son procesos de fabricación; otros son procesos de servicio; otros más son operaciones auxiliares comunes, tanto a las empresas de fabricación como a las de servicio.
Harbour, 1994	La mezcla y transformación de un grupo específico de insumos en un conjunto de rendimientos de mayor valor.
Manganelli,1994	Serie de actividades relacionadas entre sí, que convierten insumos en productos cambiando el estado de las entidades de negocio pertinentes.
Peppard, 1996	Cualquier cosa que transforme, transfiera o simplemente vigile el insumo y lo entregue como producto.
J.M. Juran, 1999	Es la organización lógica de personas, materiales, equipamientos, energía e información en actividades de trabajo diseñadas para producir un resultado final requerido (productos o servicios).
ISO 9000:2000.	Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados
Modelo EFQM de Excelencia Empresarial. 2000	Secuencia de actividades que van añadiendo valor mientras se produce un determinado producto o servicio a partir de determinadas aportaciones
Villa, Eulalia 2006.	Conjunto de actividades destinadas a generar valor añadido sobre las entradas, para conseguir un resultado que satisfaga los clientes.

Anexo No.2: Clasificación de los procesos de la organización. Fuente: (Villa, E & Pons, R, 2006).

- ❖ **Procesos estratégicos:** Son procesos destinados a definir y controlar las metas de la organización, sus políticas y estrategias. Permiten llevar adelante el desarrollo de la organización. Se encuentran relacionados directamente con la misión/visión de la organización. Involucran personal de primer nivel de la organización. Afectan a la organización en su totalidad.
- ❖ **Procesos operativos o claves:** Son procesos que permiten generar el producto/servicio que se entrega al cliente, por lo que inciden directamente en la satisfacción del cliente final. Generalmente dependen del desempeño de más de una función. Son procesos que valoran los clientes y los accionistas.
- ❖ **Procesos de soporte:** Son los que apoyan a los de tipo operativo. Sus clientes son internos.

Anexo No.3. Términos relacionados con la gestión por procesos. Fuente: OIT 1993.

Proceso clave: Son aquellos procesos que inciden de manera significativa en los objetivos estratégicos y son críticos para el éxito del negocio.

Subprocesos: Son partes bien definidas en un proceso. Su identificación puede resultar útil para aislar los problemas que pueden presentarse y posibilitar diferentes tratamientos dentro de un mismo proceso.

Sistema: Estructura organizativa, procedimientos, procesos y recursos necesarios para implantar una gestión determinada, como por ejemplo la gestión de la calidad, la gestión del medio ambiente o la gestión de la prevención de riesgos laborales. Normalmente están basados en una norma de reconocimiento internacional que tiene como finalidad servir de herramienta de gestión en el aseguramiento de los procesos.

Procedimiento: Forma específica de llevar a cabo una actividad. En muchos casos los procedimientos se expresan en documentos que contienen el objeto y el campo de aplicación de una actividad; qué debe hacerse y quién debe hacerlo; cuando, dónde y cómo se debe llevar a cabo; qué materiales, equipos y documentos deben utilizarse; y cómo debe controlarse y registrarse.

Actividad: Es la suma de tareas, normalmente se agrupan en un procedimiento para facilitar su gestión. La secuencia ordenada de actividades da como resultado un subproceso o un proceso. Normalmente se desarrolla en un departamento o función.

Indicador: Es un dato o conjunto de datos que ayudan a medir objetivamente la evolución de un proceso o de una actividad.

Macroproceso: Son todas las actividades que abarcan operaciones ejecutadas por más de un departamento o área funcional dentro de la organización. Estos también son llamados procesos interfuncionales.

Cliente: Persona, institución u órgano que determina la calidad de un proceso que pretende servirlo, determinando la medida en que este con sus salidas ha logrado satisfacer sus necesidades y expectativas.

Proveedor: Persona, institución u órgano que provee, observando las exigencias del cliente, información, equipamiento, materiales etc.

Ejecutor: Cualquier persona, institución, departamento o grupo que realiza determinada actividad en función de producir un producto o servicio.

Gerente: Persona a quién compete administrar una determinada actividad o función, proceso u organización.

Mapas de Procesos. Una aproximación que define la organización como un sistema de procesos interrelacionados. El mapa de procesos impulsa a la organización a poseer una visión más allá de sus límites geográficos y funcionales, mostrando cómo sus actividades están relacionadas con los clientes externos, proveedores y grupos de interés. Tales "mapas" dan la oportunidad de mejorar la coordinación entre los elementos clave de la organización. Asimismo permiten distinguir entre procesos clave, estratégicos y de soporte, constituyendo el primer paso para seleccionar los procesos sobre los que actuar.

Modelado de Procesos. Un modelo es una representación de una realidad compleja. Realizar el modelado de un proceso es sintetizar las relaciones dinámicas que en él existen, probar sus premisas y predecir sus efectos en el cliente. Constituye la base para que el equipo de proceso aborde el rediseño y mejora y establezca indicadores relevantes en los puntos intermedios del proceso y en sus resultados.

Documentación de procesos. Un método estructurado que utiliza un preciso manual para comprender el contexto y los detalles de los procesos clave. Siempre que un proceso vaya a ser rediseñado o mejorado, su documentación es esencial como punto de partida. Lo habitual en las organizaciones es que los procesos no estén identificados y, por consiguiente, no se documenten ni se delimiten.

Equipos de proceso. La configuración, entrenamiento y facilitación de equipos de procesos es esencial para la gestión de los procesos y la orientación de éstos hacia el cliente. Los equipos han de ser liderados por el "propietario del proceso", y han de desarrollar los sistemas de revisión y control.

Rediseño y mejora de procesos. El análisis de un proceso puede dar lugar a acciones de rediseño para incrementar la eficacia, reducir costes, mejorar la calidad y acortar los tiempos reduciendo los plazos de producción y entrega del producto o servicio.

Indicadores de gestión. La Gestión por Procesos implicará contar con un cuadro de indicadores referidos a la calidad y a otros parámetros significativos. Este es el modo en que verdaderamente la organización puede conocer, controlar y mejorar su gestión.

Anexo No.4: Información Incluida en la Ficha de Proceso. Fuente: Beltrán Sanz, (2003).

Información incluida en la Ficha de Proceso
Misión u objeto: Es el propósito del proceso. Hay que preguntarse ¿cuál es la razón de ser del proceso? ¿Para qué existe el proceso?. La misión u objeto debe inspirar los indicadores y la tipología de resultados que interesa conocer. Propietario del proceso: Es la función a la que se le asigna la responsabilidad del proceso y, en concreto, de que éste obtenga los resultados esperados (objetivos). Es necesario que tenga capacidad de actuación y debe liderar el proceso para implicar y movilizar a los actores que intervienen. Limites del proceso: Los límites del proceso están marcados por las entradas y las salidas, así como por los proveedores (quienes dan las entradas) y los clientes (quienes reciben las salidas). Esto permite reforzar las interrelaciones con el resto de procesos, y es necesario asegurarse de la coherencia con lo definido en el diagrama de proceso y en el propio mapa de procesos. La exhaustividad en la definición de las entradas y salidas dependerá de la importancia de conocer los requisitos para su cumplimiento. Alcance del proceso: Aunque debería estar definido por el propio diagrama de proceso, el alcance pretende establecer la primera actividad (inicio) y la última actividad (fin) del proceso, para tener noción de la extensión de las actividades en la propia ficha. Indicadores del proceso: Son los indicadores que permiten hacer una medición y seguimiento de cómo el proceso se orienta hacia el cumplimiento de su misión u objeto. Estos indicadores van a permitir conocer la evolución y las tendencias del proceso, así como planificar los valores deseados para los mismos. Variables de control: Se refieren a aquellos parámetros sobre los que se tiene capacidad de actuación dentro del ámbito del proceso (es decir, que el propietario o los actores del proceso pueden modificar) y que pueden alterar el funcionamiento o comportamiento del proceso, y por tanto de los indicadores establecidos. Permiten conocer a priori dónde se puede “tocar” en el proceso para controlarlo. Inspecciones: Se refieren a las inspecciones sistemáticas que se hacen en el ámbito del proceso con fines de control del mismo. Pueden ser inspecciones finales o inspecciones en el propio proceso. Documentos y/o registros: Se pueden referenciar en la ficha de proceso aquellos documentos o registros vinculados al proceso. En concreto, los registros permiten evidenciar la conformidad del proceso y de los productos con los requisitos. Recursos: Se pueden también reflejar en la ficha (aunque la organización puede optar en describirlo en otro soporte) los recursos humanos, la infraestructura y el ambiente de trabajo necesario para ejecutar el proceso.

Anexo No.5: Alternativas a emplear en la gestión de las capacidades de producción.

Fuente:(Torres Cabrera & Urquiaga Rodríguez, 2007).

Alternativa	Expresión de cálculo	Significado
I	$CAP = (D \cdot C_m) / UTIL$	<i>Magnitud de la capacidad</i> 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
II	$UTIL = (D \cdot C_m) / CAP$	<i>Nivel de utilización</i> a lograr para cumplir una cuota de mercado con la capacidad disponible, actuando sobre los factores que determinan la utilización.
III	$D = (UTIL \cdot CAP) / C_m$	<i>Extensión del mercado</i> que puede abarcarse ante una cuota de mercado objetivo con la capacidad existente y utilizada a un nivel dado, actuando sobre los factores que permiten ampliar el mercado.
IV	$C_m = (UTIL \cdot CAP) / D$	<i>Cuota de mercado</i> a que se puede aspirar con la capacidad existente y el nivel de utilización alcanzable o alcanzado, actuando sobre los factores de marketing para aumentar la competitividad

Anexo No.6: Tipos de materiales de construcción. Fuente: (Material de construcción, 2013)

Arena

Se emplea arena como parte de morteros y hormigones.

❖ Arena

El principal componente de la arena es la sílice o dióxido de silicio (SiO_2). De este compuesto químico se obtiene:

❖ Vidrio, material transparente obtenido del fundido de sílice.

❖ Fibra de vidrio, utilizada como aislante térmico o como componente estructural.

❖ Vidrio celular, un vidrio con burbujas utilizado como aislante.

Arcilla

La arcilla es químicamente similar a la arena: contiene, además de dióxido de silicio, óxidos de aluminio y agua. Su granulometría es mucho más fina, y cuando está húmeda es de consistencia plástica. La arcilla mezclada con polvo y otros elementos del propio suelo forma el barro, material que se utiliza de diversas formas:

❖ Barro, compactado "in situ" produce tapial

❖ Cob, mezcla de barro, arena y paja que se aplica a mano para construir muros.

❖ Adobe, ladrillos de barro, o barro y paja, secados al sol.

Cuando la arcilla se calienta a elevadas temperaturas (900°C o más), ésta se endurece, creando los materiales cerámicos:

❖ Ladrillo, ortoedro que conforma la mayoría de paredes y muros.

❖ Teja, pieza cerámica destinada a canalizar el agua de lluvia hacia el exterior de los edificios.

❖ Gres, de gran dureza, empleado en pavimentos y revestimientos de paredes. En formato pequeño se denomina gresite.

❖ Azulejo, cerámica esmaltada, de múltiples aplicaciones como revestimiento.

De un tipo de arcilla muy fina llamada bentonita se obtiene:

❖ Lodo bentonítico, sustancia muy fluida empleada para contener tierras y zanjas durante las tareas de cimentación.

Piedra.

La piedra se puede utilizar directamente sin tratar, o como materia prima para crear otros materiales. Entre los tipos de piedra más empleados en construcción destacan:

- ❖ Granito, tradicionalmente usado en toda clase de muros y edificaciones, actualmente se usa principalmente en suelos (en forma de losas), aplacados y encimeras. De esta piedra suele fabricarse él:
- ❖ Adoquín, ladrillo de piedra con el que se pavimentan algunas calzadas.
- ❖ Mármol, piedra muy apreciada por su estética, se emplea en revestimientos. En forma de losa o baldosa.
- ❖ Pizarra, alternativa a la teja en la edificación tradicional. También usada en suelos.
- ❖ Caliza, piedra más usada en el pasado que en la actualidad, para paredes y muros.
- ❖ Arenisca, piedra compuesta de arena cementada, ha sido un popular material de construcción desde la antigüedad.

La piedra en forma de guijarros redondeados se utiliza como acabado protector en algunas cubiertas planas, y como pavimento en exteriores. También es parte constitutiva del hormigón

- ❖ Grava, normalmente canto rodado.

Mediante la pulverización y tratamiento de distintos tipos de piedra se obtiene la materia prima para fabricar la práctica totalidad de los conglomerantes utilizados en construcción:

- ❖ Cal, Óxido de calcio (CaO) utilizado como conglomerante en morteros, o como acabado protector.
- ❖ Yeso, sulfato de calcio semihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$), forma los guarnecidos y enlucidos.
- ❖ Escayola, yeso de gran pureza utilizado en falsos techos y molduras.
- ❖ Cemento, producto de la calcinación de piedra caliza y otros óxidos.

El cemento se usa como conglomerante en diversos tipos de materiales:

- ❖ Terrazo, normalmente en forma de baldosas, utiliza piedras de mármol como árido.
- ❖ Piedra artificial, piezas prefabricadas con cemento y diversos tipos de piedra.

- ❖ Fibrocemento, lámina formada por cemento y fibras prensadas. Antiguamente de amianto, actualmente de fibra de vidrio.

El cemento mezclado con arena forma el mortero: una pasta empleada para fijar todo tipo de materiales (ladrillos, baldosas, etc.), y también como material de revestimiento (enfoscado) cuando yeso y cal no son adecuados, como por ejemplo en exteriores, o cuando se precisa una elevada resistencia o dureza.

- ❖ Mortero

- ❖ Mortero monocapa, un mortero prefabricado, coloreado en masa mediante aditivos

El cemento mezclado con arena y grava forma:

- ❖ Hormigón, que puede utilizarse solo o armado.

- ❖ Hormigón, empleado sólo como relleno.

- ❖ Hormigón armado, el sistema más utilizado para erigir estructuras

- ❖ GRC, un hormigón de árido fino armado con fibra de vidrio

- ❖ Bloque de hormigón, similar a un ladrillo grande, pero fabricado con hormigón.

El yeso también se combina con el cartón para formar un material de construcción de gran popularidad en la construcción actual, frecuentemente utilizado en la elaboración de tabiques:

- ❖ Cartón yeso, denominado popularmente Pladur por asimilación con su principal empresa distribuidora, es también conocido como Panel Yeso.

Otro material de origen pétreo se consigue al fundir y estirar basalto, generando:

Lana de roca, usado en mantas o planchas rígidas como aislante térmico.

Metálicos

Los más utilizados son el hierro y el aluminio. El primero se alea con carbono para formar:

- ❖ Acero, empleado para estructuras, ya sea por sí solo o con hormigón, formando entonces el hormigón armado.

- ❖ Perfiles metálicos

- ❖ Redondos

- ❖ Acero inoxidable

- ❖ Acero cortén

Otros metales empleados en construcción:

- ❖ Aluminio, en carpinterías y *paneles sandwich*.
- ❖ Zinc, en cubiertas.
- ❖ Titanio, revestimiento inoxidable de reciente aparición.
- ❖ Cobre, esencialmente en instalaciones de electricidad y fontanería.
- ❖ Plomo, en instalaciones de fontanería antiguas. La ley obliga a su retirada, por ser perjudicial para la salud.

Orgánicos

Fundamentalmente la madera y sus derivados, aunque también se utilizan o se han utilizado otros elementos orgánicos vegetales, como paja, bambú, corcho, lino, elementos textiles o incluso pieles animales.

- ❖ Madera.
- ❖ Contrachapado.
- ❖ OSB.
- ❖ Tablero aglomerado.
- ❖ Madera cemento.
- ❖ Linóleo suelo laminar creado con aceite de lino y harinas de madera o corcho sobre una base de tela.
- ❖ Guadua.

Sintéticos

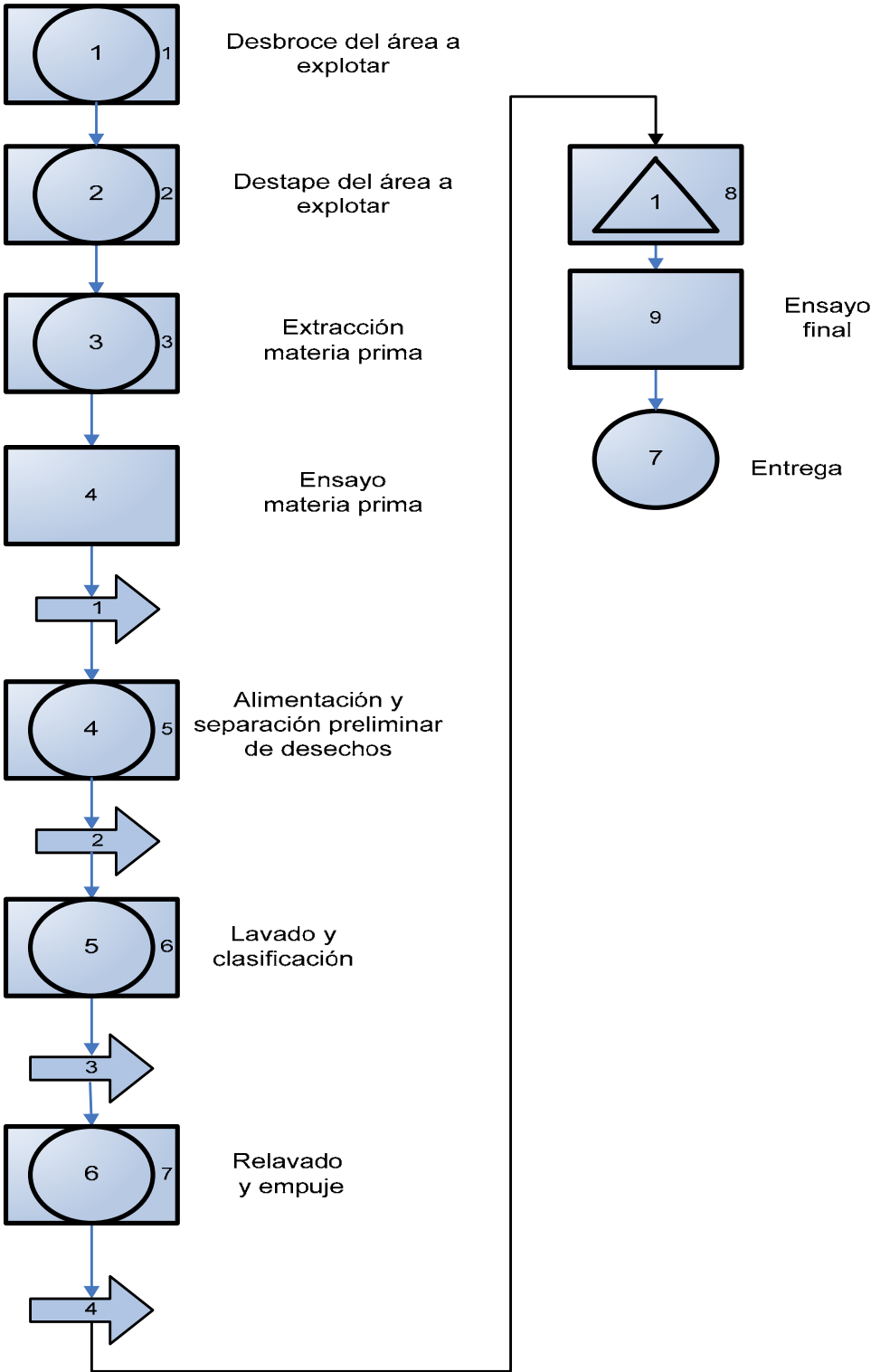
Fundamentalmente plásticos derivados del petróleo, aunque frecuentemente también se pueden sintetizar. Son muy empleados en la construcción debido a su inalterabilidad, lo que al mismo tiempo los convierte en materiales muy poco ecológicos por la dificultad a la hora de reciclarlos.

También se utilizan alquitranes y otros polímeros y productos sintéticos de diversa naturaleza. Los materiales obtenidos se usan en casi todas las formas imaginables: aglomerantes,

sellantes, impermeabilizantes, aislantes, o también en forma de pinturas, esmaltes, barnices y lasures.

- ❖ PVC o *policloruro de vinilo*, con el que se fabrican carpinterías y redes de saneamiento, entre otros.
- ❖ Suelos vinílicos, normalmente comercializados en forma de láminas continuas.
- ❖ Polietileno. En su versión de alta densidad (HDPE ó PEAD) es muy usado como barrera de vapor, aunque tiene también otros usos
- ❖ Poliestireno empleado como aislante térmico
 - Poliestireno expandido material de relleno de buen aislamiento térmico.
 - Poliestireno extrusionado, aislante térmico impermeable
- ❖ Polipropileno como sellante, en canalizaciones diversas, y en geotextiles
- ❖ Poliuretano, en forma de espuma se emplea como aislante térmico. Otras formulaciones tienen diversos usos.
- ❖ Poliéster, con él se fabrican algunos geotextiles
- ❖ ETFE, como alternativa al vidrio en cerramientos, entre otros.
- ❖ EPDM, como lámina impermeabilizante y en juntas estancas.
- ❖ Neopreno, como junta estanca, y como "alma" de algunos paneles sandwich
- ❖ Resina epoxi, en pinturas, y como aglomerante en terrazos y productos de madera.
- ❖ Acrílicos, derivados del propileno de diversa composición y usos:
 - Metacrilato, plástico que en forma transparente puede sustituir al vidrio.
 - Pintura acrílica, de diversas composiciones.
- ❖ Silicona, polímero del silicio, usado principalmente como sellante e impermeabilizante.
- ❖ Asfalto en carreteras, y como impermeabilizante en forma de lámina y de imprimación.

Anexo No.7: Diagrama del flujo tecnológico del proceso de producción de arena. Fuente: Plan de la calidad Empresa Materiales de Construcción Cienfuegos.



Anexo No.8: Control del proceso tecnológico de producción de arena Lavadora I y II Arimao. Fuente: Plan de la calidad
 Empresa Materiales de Construcción Cienfuegos.

PG 01B: CONTROL DEL PROCESO TECNOLÓGICO DE LA ÓN DE ARENERA I Y II " ARIMAO.								
Etapas del Proceso (objetivos)	Actividades del Proceso	Breve descripción de la operación.	Parámetros a controlar	Frecuencia	Método de Control	Responsable de la Inspección.	Documento Técnico	Recursos Necesarios
I) Preparación de Reservas. Preparar las reservas geológicas a extraer en los diferentes períodos de extracción garantizando un suministro ininterrumpido en las plantas lavadoras.	1. Desbroce del área a explotar.	Consiste en limpiar toda la superficie del yacimiento de arbustos, malezas, así como la capa vegetal.	.Comprobar que el área es la prevista en el proyecto. .No deben quedar malezas y arbustos en el área. .Los desechos deben ser depositados en las áreas establecidas en el proyecto de explotación.	Cada vez que se desbroce	Visual	Técnico Control de la Calidad	Estudio geológico. Proyecto de explotación Instructivo	Bulldózer de estera Con rustres. Registro punto de inspección. Operador de equipos, medios de Protección.
	2. Destape del área a explotar.	Consiste en eliminar la capa superficial terreo arcillosa que no poseen las especificaciones necesarias como arena de yacimiento(material estéril)	.La profundidad de destape debe coincidir con la prevista. .Depositar las capas vegetal y de arcilla en los lugares establecidos en el proyecto de explotación.	Cada vez que se destape	Visual	Técnico Control de la Calidad	Estudio Geológico. Proyecto de explotación Instructivo	Bulldózer de estera Con rustres. Moto trailla. Registro punto de inspección. Operador de equipos, Medios de Protección.

II) Extracción ,carga y Transportación. Extraer las reservas del yacimiento que cumplan con los requisitos y almacenar en áreas cercanas al lugar de carga, así como cargue y transportación hacia la planta.	3. Extracción.	Consiste en extraer y acopiar el material considerado como arena de yacimiento, hacia el área preparada a este fin	.En el área de extracción no debe existir contaminación. .Extraer hasta la profundidad prevista en el proyecto.	Siempre que haya extracción	Visual	Técnico Control de la Calidad	Instructivo Proyecto de explotación	Cargador Frontal ó Draga linee. Registro punto de inspección. Operador de equipos, Medios de Protección.
	4. Inspección de la materia Prima	Consiste en realizar los ensayos exigidos por la norma cubana de especificaciones de calidad con la finalidad de que el producto no conforme no pase producto no conforme a la siguiente etapa del proceso.	. Especificaciones establecidas en la NC 251-2005	Una vez siempre que haya cambio de posición o se observe alguna diferencia de color o estructura.	Laboratorio	Técnico Control de la Calidad	Estudio Geológico y Proyecto de Explotación NC 251-2005 NC 182: 02 NC 179: 02 procedimiento	Bandejas Frasco lavador Tamiz0.074(200) Tamiz 0.84(20) Registro PC01F Técnico de Control de la calidad.
	5. Cargue y transportación de la materia prima.	Consiste en introducir la arena de la zona establecida de cargue en los camiones para ser llevada a la planta beneficiadora.	.Camiones con camas limpias. . Que la arena no contenga material terreo arcilloso en exceso.	Diario, antes de comenzar el trabajo cada equipo.	Visual	Técnico Control de la Calidad	Proyecto de explotación Instructivo	Camiones de Volteo Capacidad 15m3-8m3. Cargador Frontal, Draga linee. Operadores de equipos Registro puntos de inspección

PG 01B: CONTROL DEL PROCESO TECNOLÓGICO DE LA FCA PRODUCCIÓN DE ARENA I Y II "

Etapas del Proceso (objetivos)	Actividades del Proceso	Breve descripción de la operación.	Parámetros a controlar	Frecuencia	Método de Control	Responsable de la Inspección.	Documento Técnico	Recursos Necesarios
III) lavado de la Arena Realizarle el beneficio (lavado) a la arena para mejorar sus parámetros técnicos.	6. Alimentación y separación preliminar del desecho(piedras o grumos de gran tamaño)	Consiste en almacenar en la tolva el material volteado (la arena de yacimiento), en ella existe una criba de barras fijas que impide el paso de rocas que obstruyan la descarga.	.Comprobar la limpieza de la materia prima. .Exigir al obrero que expulse los desperdicios al área destinada. . Comprobar la limpieza del área	Diario.	Visual	Técnico Control de la Calidad	Instructivo	Tolvas de Recepción y alimentación. Ayudante Registro punto inspección. Medios de Protección.
	7. Transportación hasta el lavador.	Transporta el material desde la tolva hasta el lavador	. Comprobar la limpieza del área. - Comprobar estado de los transportadores.	Diario	Visual	Técnico Control de la Calidad	Instructivo	Cintas transportadoras Transportador Ayudante Registro punto inspección. Medios de Protección. Operador de Planta

	8. Lavado y clasificación	La arena se clasifica mediante paños y es lavada en una zaranda clasificadora.	.Verificar estado técnico y limpieza de los paños. . Comprobar la limpieza del área	Diario Por cada reparación	Visual Pie de Rey	Técnico Control de la Calidad	Instructivo	Paños diámetro de 7 mm y 8 mm Ayudante Registro punto inspección. Medios de Protección. Operador de Planta
	9. Transporte hasta el Tornillo sin fin.	Transporta el material hacia el tornillo sin fin, mediante una canal que lo facilita.	.Verificar estado técnico de la cinta transportadora. . Comprobar la limpieza del área	Diario	Visual	Técnico Control de la Calidad	Instructivo	Cinta transportadora de 600-800mm Ayudante Registro punto inspección. Medios de Protección Operador de Planta.
	10. Relavado y empuje	En el tornillo por medio del movimiento de rotación y avance se produce el lavado y separación granulométrica en medio hidráulico, donde las fracciones de 0-0.15 es decantada.	. Verificar el estado técnico del Tornillo Lavador y de las tuberías de decantación. . Comprobar la limpieza del área	Diario	Visual	Técnico Control de la Calidad	Instructivo	Tornillo sinfin c/ espiral sumergido Ayudante Registro punto inspección. Medios de Protección. Operador de Planta

	11. Transportación hasta área de almacenamiento.	Transporta el material desde el tornillo hasta el área de almacenamiento.	. Comprobar la limpieza del área.	Diario	Visual	Técnico Control de la Calidad	Instructivo	Cintas transportadoras de 600 – 800 mmm Transportador, Ayudante Registro punto inspección. Medios de Protección. Operador de Planta
PG 01B: CONTROL DEL PROCESO TECNOLÓGICO DE LA FCA PRODUCCIÓN DE ARENA I Y II "								
Etapas del Proceso (objetivos)	Actividades del Proceso	Breve descripción de la operación.	Parámetros a controlar	Frecuencia	Método de Control	Responsable de la Inspección.	Documento Técnico	Recursos Necesarios

IV. Almacenamiento y entrega del producto. Evitar modificaciones de las características físico-químicas que puedan afectar la calidad del producto, previendo la entrega de un producto conforme.	12.Almacenamiento 13. Ensayos al producto final (19-5mm) y (5 - 0.15mm)	Se almacena el producto conforme cumpliendo con la NC 251-2005	.Comprobar la limpieza del área. . Limpieza del cargador.	Diario	Visual	Técnico Control de la Calidad	NC 251-2005	Cargador Camión Operadores de equipos. Medios de Protección. Registro puntos de Inspección.
--	--	---	--	--------	--------	-------------------------------	-------------	---

	1	Se realizan los diferentes ensayos al producto previendo que no se libere el mismo sin el cumplimiento de los requisitos establecidos en la NC -251:05. También se realizan otros ensayos que solicite el cliente, en laboratorios contratados.	Toma de muestra Análisis Granulométrico. Determinación del contenido de partículas de arcilla. Determinación del material más fino que el tamiz 0.0074mm (200). Impurezas orgánicas Peso Especifico	Diario Cuando lo solicite el cliente	Ensayo	Técnico Control de la Calidad	NC 251 05 NC 178 02 NC 179 02 NC 182 02 NC185-02 NC 186 02	Balanza 0.01g Tamizadora Tamices(1, 3/4, 3/8,4 8,16,20,30,50, 100,200) Estufa(105-110⁰c) Probeta 500ml Bandejas Registro PC 01F Registro punto Inspección. Controlador de la calidad.
	14. Entrega del producto	Consiste en ejecutar la entrega del producto liberado por el Controlador de la calidad.	.Verificar limpieza del cubo del cargador. . Verificar entrega del producto conforme. .Verificar entrega de la declaración de conformidad	Diario (cuando hay cargue)	Visual	Técnico Control de la Calidad	Instructivo del Operador del Cargador.	Cargador Frontal Declaración de conformidad. Facturas.

Anexo No.9: Producciones realizadas en cada una de las etapas del proceso de producción de arena. Fuente: Elaboración Propia.

Alimentación y separación de desechos (m³/h)		Lavado y clasificación (m³/h)		Relavado y empuje (m³/h)	
83		75		30	
82		74		32	
83		73		29	
80		72		33	
81		76		30	
82		77		28	
84		73		32	
80		74		30	
85		75		29	
83		73		31	
84		74		31	
83		75		30	
82		76		32	
85		77		29	
86		73		31	
85		74		32	
83		75		33	
81		76		31	
82		77		34	
83		73		32	
84		75		31	
85		77		30	
83		74		31	
85		75		33	
84		76		32	
82		77		31	
83		78		30	
85		74		32	
83		77		32	
81		75		30	
82		73		29	
83		72		33	
80		77		32	
81		76		30	
84		75		30	

86	74	31
84	73	33
85	72	30
86	75	32
84	76	33
85	75	30
86	73	31
84	74	30
83	73	31
85	72	33
80	76	32
81	75	31
83	74	32
84	70	31
85	71	28
86	78	30
84	75	31
83	74	32
85	71	31
81	76	33
83	77	30
80	74	31
86	76	28
83	75	32
85	73	32
84	75	31
81	77	32
86	78	29
84	73	30
82	72	32
83	75	32
81	75	28
83	75	31
84	77	32
85	76	30
85	73	32
85	76	31
84	77	33
83	71	31
84	72	32
83	76	33

84	75	31
82	73	32
84	73	32
85	76	28
84	73	31
85	74	31
86	75	32
85	75	32
80	76	31
84	73	30
86	71	31
81	74	32
82	73	30
83	76	29
86	78	32
84	73	32
84	75	31
85	76	32
83	73	30
86	74	30
84	75	31
85	74	33
85	73	31
84	79	33
85	75	32
86	73	31
85	76	30
83	77	32
82	76	31
84	75	32
86	74	30
84	76	30
83	75	31
82	74	32
86	73	31
84	75	28
85	73	32
81	74	30
80	75	31
83	76	30
86	77	31

85	74	30
88	73	32
86	72	31
81	74	30
83	75	31
86	76	32
84	77	33
86	75	30
84	74	31
86	73	30
84	72	32
81	76	31
83	77	30
85	74	33
84	75	32
86	76	31
83	74	33
85	73	34
84	76	32
86	77	30
85	78	32
85	75	31
86	76	30
86	75	30
84	76	32
81	77	31
83	74	32
85	73	31
84	76	32
83	74	33
85	75	32
82	77	31
85	75	30
84	74	31
85	73	32
86	74	31
83	76	32
85	77	31
83	73	30
84	75	32
83	77	31

83	78	31
85	76	31
84	74	32
81	73	30
85	72	31
80	75	32
85	76	33
81	75	30
83	74	30
84	73	31
86	76	32
88	74	31
85	73	29
86	72	32
83	75	30
86	76	32
83	77	31
88	75	32
85	73	31
86	74	30
83	76	31
82	75	32
80	77	33
80	73	30
84	72	31
83	75	32
86	77	31
84	77	30
85	75	32
84	76	31
83	77	33
84	73	32
83	74	31
82	75	30
80	77	31
83	78	32
86	76	28
85	74	32
83	73	33
85	74	31
84	75	32

82	76	33
81	77	31
84	74	30
86	73	32
84	72	31
86	75	30
84	76	31
85	77	30
84	75	32
81	74	33
83	73	31
84	75	32
84	76	31
86	77	32
84	75	31
86	76	31
84	75	33
84	74	31
82	73	32
81	76	33
83	77	32
85	75	32
86	76	33
84	74	30
85	73	31
84	76	31
86	77	30
85	78	32
84	75	31
86	76	30
85	77	32
80	74	31
81	73	30
82	72	32
83	76	30
86	74	34
84	76	30
86	77	30
85	74	30
81	73	31
80	76	32

82	72	33
84	73	31
86	72	30
86	72	32
84	78	31
86	77	33
85	75	31
83	74	30
80	76	31
81	77	31
86	78	32
84	77	31
86	74	32
85	76	31
81	75	32
82	73	31
84	75	30
80	77	31
82	78	32
83	73	31
86	72	30
84	71	31
85	70	32
83	75	31
80	77	33
81	76	31
84	73	32
86	76	30
85	77	31
86	71	30
81	72	31
83	76	30
84	75	31
86	73	30
85	73	30
86	76	31
83	73	32
84	74	33
85	75	30
82	75	31

Anexo No.10: Comparación de muestras alternas para los datos de alimentación y separación preliminar de desechos. Fuente: Elaboración Propia.

Distribución	Parámetros Est.	Log Verosimilitud	KS D
Normal	2	-571,933	0,141423
Gamma	2	-572,536	0,144112
Birnbaum-Saunders	2	-572,86	0,145374
Gaussiana Inversa	2	-572,861	0,145374
Lognormal	2	-572,865	0,145201
Valor Extremo Más Chico	2	-574,454	0,124401
Weibull	2	-578,348	0,129927
Logística	2	-579,448	0,129078
Loglogística	2	-580,199	0,131127
Uniforme	2	-582,244	0,239286
Laplace	2	-589,604	0,192075
Valor Extremo Más Grande	2	-597,05	0,176642
Exponencial	1	-1519,18	0,616074
Pareto	1	-1935,58	0,628497

Anexo No.11: Comparación de muestras alternas para los datos de lavado y clasificación.

Fuente: Elaboración Propia.

Distribución	Parámetros Est.	Log Verosimilitud	KS D
Normal	2	-556,022	0,127717
Gamma	2	-556,551	0,129954
Birnbaum-Saunders	2	-556,846	0,131419
Gaussiana Inversa	2	-556,846	0,13142
Lognormal	2	-556,849	0,131306
Valor Extremo Más Chico	2	-562,065	0,138706
Logística	2	-562,54	0,130683
Loglogística	2	-563,029	0,130519
Weibull	2	-567,381	0,147922
Laplace	2	-573,249	0,180714
Valor Extremo Más Grande	2	-583,355	0,161398
Uniforme	2	-615,223	0,240476
Exponencial	1	-1487,98	0,607967
Pareto	1	-1897,21	0,626499

Anexo No.12: Comparación de muestras alternas para los datos de relavado y empuje. Fuente: Elaboración Propia.

Distribución	Parámetros Est.	Log Verosimilitud	KS D
Normal	2	-432,653	0,164757
Gamma	2	-433,467	0,165032
Lognormal	2	-433,973	0,167581
Birnbaum-Saunders	2	-433,976	0,167522
Gaussiana Inversa	2	-433,977	0,167525
Laplace	2	-434,397	0,238468
Logística	2	-435,053	0,175052
Loglogística	2	-435,622	0,173543
Weibull	2	-442,147	0,204327
Valor Extremo Más Chico	2	-445,542	0,207032
Valor Extremo Más Grande	2	-465,217	0,210971
Uniforme	2	-501,693	0,286905
Exponencial	1	-1243,09	0,59268
Pareto	1	-1588,75	0,620522

Anexo No.13: Plan de acción (mejora) para el proceso de producción de arena en el establecimiento Lavadora de Arena I y II Arimao. Fuente: Elaboración Propia.

Oportunidad de Mejora : Sustitución del tornillo lavador por un hidrociclón
Meta: Aumentar la capacidad de producción del proceso de relavado y empuje y a su vez el aumento de la producción de arena
Responsable General: Director General

QUÉ	QUIÉN	CÓMO	POR QUÉ	DÓNDE	CUÁNDO	CUÁNTO
Hacer diagnóstico del estado actual del comportamiento de la producción.	Director técnico -productivo. Jefe de la Unidad Jefe de Mantenimiento Jefe de operaciones	Analizando la carga y capacidad de los diferentes equipos para localizar el cuello de botella.	Para definir las acciones que deben ejecutarse para aumentar las capacidades productivas.	Establecimiento Lavadora de Arena I y II Arimao	Enero-Abril	4 meses
Realizar estudio de factibilidad económica y proyecto de la nueva propuesta.	Director Técnico Jefe de Mantenimiento Jefe de la Unidad Jefe del Departamento Técnico	A partir de los resultados del diagnóstico, analizar y tomar las decisiones técnicas para definir el plan y la estrategia de implantación de	Para seleccionar los problemas a resolver. Este documento será la base para la toma de decisiones de qué y cómo se van a resolver los	Dirección Técnica.	Mayo	30 días

		la nueva propuesta y todo tipo de necesidades para llevarlo a efecto.	problemas de subutilización de la carga y capacidad del proceso de relavado y empuje.			
Confeccionar el plan de aseguramiento que garantizará el cumplimiento y la calidad del plan operativo de montaje y ejecución de la obra.	Director Técnico. Director Comercial Especialistas Jefe de la Unidad Jefe de mantenimiento	Con los listados de necesidades balancear que recursos existen, cuales se adquirirán a corto, mediano y largo plazo, cuales serán de importación y cuales son posible adquirirlos en el país, de acuerdo a las ofertas y financiamiento.	Para conocer con que recursos se cuenta y en que fechas se tendrán para poder cumplir con los cronogramas de ejecución y con la calidad de los proyectos.	Departamento de equipo	Junio 2013	15 días

Confeccionar el diagrama de financiamiento para llevar a cabo el Plan de montaje del hidrociclón.	Director general Director Económico. Director Técnico. Inversionista.	De acuerdo a la situación económica y financiera de la empresa, y la valoración de todos los gastos y necesidades, hacer el flujo de caja o ingeniería financiera para garantizar todas las actividades que se planificarán durante la ejecución de la obra.	Para respaldar todas y cada una de las acciones que se planificarán, se debe ser meticulosos y realista, sin el respaldo financiero adecuado no se logra el objetivo con la calidad requerida. Para las inversiones hay que tener en cuenta las regulaciones existentes.	Contabilidad y Finanzas	Junio	15 días
Confeccionar el plan de montaje y ejecución de la obra.	Director General. Director Económico.	Toda la información relacionada con las acciones, las	Para garantizar una proyección estratégica efectiva,	Director General	Junio-Julio 2013	30 días

	Director Técnico-Productivo. Jefe de la Unidad Especialistas.	necesidades, los aseguramientos materiales y financieros, las inversiones, el aseguramiento en RR.HH, la contratación o participación de 3ros, el cumplimiento de los planes de producción debe ser compartida y analizada por los que decidirán de conjunto como quedará confeccionado el Plan antes de las reuniones o encuentros. En la reunión de trabajo	teniendo en cuenta las relaciones e Interacciones entre todos los involucrados y todos los recursos en cuanto a las fechas, valores y responsables de forma objetiva.			
--	---	--	--	--	--	--

		deben quedar definidas las acciones con sus fechas y responsables.				
Confección de toda la documentación, proyectos y permisos necesarios para la ejecución de la obra. Aseguramiento financiero. Inversiones.	Director técnico-productivo	Toda la información relacionada con las inversiones y el financiamiento. Los permisos de trabajo según cada etapa de la ejecución del proyecto.	Para que todo el personal involucrado a cada nivel correspondiente cuente con toda la información necesaria y se utilice como una herramienta de control y de trabajo	Dir. General. Dir. Técnico-Productivo. Dir. Economía. Dir. RR:HH Jefe de Unidad Jefe de Mantenimiento	Agosto 2013	30 días
Control y ajustes del cumplimiento del Plan y cronograma de trabajo.	Consejo de Dirección	Reuniones sistemáticas, evaluaciones y análisis en los consejos.	Es necesario el control sistemático	Consejo de Dirección. Consejos planificados	Permanente.	Hasta el cumplimiento de su ejecución.