

Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias de la Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil en Obras Civiles

“MEJORAMIENTO CONTINUO DE PROCESOS PARA OBRAS DE EDIFICACIÓN”

TESIS PARA OPTAR AL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL EN OBRAS CIVILES

PROFESOR GUIA:
SR. HERIBERTO VIVANCO BILBAO
INGENIERO COMERCIAL
CONSTRUCTOR CIVIL, ESPECIALIDAD
OBRAS CIVILES

JAVIER IGNACIO CASAS-CORDERO IBAÑEZ
VALDIVIA -CHILE

2006

INDICE

I. INTRODUCCION

1.1	Motivación de la Tesis y Antecedentes Generales.....	1
1.2	Objetivos.....	2
1.3	Metodología de la Investigación.....	2
1.4	Estructura del Informe.....	2

II. MEJORAMIENTO CONTINUO

2.1	Introducción.....	5
2.2	El Concepto de Mejoramiento Continuo.....	5
2.3	Importancia del Mejoramiento Continuo.....	6
2.4	Ventajas y Desventajas de usar un Sistema de Mejoramiento Continuo.....	6
2.5	El Proceso de Mejoramiento.....	7
2.5.1	Actividades Básicas de Mejoramiento.....	7
2.6	Pasos para el Mejoramiento Continuo.....	10
2.7	Resumen.....	14

III. BENCHMARKING

3.1	Introducción.....	16
3.2	Breve Reseña Histórica.....	16
3.3	¿Que es el Benchmarking?.....	17
3.4	Objetivos del Benchmarking.....	20
3.5	Algunos Aspectos y Características del Benchmarking.....	20
3.6	Tipos de Benchmarking.....	23
3.6.1	Benchmarking Interno.....	23
3.6.2	Benchmarking Competitivo.....	24
3.6.3	Benchmarking Funcional.....	24
3.6.4	Benchmarking Genérico.....	24
3.6.5	Benchmarking con Terceras Partes o Colaborativo.....	26
3.7	Principales Aspectos del Benchmarking.....	26
3.8	Benchmarking en la Industria de la Construcción.....	27
3.9	Benchmarking en Chile, Sistema Nacional de Benchmarking.....	28
3.10	Resumen.....	30

IV. INDICADORES DE DESEMPEÑO EN PROYECTOS DE CONSTRUCCION

4.1	Introducción.....	31
4.2	El Concepto de Desempeño.....	31
4.3	Medición de Desempeño en la Industria de la Construcción.....	32
4.3.1	La Medición de Desempeño en Empresas Constructoras Chilenas.....	32
4.3.2	Indicadores Usados en Proyectos.....	33
4.4	El control en las Obras de Construcción.....	34
4.5	La Medición de Desempeño como parte del Mejoramiento Continuo en los proyectos de Construcción.....	36
4.6	Indicadores de Desempeño.....	36
4.7	Tipos de Indicadores de Desempeño.....	37
4.7.1	Indicadores Suaves vs Duros.....	37
4.7.2	Indicadores Financieros vs No Financieros.....	37
4.7.3	Indicadores Orientados a Procesos vs Indicadores Orientados a Resultados.....	37
4.8	Criterios Utilizados por los Indicadores de Desempeño.....	38
4.9	Recopilación de los Datos para los Indicadores.....	39
4.10	Requisitos Básicos de los Indicadores de Desempeño.....	40
4.11	Resumen.....	42

V. DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEJORAMIENTO CONTINUO

5.1	Introducción.....	43
5.2	Objetivos del Sistema.....	43
5.3	Tipo de Benchmarking Propuesto.....	43
5.4	Definición de los Niveles de la Empresa a los cuales estará orientado el Sistema.....	43
5.5	Metodología General del Sistema.....	44
5.5.1	Descripción Detallada de la Metodología.....	45
5.6	Resumen.....	57

VI DESARROLLO DE UN CONJUNTO DE INDICADORES DE DESEMPEÑO

6.1	Introducción.....	58
6.2	Objetivos de los Indicadores de Desempeño.....	58
6.3	Principales Ámbitos que Requieren Control Dentro de la Obra.....	59
6.4	Estructura de los Indicadores de Desempeño.....	62
6.5	Descripción Detallada de los Indicadores.....	62
6.6	Resumen.....	91

VII. APLICACIÓN A OBRAS DE EDIFICACION EN ALTURA

7.1	Introducción.....	92
7.2	Algunas Características Especiales de las Obras de Edificación en Altura.....	92
7.3	Identificación de los Procesos Críticos.....	94
7.4	Experiencia Piloto.....	98
7.4.1	Selección del Proceso.....	98
7.4.2	Selección de los Indicadores de Desempeño.....	98
7.4.3	Aplicación del Sistema.....	99
7.4.4	Metodología Utilizada.....	103
7.5	Resultados.....	105
7.6	Resumen.....	112

VIII. CONCLUSIONES

8.1	Conclusiones.....	113
-----	-------------------	-----

BIBLIOGRAFÍA.....	115
--------------------------	------------

ANEXOS.....	118
--------------------	------------

RESUMEN

La presente investigación pretende ser un aporte a la constante búsqueda de las empresas constructoras por mejorar sus sistemas de gestión y control. La metodología de trabajo aplicada consistió básicamente en una recopilación y estudio de tres conceptos claves, mejoramiento continuo, benchmarking e indicadores de desempeño, además, se investigó el estado actual de los sistemas de medición y control en las empresas constructoras chilenas y de los principales ámbitos a los cuales están orientados estos sistemas. El mejoramiento continuo es una filosofía, que consiste en la búsqueda permanente de oportunidades de mejora para los procesos y así hacerlos más eficientes, eficaces y efectivos, con el objetivo alcanzar la superioridad. El benchmarking es un proceso para medir el desempeño propio para luego compararlo con el desempeño de otros, o con algún otro estándar, con el objetivo de lograr un mejoramiento continuo, lo cual se realiza a través del análisis de una serie de compilaciones de datos denominados indicadores de desempeño. De esta manera se desarrolló un sistema de mejoramiento continuo basado en una metodología de benchmarking de carácter interno, el cual propone además un conjunto de indicadores para distintos ámbitos de la construcción. Finalmente este sistema fue aplicado parcialmente en una obra de edificación en altura, a través de una experiencia piloto.

ABSTRACT

The present investigation intends to be a contribution to the constant quest of the construction firms to improve their systems of step and control. The methodology applied consisted basically of a compilation and study of three key ideas: continuous improvement, benchmarking and indicators of performance. Additionally, an investigation was performed on the present-day status of the systems of measurement and control in the Chilean construction firms and of the principal areas to which these systems are applied. The continuous improvement is a philosophy that consists of a permanent quest to improve opportunities for the processes, in order to do them efficiently, efficacious and effectively with the objective for achieving the superiority. Benchmarking is a process to measure the own performance and then compare it to the performance of others, or with some other standard. This allows one to achieve continuous improvement, which comes through the analysis of a series of compilations of data named indicators of performance. In this way, a system of continuous improvement was developed based on an internal benchmarking methodology, which also proposes a set of indicators for various aspects of the construction process. Finally, this system was applied partially to a high-altitude construction project, through a pilot experience.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Motivación de la Tesis y Antecedentes Generales

El rápido y constante crecimiento que ha experimentado la industria de la construcción en los últimos años, ha creado una competencia cada vez más fuerte entre las distintas empresas del rubro, las cuales para poder sobrevivir en un mercado cada vez más exigente están obligadas a mejorar continuamente el desempeño de los procesos dentro de sus obras y así mejorar también los resultados generales de la empresa. Es por esto que se han creado distintos sistemas de control y mejoramiento, con el fin de medir, evaluar y optimizar, de manera continua, dichos procesos. Una parte muy importante de estos sistemas consiste en poder cuantificar y posteriormente comparar con otros miembros de la industria (también es posible realizar comparaciones internas), el desempeño que se tiene en los procesos clave y en los resultados finales obtenidos.

Es aquí donde se hace necesario definir e implementar los denominados Indicadores de Desempeño (ID). Estos son compilaciones de mediciones de información que representan una expresión cuantitativa del comportamiento de una organización, de un área o de un proceso. La magnitud de estos, al ser comparada con algún otro nivel de referencia (histórico, estándar o teórico) podrá señalar una desviación sobre la cual deben tomarse acciones correctivas o preventivas según sea el caso (Sanz, 2004).

Una vez establecidos estos parámetros, es necesario poder compararlos y evaluarlos, con el objetivo de realizar un mejoramiento, para esto existen varios mecanismos, entre estos está el denominado benchmarking.

Benchmarking se trata de la comparación y medición del desempeño propio, respecto al de otros o con respecto a algún estándar, en actividades claves del negocio, para luego usar las lecciones aprendidas del mejor con el objetivo de establecer metas de mejoramiento. Involucra responder a dos preguntas, ¿quién es el mejor, y por qué es el mejor?, con el objetivo de usar esa información para hacer cambios que llevarán a mejoramientos significativos. El mejor desempeño logrado en la práctica es el benchmark o meta. Un benchmark es en palabras simples es “el mejor de la clase”, es decir el mejor nivel de desempeño logrado por un proceso o actividad específica y este es usado como referencia para la comparación en el Benchmarking (CDT, 2002).

Finalmente es posible crear a partir de las mediciones realizadas y de la comparación con estándares o metas, un sistema que permitirá el mejoramiento continuo de determinados procesos.

1.2 Objetivos

Objetivo general

- Crear un sistema que permita el mejoramiento continuo de procesos clave en obras de edificación, a través de la medición, evaluación y comparación de indicadores de desempeño aplicando los principios del benchmarking.

Objetivos específicos

- Definir un conjunto de procesos que pueden ser considerados como claves o críticos dentro de una obra de edificación, dado su incidencia en el costo, avance o calidad de la obra.
- Definir un conjunto de Indicadores de Desempeño para los procesos anteriormente descritos.
- Crear una metodología para el análisis y evaluación de los Indicadores de Desempeño, a través de la comparación de estos, mediante un proceso de benchmarking.

1.3 Metodología de la Investigación

La Figura 1.1 muestra aproximadamente las interacciones entre las distintas actividades realizadas durante la investigación y las etapas en que puede ser dividida.

1.4 Estructura del Informe.

Esta tesis esta organizada en ocho capítulos.

En el primero se presenta la introducción general que trata sobre la motivación, objetivos y estructura de la tesis.

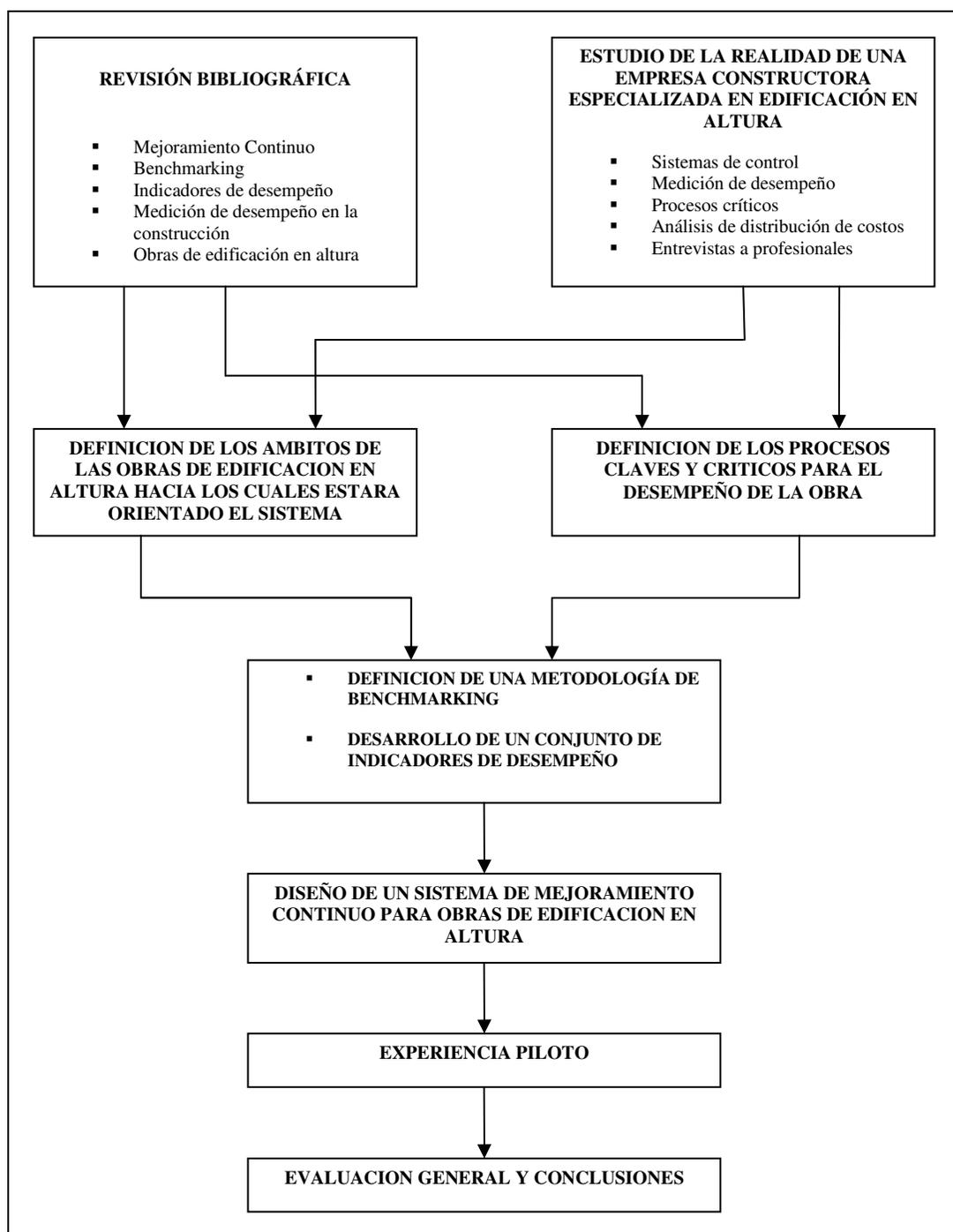
En el segundo capítulo se presenta el concepto de mejoramiento continuo y se describen sus principales características.

En el tercer capítulo se desarrolla ampliamente el concepto de benchmarking. Se realiza una breve reseña histórica y se presentan varias definiciones de distintos autores. Posteriormente se profundiza en sus principales características y se explican los tipos de benchmarking que es

posible realizar. Finalmente se describe la aplicación del benchmarking en la industria de la construcción y algunas iniciativas de benchmarking en nuestro país.

El capítulo cuatro trata sobre los indicadores de desempeño. Se comienza desarrollando el concepto de desempeño, la medición de este en obras de construcción y su importancia en los procesos de mejoramiento continuo. Luego se realiza una definición de lo que es un indicador de desempeño y de los tipos de indicadores que es posible desarrollar. Posteriormente se presentan los principales criterios utilizados por los indicadores, metodologías de recolección de datos y los requisitos necesarios para que los indicadores cumplan con sus objetivos.

Figura 1.1 Metodología de la investigación



Elaborado por el autor

En el capítulo cinco es donde se desarrolla el sistema de mejoramiento continuo. Primero se describe el tipo de benchmarking a utilizar, los niveles de la empresa a los cuales está orientado el sistema y la metodología general del mismo.

En el capítulo seis se proponen un conjunto de indicadores de desempeño para el sistema, se definen sus objetivos, estructura y el ámbito a los cuales están orientados, finalmente se realiza una descripción detallada de cada uno de ellos.

En el séptimo capítulo se describen algunas características especiales de las obras de edificación en altura, diferencias con otro tipo de proyectos, principales procesos constructivos y los principales aspectos que requieren control, se identifican los procesos más importantes y críticos dentro de este tipo de obras. Finalmente se describe una experiencia piloto realizada al interior de una obra de edificación, se definen el conjunto de indicadores utilizados, se describe el procedimiento para realizar las mediciones y para la construcción y presentación de los indicadores.

En el capítulo ocho se realiza una evaluación general de la experiencia y del sistema en general, para luego finalizar con las conclusiones de esta investigación.

II. MEJORAMIENTO CONTINUO

2.1. Introducción

A través de los años los empresarios han manejado sus negocios trazándose sólo metas limitadas que les han impedido ver más allá de sus necesidades inmediatas, es decir, planean únicamente a corto plazo; lo que conlleva a no alcanzar niveles óptimos de calidad y productividad, y, por lo tanto, a obtener una baja rentabilidad en sus negocios.

Según los grupos gerenciales de las empresas japonesas, el secreto de las compañías de mayor éxito en el mundo radica en poseer estándares de calidad altos tanto para sus productos como para sus empleados; por lo tanto el control total de la calidad es una filosofía que debe ser aplicada a todos los niveles jerárquicos en una organización, y esta implica un proceso de Mejoramiento Continuo que no tiene final. Dicho proceso permite visualizar un horizonte más amplio, donde se buscará siempre la excelencia y la innovación que llevarán a los empresarios a aumentar su competitividad, disminuir los costos, orientando los esfuerzos a satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes.

Asimismo, este proceso busca que el empresario sea un verdadero líder de su organización, asegurando la participación de todos que involucrándose en todos los procesos de la cadena productiva. Para ello él debe adquirir compromisos profundos, ya que él es el principal responsable de la ejecución del proceso y la más importante fuerza impulsora de su empresa.

Para llevar a cabo este proceso de Mejoramiento Continuo tanto en un departamento determinado como en toda la empresa, se debe tomar en consideración que dicho proceso debe ser: económico, es decir, debe requerir menos esfuerzo que el beneficio que aporta; y acumulativo, que la mejora que se haga permita abrir las posibilidades de sucesivas mejoras a la vez que se garantice el cabal aprovechamiento del nuevo nivel de desempeño logrado.

En el presente capítulo se realiza una descripción de los principales aspectos del mejoramiento continuo y se basa principalmente en el trabajo “Mejoramiento Continuo” de la Escuela de Administración de Empresas de la Universidad Bicentenario de Aragua, Venezuela (1998).

2.2. El Concepto de Mejoramiento Continuo

A continuación se presentan algunas interpretaciones de distintos autores para el concepto de Mejoramiento Continuo

James Harrington (1993), para él mejorar un proceso, significa cambiarlo para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable, qué cambiar y cómo cambiar depende del enfoque específico del empresario y del proceso.

Fadi Kabboul (1994), define el Mejoramiento Continuo como una conversión en el mecanismo viable y accesible al que las empresas de los países en vías de desarrollo cierran la brecha tecnológica que mantienen con respecto al mundo desarrollado.

Abell (1994), da como concepto de Mejoramiento Continuo una mera extensión histórica de uno de los principios de la gerencia científica, establecida por Frederick Taylor, que afirma que todo método de trabajo es susceptible de ser mejorado.

Sullivan (1994), define el Mejoramiento Continuo, como un esfuerzo para aplicar mejoras en cada área de la organización a lo que se entrega a los clientes.

Deming (1996), según la óptica de este autor, la administración de la calidad total requiere de un proceso constante, que será llamado Mejoramiento Continuo, donde la perfección nunca se logra pero siempre se busca.

El Mejoramiento Continuo es un proceso que describe muy bien lo que es la esencia de la calidad y refleja lo que las empresas necesitan hacer si quieren ser competitivas a lo largo del tiempo.

2.3. Importancia del Mejoramiento Continuo

La importancia de esta técnica gerencial radica en que con su aplicación se puede contribuir a mejorar las debilidades y afianzar las fortalezas de la organización.

A través del mejoramiento continuo se logra ser más productivos y competitivos en el mercado al cual pertenece la organización, por otra parte las organizaciones deben analizar los procesos utilizados, de manera tal que si existe algún inconveniente pueda mejorarse o corregirse; como resultado de la aplicación de esta técnica puede ser que las organizaciones crezcan dentro del mercado y hasta llegar a ser líderes.

2.4. Ventajas y Desventajas de usar un Sistema de Mejoramiento Continuo

Ventajas:

1. Se concentra el esfuerzo en ámbitos organizativos y de procedimientos y procesos puntuales.
2. Se consiguen mejoras en un corto plazo y resultados visibles.

3. Si existe reducción de defectos, trae como consecuencia una reducción en los costos, como resultado de un consumo menor de materias primas.
4. Incrementa la productividad y dirige a la organización hacia la competitividad, lo cual es de vital importancia para las actuales organizaciones.
5. Contribuye a la adaptación de los procesos a los avances tecnológicos.
6. Permite eliminar procesos repetitivos.

Desventajas:

1. Cuando el mejoramiento se concentra en un área específica de la organización, se pierde la perspectiva de la interdependencia que existe entre todos los miembros de la empresa.
2. Requiere de un cambio en toda la organización, ya que para obtener el éxito es necesaria la participación de todos los integrantes de la organización y a todo nivel.
3. En vista de que los gerentes en la pequeña y mediana empresa son muy conservadores, el Mejoramiento Continuo se hace un proceso muy largo.
4. Hay que hacer inversiones importantes.

2.5. El Proceso de Mejoramiento

La búsqueda de la excelencia comprende un proceso que consiste en aceptar un nuevo reto cada día. Dicho proceso debe ser progresivo y continuo. Debe incorporar todas las actividades que se realicen en la empresa a todos los niveles.

El proceso de mejoramiento es un medio eficaz para desarrollar cambios positivos que van a permitir ahorrar dinero tanto para la empresa como para los clientes, ya que las fallas de calidad cuestan dinero.

Asimismo este proceso implica la inversión en nuevas maquinaria y equipos de alta tecnología más eficientes, el mejoramiento de la calidad del servicio a los clientes, el aumento en los niveles de desempeño del recurso humano a través de la capacitación continua, y la inversión en investigación y desarrollo que permita a la empresa estar al día con las nuevas tecnologías.

2.5.1 Actividades Básicas de Mejoramiento

De acuerdo a un estudio en los procesos de mejoramiento puestos en práctica en diversas compañías en Estados Unidos, Según Harrington (1997), existen diez actividades de mejoramiento que deberían formar parte de toda empresa, sea grande o pequeña:

1. Obtener el compromiso de la alta dirección.
2. Establecer un consejo directivo de mejoramiento.
3. Conseguir la participación total de la administración.
4. Asegurar la participación en equipos de los empleados.
5. Conseguir la participación individual.
6. Establecer equipos de mejoramiento de los sistemas (equipos de control de los procesos).
7. Desarrollar actividades con la participación de los proveedores.
8. Establecer actividades que aseguren la calidad de los sistemas.
9. Desarrollar e implantar planes de mejoramiento a corto plazo y una estrategia de mejoramiento a largo plazo.
10. Establecer un sistema de reconocimientos.

A continuación se detallan las diez actividades de mejoramiento propuestas por Harrington:

1. *Compromiso de la Alta Dirección:*

El proceso de mejoramiento debe comenzar desde los principales directivos y progresa en la medida al grado de compromiso que éstos adquieran, es decir, en el interés que pongan por superarse y por ser cada día mejor.

2. *Consejo Directivo del Mejoramiento:*

Está constituido por un grupo de ejecutivos de primer nivel, quienes estudiarán el proceso de mejoramiento productivo y buscarán adaptarlo a las necesidades de la compañía.

3. *Participación Total de la Administración:*

El equipo de administración es un conjunto de responsables de la implantación del proceso de mejoramiento. Eso implica la participación activa de todos los ejecutivos y supervisores de la organización. Cada ejecutivo debe participar en un curso de capacitación que le permita conocer nuevos estándares de la compañía y las técnicas de mejoramiento respectivas.

4. *Participación de los Empleados:*

Una vez que el equipo de administradores esté capacitado en el proceso, se darán las condiciones para involucrar a los empleados. Esto lo lleva a cabo el gerente o supervisor de

primera línea de cada departamento, quien es responsable de adiestrar a sus subordinados, empleando las técnicas que él aprendió.

5. *Participación Individual:*

Es importante desarrollar sistemas que brinden a todos los individuos los medios para que contribuyan, sean medidos y se les reconozcan sus aportaciones personales en beneficio del mejoramiento.

6. *Equipos de Mejoramiento de los Sistemas (equipos de control de los procesos):*

Toda actividad que se repite es un proceso que puede controlarse. Para ello se elaboran diagramas de flujo de los procesos, después se le incluyen mediciones, controles y bucles de retroalimentación. Para la aplicación de este proceso se debe contar con un solo individuo responsable del funcionamiento completo de dicho proceso.

7. *Actividades con Participación de los Proveedores:*

Todo proceso exitoso de mejoramiento debe tomar en cuenta a las contribuciones de los proveedores.

8. *Aseguramiento de la Calidad:*

Los recursos para el aseguramiento de la calidad, que se dedican a la solución de problemas relacionados con los productos, deben reorientarse hacia el control de los sistemas que ayudan a mejorar las operaciones y así evitar que se presenten problemas.

9. *Planes de Calidad a Corto Plazo y Estrategias de Calidad a Largo Plazo:*

Cada compañía debe desarrollar una estrategia de calidad a largo plazo. Después debe asegurarse de que todo el grupo administrativo comprenda la estrategia de manera que sus integrantes puedan elaborar planes a corto plazo detallados, que aseguren que las actividades de los grupos coincidan y respalden la estrategia a largo plazo.

10. Sistema de Reconocimientos:

El proceso de mejoramiento pretende cambiar la forma de pensar de las personas acerca de los errores. Para ello existen dos maneras de reforzar la aplicación de los cambios deseados: castigar a todos los que no logren hacer bien su trabajo todo el tiempo, o premiar a todos los individuos y grupos cuando alcancen una meta con realicen una importante aportación al proceso de mejoramiento.

2.6. Pasos para el Mejoramiento Continuo

Según Gómez (1992), los siete pasos del proceso de mejoramiento continuo son:

- 1° Paso: Selección de los problemas y oportunidades de mejora
- 2° Paso: Cuantificación y subdivisión del problema
- 3° Paso: Análisis de las causas, raíces específicas.
- 4° Paso: Establecimiento de los niveles de desempeño exigidos (metas de mejoramiento).
- 5° Paso: Definición y programación de soluciones
- 6° Paso: Implantación de soluciones
- 7° Paso: Acciones de Garantía

Primer Paso: Selección de los Problemas y Oportunidades de Mejora

Este paso tiene como objetivo la identificación y selección de los problemas de calidad y productividad del departamento o unidad bajo análisis.

Este primer paso consiste en las siguientes actividades:

- a) Aclarar los conceptos de calidad y productividad.
- b) Elaborar un diagrama de caracterización de la unidad, en términos generales: clientes, productos y servicios, atributos de los mismos, principales procesos e insumos utilizados.
- c) Definir en qué consiste un problema de calidad y productividad como desviación de una norma.
- d) Listar en el grupo los problemas de calidad y productividad en la unidad de análisis.
- e) Seleccionar las oportunidades de mejora a abordar a través de la aplicación de una matriz de criterios múltiples.

Este es un paso clave dentro del proceso, por lo que debe dedicarse el tiempo necesario evitando pasar por alto actividades, sin que el equipo de trabajo haya asimilado suficientemente el objetivo de las mismas. Debe considerarse que luego de cubiertos los siete pasos, (el primer ciclo), en los ciclos de mejoramiento posteriores se profundizará con mayor conocimiento, por la experiencia vivida. Esta recomendación es válida para todas las actividades y pasos, la exagerada rigurosidad no es recomendable en los primeros proyectos y debe dosificarse, teniendo presente que el equipo de mejora es como una persona que primero debe gatear luego caminar, luego trotar, para finalmente correr a alta velocidad la carrera del mejoramiento continuo.

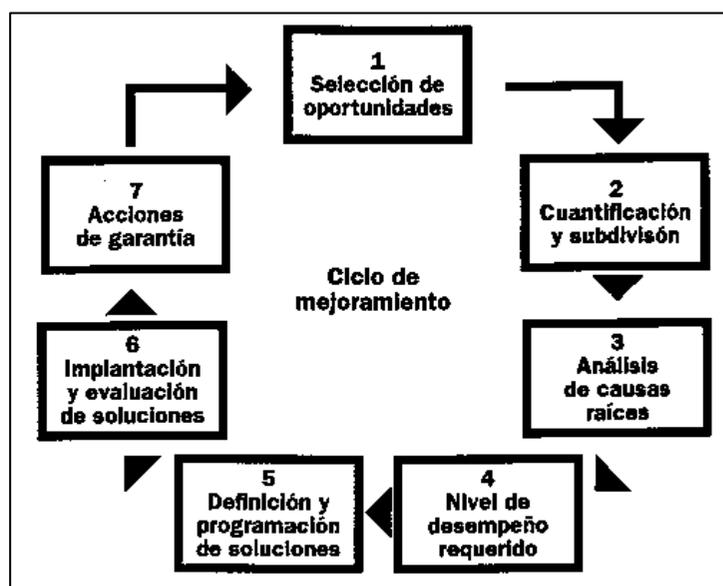
Segundo Paso: Cuantificación y Subdivisión del Problema u Oportunidad de Mejora

El objetivo de este paso es precisar mejor la definición del problema, su cuantificación y la posible subdivisión en subproblemas o causas síntomas.

Se trata de afinar el análisis del problema realizando las siguientes actividades:

- Establecer el o los tipos de indicadores que darán cuenta o reflejen el problema y, a través de ellos, verificar si la definición del problema guarda o no coherencia con los mismos, en caso negativo debe redefinirse el problema o los indicadores.
- Estratificar y/o subdividir el problema en sus causas-síntomas.
- Cuantificar el impacto de cada subdivisión y darles prioridad.

Figura 2.1: Pasos para el mejoramiento continuo, ciclo de mejoramiento.



Gómez (1992)

Tercer Paso: Análisis de las Causas Raíces Específicas.

El objetivo de este paso es identificar y verificar las causas raíces específicas del problema en cuestión, aquellas cuya eliminación garantizará la no recurrencia del mismo. Por supuesto, la especificación de las causas raíces dependerá de lo bien que haya sido realizado el paso anterior.

Nuevamente en este paso se impone la necesidad de hacer medible el impacto o influencia de la causa a través de indicadores que den cuenta de la misma, de manera de ir extrayendo la causa más significativa y poder analizar cuánto del problema será superado al erradicar la misma.

Cuarto Paso: Establecimiento del Nivel de Desempeño Deseado (Metas de Mejoramiento).

El objetivo de este paso es establecer el nivel de desempeño exigido al sistema o unidad y las metas a alcanzar sucesivamente.

Las actividades a seguir en este paso son:

- a) Establecer los niveles de desempeño exigidos al sistema a partir de, según el caso, las expectativas del cliente, los requerimientos de orden superior (valores, políticas, objetivos de la empresa) fijados por la alta gerencia y la situación de los competidores.
- b) Graduar el logro del nivel de desempeño exigido bajo el supuesto de eliminar las causas raíces identificadas, esta actividad tendrá mayor precisión en la medida que los dos pasos anteriores hayan tenido mayor rigurosidad en el análisis.

En los primeros ciclos de mejoramiento es preferible no establecer metas o niveles de desempeño demasiado ambiciosos para evitar desmotivación o frustración del equipo; más bien con niveles alcanzables, pero retadores, se fortalece la credibilidad y el aprendizaje.

Quinto Paso: Diseño y Programación de Soluciones

El objetivo de este paso es identificar y programar las soluciones que incidirán significativamente en la eliminación de las causas raíces. En una organización donde no ha habido un proceso de mejoramiento sistemático y donde las acciones de mantenimiento y control dejan mucho que desear, las soluciones tienden a ser obvias, sin embargo, en procesos más avanzados las soluciones no son tan obvias y requieren, según el nivel de complejidad, un enfoque creativo en su diseño. En todo caso, cuando la identificación de causas ha sido bien desarrollada, las soluciones hasta para los problemas inicialmente complejos aparecen como obvias.

No debe descartarse a priori ninguna solución por descabellada o ingenua que parezca, a veces detrás de estas ideas se esconde una solución brillante o parte de la solución.

Para que el proceso de implantación sea fluido es recomendable evitar implantarlo todo a la vez (a menos que sea obvia e inmediata la solución) y hacer énfasis en la programación, en el quién y cuándo.

A veces, durante el diseño de soluciones, se encuentran nuevas causas o se verifica lo errático de algunos análisis. Esto no debe preocupar, ya que es parte del proceso aprender a conocer a fondo el sistema sobre o en el cual se trabaja. En estos casos se debe regresar al 3er. paso para realizar los ajustes correspondientes.

Sexto Paso: Implantación de Soluciones

Este paso tiene dos objetivos:

- 1) Probar la efectividad de la(s) solución(es) y hacer los ajustes necesarios para llegar a una definitiva.
- 2) Asegurarse que las soluciones sean asimiladas e implementadas adecuadamente por la organización en el trabajo diario.

Las actividades a realizar en esta etapa estarán determinadas por el programa de acciones, sin embargo, además de la implantación en sí misma, es clave durante este paso el seguimiento, por parte del equipo, de la ejecución y de los reajustes que se vaya determinando necesarios sobre la marcha. También se deben verificar los valores que alcanzan los indicadores de desempeño seleccionados.

Una vez establecido el programa de acciones de mejora con la identificación de responsabilidades y tiempos de ejecución, es recomendable presentar el mismo al nivel jerárquico superior de la unidad o grupo de mejora, a objeto de lograr su aprobación, colaboración y compromiso.

A veces es conveniente iniciar la implementación con una experiencia piloto que sirva como prueba de campo de la solución propuesta, ello nos permitirá hacer una evaluación inicial de la solución tanto a nivel de proceso (métodos, secuencias, participantes) como de resultados. En esta experiencia será posible identificar resultados no esperados, factores no tomados en cuenta y efectos colaterales no deseados.

A este nivel, el proceso de mejoramiento ya implementado comienza a recibir los beneficios de la retroalimentación de la información, la cual va a generar ajustes y replanteamientos de las primeras etapas del proceso de mejoramiento.

Séptimo Paso: Establecimiento de Acciones de Garantía

El objetivo de este paso es asegurar el mantenimiento del nuevo nivel de desempeño alcanzado. Es este un paso fundamental al cual pocas veces se le presta la debida atención. De él dependerá la estabilidad en los resultados y la acumulación de aprendizaje para profundizar el proceso.

En este paso deben quedar asignadas las responsabilidades de seguimiento permanente y determinarse la frecuencia y distribución de los reportes de desempeño. Es necesario diseñar acciones de garantía contra el retroceso, en los resultados, las cuales serán útiles para llevar adelante las acciones de mantenimiento.

En términos generales éstas son:

- b) Normalización de procedimientos, métodos o prácticas operativas.
- c) Entrenamiento y desarrollo del personal en las normas y prácticas implantadas.
- d) Incorporación de los nuevos niveles de desempeño, al proceso de control de gestión de la unidad.
- e) Documentación y difusión de la historia del proceso de mejoramiento.

Esta última actividad es de gran importancia para reforzar y reconocer los esfuerzos y logros alcanzados e iniciar un nuevo ciclo de mejoramiento.

Puede ocurrir que el esfuerzo realizado para mejorar el nivel de desempeño en un aspecto parcial de la calidad y productividad afecte las causas raíces que también impactan en otros aspectos y se producen así efectos colaterales de mejora en los mismos, debido a una sinergia de causas y efectos que multiplican entonces los resultados del mejoramiento.

Es en este paso donde se ve con más claridad la importancia en el uso de las gráficas de control, las nociones de variación y desviación y de proceso estable, ya que, para garantizar el desempeño, dichos conceptos y herramientas son de gran utilidad.

2.7. Resumen

El mejoramiento continuo es una herramienta que en la actualidad es fundamental para todas las empresas porque les permite renovar los distintos procesos que realizan, lo cual hace que las empresas estén en constante actualización; además, permite que las organizaciones sean más eficientes y competitivas, fortalezas que le ayudarán a permanecer en el mercado.

Para el caso del sistema propuesto en esta investigación, el mejoramiento continuo esta orientado a los procesos involucrados en una obra de construcción, principalmente a los relacionados con la productividad de la obra, esto involucra aspectos como el control de los costos, la optimización de los recursos y el cumplimiento de plazos, pero sin dejar de lado un aspecto fundamental, la calidad.

III. BENCHMMARKING

3.1 Introducción

En el presente capítulo desarrolla ampliamente el tema del benchmarking. Se realiza una reseña de los orígenes del concepto, se presentan algunas definiciones de distintos autores y se realiza una definición propia del concepto adaptada a los objetivos y alcances de esta investigación. Además se presentan los tipos de benchmarking que es posible realizar, su aplicación en la industria de la construcción y se describe una iniciativa nacional, el Sistema Nacional de Benchmarking.

3.2 Breve Reseña Histórica *

La cronología que se presenta aquí es la de Xerox Corporation. Xerox tuvo la fortuna de descubrir y aplicar benchmarking a principios de su campaña para combatir a la competencia. En 1979 Xerox inició un proceso denominado benchmarking competitivo. El benchmarking se inició primero en las operaciones industriales de Xerox para examinar sus costos de producción unitarios. Se hicieron comparaciones de productos seleccionados y se hicieron comparaciones de la capacidad y características de operación de máquinas de copiar de los competidores y se desarmaron sus componentes mecánicos para analizarlos. Estas primeras etapas de benchmarking se conocieron como comparaciones de calidad y las características del producto.

El benchmarking se formalizó con el análisis de las copadoras producidas por Fuji - Xerox, la afiliada japonesa de Xerox, y más tarde otras máquinas fabricadas en Japón. Se identificó que los competidores vendían las máquinas al mismo precio que a Xerox les costaba producirlas por lo que se cambió el estilo de producción en EE.UU. para adoptar las metas de benchmark fijadas externamente para impulsar sus planes de negocios. Debido al gran éxito de identificar los nuevos procesos de los competidores, los nuevos componentes de fabricación y los costos de producción, la alta gerencia ordenó que en todas las unidades de negocios se utilizara el benchmarking y el 1983 el director general ordenó la prioridad de alcanzar el liderazgo a través de la calidad y el benchmarking se contempló, junto con la participación de los empleados y el proceso de calidad, como fundamental para lograr la calidad en todos los productos y procesos.

Antes de 1981 la mayoría de las operaciones industriales hacían las comparaciones con operaciones internas, el benchmarking cambió esto, ya que se empezó a notar la importancia de ver los procesos y productos de la competencia, así como el considerar otras actividades diferentes a la producción como las ventas, servicio post venta, etc. como partes o procesos

* Basado en Morales (1997)

capaces de ser sometidos a un estudio de benchmarking. Aunque durante esta etapa, el benchmarking ayudó a las empresas a mejorar sus procesos mediante el estudio de la competencia, no representaba la etapa final de la evolución del benchmarking, sino que después se comprendió que la comparación con la competencia a parte de ser difícil, por la dificultad de conseguir y compartir información, sólo ayudaría a igualarlos, pero jamás a superarlos y a ser más competitivos. Fue por lo anterior que se buscó una nueva forma de hacer benchmarking, que permitiera ser superiores, por lo que se llegó a la reconocer que el benchmarking representa descubrir las mejores prácticas donde quiera que estas existan.

3.3 ¿Qué es benchmarking?

En la literatura es posible encontrar muchas y variadas definiciones para el benchmarking, a continuación se presentan algunas de ellas.

Una definición formal, que se derivo de la experiencia y los éxitos de los primeros días de aplicar las técnicas del benchmarking al área de la fabricación en Xerox Corporation, sería la siguiente:

Benchmarking es el proceso continuo de medir productos, servicios y prácticas contra los competidores más duros o aquellas compañías reconocidas como líderes en la industria. (David T. Kearns, director general de Xerox Corporation). (Morales, 1997).

Esta definición presenta aspectos importantes tales como el concepto de continuidad, ya que el benchmarking no sólo es un proceso que se hace una vez y se olvida, sino que es un proceso continuo y constante. Otro aspecto es el de la medición, ya que esta está implicada en el proceso de benchmarking, pues se tienen que medir los procesos propios y los de otros para poder compararlos. También se puede ver en esta definición, que se puede aplicar benchmarking a todas las facetas de un negocio. Y finalmente la definición implica que el benchmarking se debe dirigir hacia aquellas empresas y funciones de negocios dentro de las empresas que son reconocidas como las mejores o como las líderes de la industria (Morales, 1997).

Una definición más amplia y general la entrega Camp (1989), basada también en su experiencia en Xerox y define al benchmarking como:

Benchmarking es la búsqueda de las mejores prácticas de la industria que conducen a un desempeño superior.

En esta definición el autor señala una visión muy generalizada del benchmarking. El foco de la definición esta en adoptar la “mejor practica” o método para lograr un desempeño superior. No obstante no hay en la definición un énfasis en buscar la “mejor practica” en los competidores, ni donde la búsqueda de esta practica se debe concentrar. Es decir la definición señala implícitamente que la búsqueda de las mejores prácticas debe realizarse sin importar donde esta

existe (Grillo, 1997).

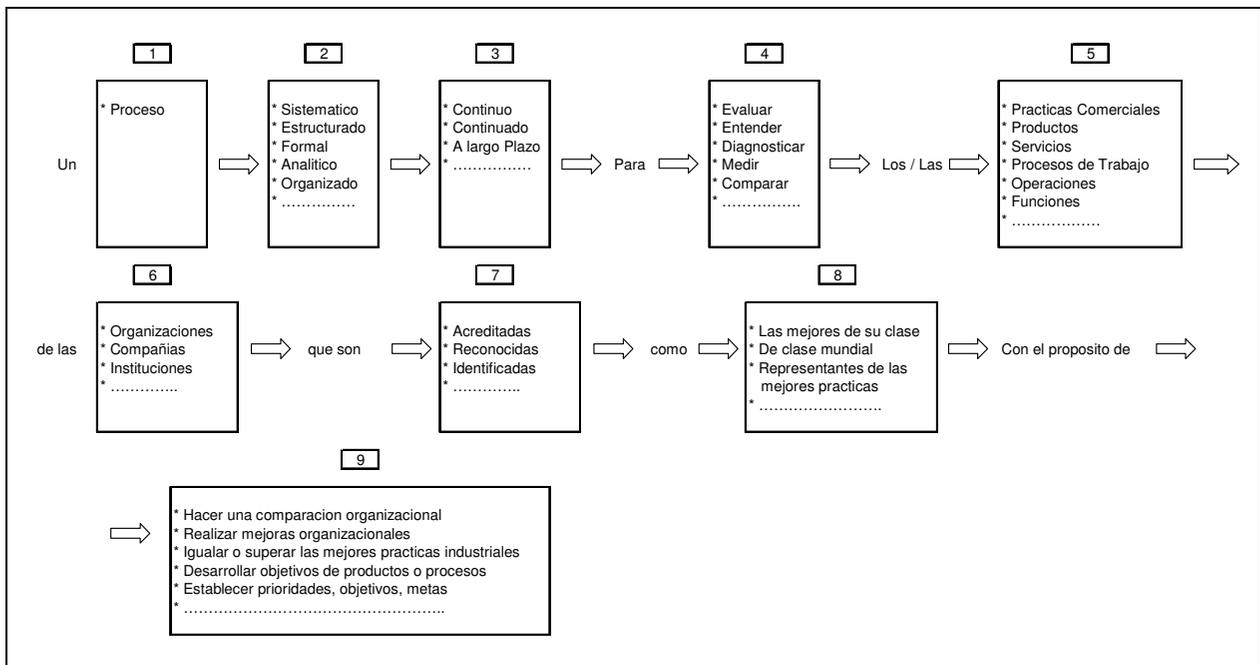
Una definición mas trabajada es:

El benchmarking es un proceso de medición sistemático y continuo; un proceso de medición y comparación continuo, de un proceso de negocio de una organización, con respecto a los líderes del negocio, en cualquier parte del mundo, para obtener información que ayudara a la organización a realizar acciones para mejorar su desempeño.

Esta definición fue desarrollada por el “International Benchmarking Clearing House” (IBC) en los Estados Unidos, y responde a las típicas preguntas ¿Qué es benchmarking?, ¿Cómo es aplicado?, ¿Con quien se realizara la comparación?, ¿Qué uso le dará la organización a la información? (Grillo, 1997).

Una propuesta interesante es la dada por Spendolini (1994), que llega a una definición después de visitar 57 empresas, entrevistar a los expertos en benchmarking, y recoger 49 definiciones. Con aquella información confecciono lo que llamo el “menú de benchmarking”, el cual permite crear una definición de benchmarking basándose en la experiencia y características propias de cada empresa. Ver figura 3.1. El único requisito para usar este menú es que se incluya al menos una palabra de cada uno de los nueve grupos. Cada grupo se incluyó con un fin, una definición de benchmarking debe reflejar la consideración de cada uno de los nueve elementos claves.

Figura 3.1: El menú de benchmarking de Spendolini



Spendolini, 1994

Una definición más cercana a lo que es esta investigación, y al ámbito al que esta dirigida, es la que entrega la Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción (2002).

Benchmarking se trata de la comparación y medición del desempeño propio, respecto al de otros, en actividades claves del negocio, para luego usar las lecciones aprendidas del mejor con el objetivo de establecer metas de mejoramiento. Involucra responder a dos preguntas, ¿quién es el mejor, y por qué es el mejor?, con el objetivo de usar esa información para hacer cambios que llevarán a mejoramientos significativos. El mejor desempeño logrado en la práctica es el benchmark o meta. Un benchmark es en palabras simples es “el mejor de la clase”, es decir el mejor nivel de desempeño logrado por un proceso o actividad específica y este es usado como referencia para la comparación en el benchmarking.

En esta definición aparecen los conceptos de: “desempeño”, “actividades clave” y “mejoramiento”. Estos conceptos serán de gran importancia a lo largo de esta investigación.

Por lo que podemos ver existen varias definiciones sobre lo que es benchmarking, y aunque difieren en algunos aspectos también se puede notar que concuerdan o presentan una serie de elementos comunes. Para empezar, en la mayoría de ellas se resalta el hecho de que benchmarking es un proceso continuo y no sólo una panacea que al aplicarla en nuestra empresa resuelva los problemas de la misma, sino que es un proceso que se aplicará una y otra vez ya que dicho proceso está en búsqueda constante de las mejores prácticas de la industria, y como sabemos la industria está en un cambio constante y para adaptarse a dicho cambio desarrolla nuevas practicas, por lo que no se puede asegurar que las mejores prácticas de hoy lo serán también de mañana.

Otro de los puntos importantes que se mencionan es el hecho de que benchmarking no es una receta de cocina, sino que es un proceso de descubrimiento y aprendizaje continuo en el cual es de suma importancia el concepto de medición y de comparación.

También se vio en las diferentes definiciones que este proceso no sólo es aplicable a las operaciones de producción, sino que puede aplicarse a todas la fases de un negocio, desde compras hasta los servicios post venta, por lo que benchmarking es una herramienta que nos ayuda a mejorar todos los aspectos y operaciones del negocio, hasta el punto de ser los mejores en la industria, observando aspectos tales como la calidad y la productividad en el negocio.

De igual manera podemos concluir que es de suma importancia el hecho de que este proceso se concentrará en las prácticas y operaciones de negocios de las empresas que sean reconocidas como las mejores prácticas de la industria. Por lo cual es una nueva forma de administrar ya que cambia la práctica de compararse sólo internamente a comparar nuestras operaciones en base a estándares impuestos externamente por las empresas reconocidas como los líderes del negocio o aquellos que tienen la excelencia dentro de la industria.

No obstante la comparación de las prácticas internas de la organización es indispensable,

ya que es el punto de partida de un proceso de mejoramiento, dado que si no son superados los benchmarks propios será imposible poder igualar las marcas de los mejores de la industria. Esto quiere decir que para poder llegar a realizar un benchmarking externo primero se debe realizar un proceso de comparación y mejoramiento dentro de la propia empresa, para así poder conocer las capacidades reales de la organización y enfrentar en el mejor pie posible el desafío de realizar un benchmarking externo.

A partir de todo lo anterior fue posible desarrollar una definición que representa de mejor manera el papel que el benchmarking jugara en esta investigación, de esta manera se llevo a:

Benchmarking es un proceso sistemático y continuo para medir el desempeño de los procesos de trabajo dentro de una organización, para luego compararlo con el desempeño de otro considerado como el mejor o con algún otro estándar, interno o externo, con el objetivo de igualarlo y luego superarlo, para así establecer metas, lograr el mejoramiento continuo de los procesos y como consecuencia mejorar el desempeño general de la organización.

3.4 Objetivos del Benchmarking

El benchmarking es un proceso positivo y proactivo que puede cambiar las operaciones que intervienen en el negocio de una manera estructurada con el propósito de lograr un desempeño superior. Este proceso provee a la administración de una herramienta para poder medir, comparar y evaluar continuamente cualquier operación, producto, proceso o servicio de la organización, con los mejores de su área, como así también en forma interna. Lo anterior implica una constante investigación de las mejores practicas tanto dentro como fuera de la industria con el fin de ser incorporadas a la organización. Lo anterior se resume en la Figura 3.2, donde se indican sus objetivos principales (Lema, 1995).

3.5 Algunos Aspectos y Características del Benchmarking

A continuación se presentan algunos aspectos y características interesantes del benchmarking, desarrolladas por la Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción en el artículo titulado “Que es Benchmarking” (2002).

a) **Beneficios del Benchmarking**

Para mantenerse competitivo, las organizaciones líderes regularmente comparan sus propios productos, servicios o procesos de negocios con los mejores dentro o fuera de su industria, buscando descubrir e implementar mejores prácticas de cualquier fuente.

Muchas organizaciones alrededor del mundo se han dado cuenta que obtienen significativas ganancias al realizar un benchmarking de sus actividades, y que el tiempo y esfuerzo requerido es recompensado con creces.

Los beneficios incluyen:

- Mejor desempeño en el cumplimiento de las necesidades y requerimientos del cliente.
- Establecer objetivos y metas efectivas de negocio.
- Medir en forma verdadera la productividad.
- Lograr ser más competitivo.
- Identificar e implementar mejores prácticas en los procesos del negocio.

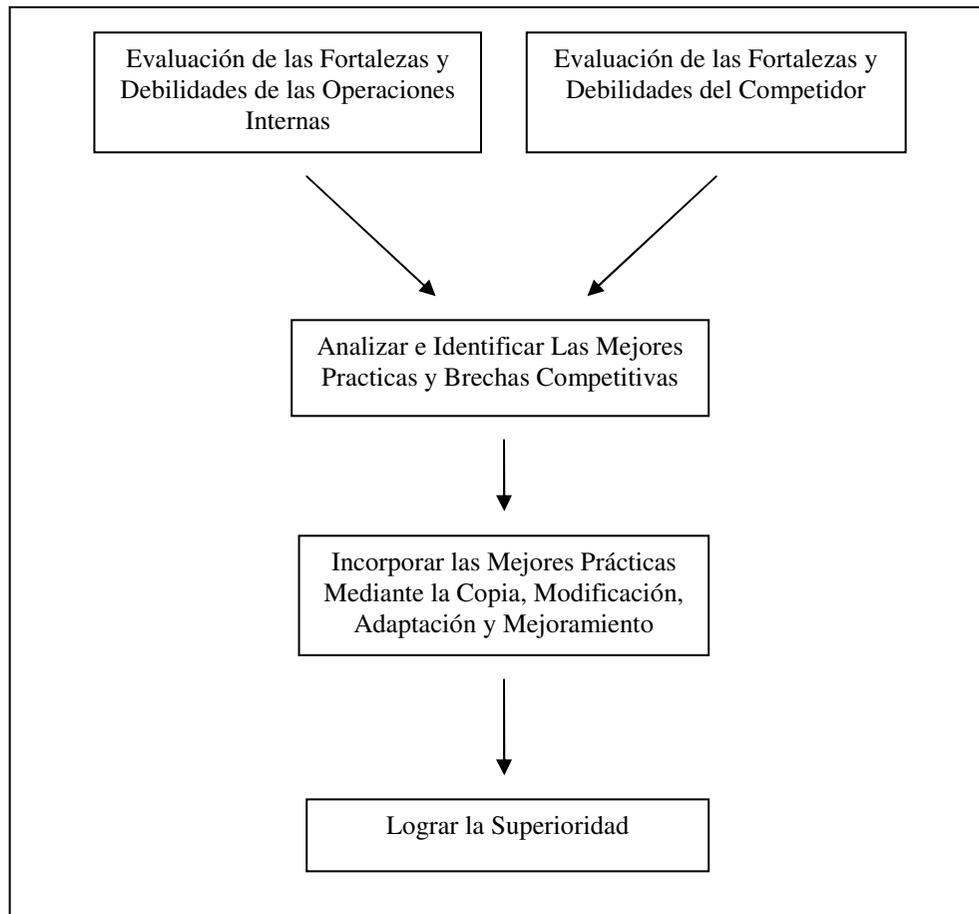
b) **¿Qué Requiere un Benchmarking Exitoso?**

En la práctica, los principales requerimientos para el éxito son:

- Un fuerte y activo compromiso de la gerencia superior para liderar e implementar el proceso de benchmarking.
- Un deseo de cambiar y adaptarse, basado en los descubrimientos del benchmarking.
- Darse cuenta que la competencia está constantemente cambiando.
- Ser abierto a nuevas ideas, junto con creatividad e innovación en su aplicación, en los procesos existentes.
- Un esfuerzo continuo de benchmarking.
- Voluntad de compartir información con los socios del benchmarking

De estas, la más crítica es el compromiso de la gerencia superior. Para prevenir que el benchmarking se convierta en una “foto” académica de cómo una organización está desempeñándose, la gerencia superior necesita ser la dueña del proceso y ser vista como la que lo dirige.

Figura 3.2: Objetivos del Benchmarking



(Lema, 1995).

Si uno trata este proceso como un desafío, en vez de una imposición, uno encontrará que la mayoría de la gente responde con entusiasmo. Lo imposible se transforma en alcanzable; y lo alcanzable se convierte en la norma.

c) ¿Cuáles son las Trampas que Impiden un Exitoso Benchmarking?

Cuando se está implementando el benchmarking hay que tener cuidado de lo siguiente:

- No intentar medir muchas cosas al empezar. Elegir dos o tres áreas claves, y luego gradualmente agregar otras sobre el tiempo.
- No perder el tiempo realizando el benchmarking de cosas que sólo son “bueno conocer”. Todo benchmark debiera estar apuntado a mejorar el desempeño de un área que contribuya a las utilidades de negocio o la satisfacción del cliente.
- Ser preciso en definir lo que uno quiere
- Probar sus benchmarks internamente antes de consultar con empresas de afuera.

- Recordar que las prioridades de su organización pueden cambiar con el tiempo, y por ende los benchmarks debieran ser revisados regularmente (y cambiados si es necesario) para reflejar esto.

d) **Los Cinco Pasos para un Benchmarking Exitoso**

Los cinco pasos claves en un proceso de benchmarking son:

- Planificar: Establecer claramente qué necesita ser mejorado (asegurar que es importante para uno y para sus clientes), determinar la metodología de recolección de información a ser usada (incluyendo cualquier ID).
- Análisis: Recolectar la información y determinar la actual brecha de desempeño (con respecto a un competidor, la industria o internamente) e identificar las razones por las que existe diferencia.
- Acción: Desarrollar e implementar planes de mejoramiento y metas de desempeño.
- Revisión: Comparar el desempeño con las metas de desempeño.
- Repetición: Repetir todo el proceso, el benchmarking necesita convertirse en un hábito, si uno se ha tomado en serio el mejorar su desempeño.

3.6 Tipos de Benchmarking

3.6.1 Benchmarking Interno

En la mayor parte de las grandes empresas con múltiples divisiones o internacionales hay funciones similares en diferentes unidades de operación. Una de las investigaciones de benchmarking más fácil es comparar estas operaciones internas. Debe contarse con facilidad con datos e información y no existir problemas de confidencialidad. Los datos y la información pueden ser tan amplios y completos como se desee (Morales, 1997). De todos los métodos estudiados es el más directo. La organización analizando sus propios procesos puede descubrir que una determinada unidad de operación se desempeña mejor que otra, entonces el desafío para las otras unidades es como poder transferir esta mejor practica e implementarla (McCabe, 2001).

Este primer paso en las investigaciones de benchmarking es una base excelente no sólo para descubrir diferencias de interés sino también centrar la atención en los temas críticos a que se enfrentará o que sean de interés para comprender las prácticas provenientes de investigaciones externas. También pueden ayudar a definir el alcance de un estudio externo (Morales, 1997).

Otro aspecto positivo que se desprende de realizar un benchmarking interno es que se estimula la comunicación entre departamentos y el trabajo en equipo, ya que permite a las personas entender que es lo que acontece en el resto de la organización (Ramírez, 2002). Las principales características del benchmarking interno se aprecian en la Figura 3.3

3.6.2 Benchmarking Competitivo

Consiste en la comparación del desempeño de una organización con sus competidores directos (Lema, 1995). Los competidores directos son contra quienes resulta más obvio llevar a cabo el benchmarking. Ellos cumplirían, o deberían hacerlo, con todas las pruebas de comparabilidad. En definitiva cualquier investigación de benchmarking debe mostrar cuales son las ventajas y desventajas comparativas entre los competidores directos (Morales, 1997). Claramente, si una empresa repentinamente muestra una ventaja competitiva que la hace sobresalir, el resto tendrá y probablemente estarán forzadas a seguirlas para mantenerse en el mercado (Ramírez, 2002). Uno de los aspectos más importantes dentro de este tipo de investigación a considerar, es el hecho que puede ser realmente difícil obtener información sobre las operaciones de los competidores. Quizá sea imposible obtener información debido a que está patentada y es la base de la ventaja competitiva de la empresa (Morales, 1997).

3.6.3 Benchmarking Funcional

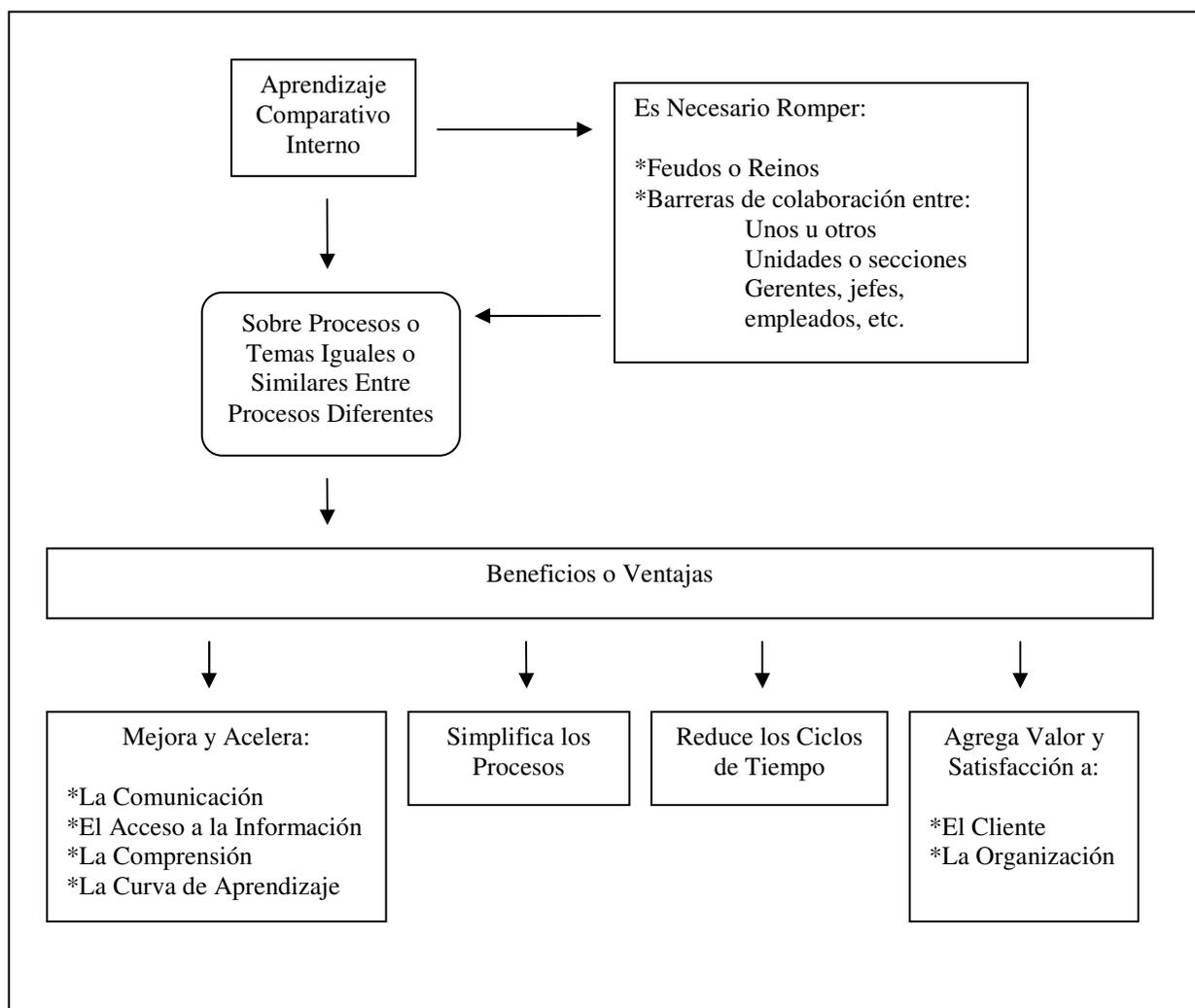
En esta clase de benchmarking la comparación se hace respecto a los líderes de una industria o con respecto a otros de la misma industria que brindan el mismo tipo de productos o servicios, pero no son competidores en el mismo mercado (Evans, 1995). No es necesario concentrarse únicamente en los competidores directos de productos. Existe una gran posibilidad de identificar competidores funcionales o líderes de la industria para utilizarlos en el benchmarking incluso si se encuentran en industrias disímiles. Este tipo de benchmarking ha demostrado ser productivo, ya que fomenta el interés por la investigación y los datos compartidos, debido a que no existe el problema de la confidencialidad de la información entre las empresas disímiles sino que también existe un interés natural para comprender las prácticas en otro lugar (Morales, 1997).

3.6.4 Benchmarking Genérico

El benchmarking genérico implica dividir a la organización en funciones o procesos y comparar estas actividades. Estas funciones o procesos pueden ser las mismas con independencia de la disimilitud de las industrias, por ejemplo el despacho de pedidos, la gestión del recurso

humano, etc. (Ramírez, 2002). El beneficio de esta forma de benchmarking, la más pura, es que se pueden descubrir prácticas y métodos que no se implementan en la industria propia del investigador. Este tipo de investigación tiene la posibilidad de revelar la mejor de las mejores prácticas. La necesidad mayor es de objetividad y receptividad por parte del investigador. Que mejor prueba de la posibilidad de ponerlo en práctica se pudiera obtener que el hecho de que la tecnología ya se ha probado y se encuentra en uso en todas partes. El benchmarking genérico requiere de una amplia conceptualización, pero con una comprensión cuidadosa del proceso genérico. Es el concepto de benchmarking más difícil para obtener aceptación y uso, pero probablemente es el que tiene mayor rendimiento a largo plazo (Morales, 1997).

Figura 3.3: Características del benchmarking interno



(Rico, 1996)

3.6.5 Benchmarking con Terceras Partes o Colaborativo

Este tipo de benchmarking implica el servicio de un grupo de consultores externos en el desarrollo de una base de datos que resumirá las prácticas actuales en una industria en particular. Las mejores prácticas pero toda referencia a la compañía específica es removida con el fin de asegurar el anonimato en el proceso de benchmarking. Las mejores compañías insisten en mantener el anonimato, y no están dispuestas a brindar información, a menos que la confiabilidad esté garantizada. El benchmarking con terceras partes logra superar las desventajas más importantes del benchmarking competitivo, que es la información limitada que de la que se dispone (Grillo, 1997).

3.7 Principales Aspectos del Benchmarking

El benchmarking ha sido presentado como una herramienta para la mejora de las prácticas dentro de los negocios para llegar a ser más competitivos dentro de un mercado cada vez más difícil. Esta competitividad está dirigida principalmente a los siguientes aspectos según Morales (1997).

a) Calidad

La calidad se refiere al nivel de valor creado de los productos para el cliente sobre el costo de producirlos. Dentro de este aspecto el benchmarking puede ser muy importante para saber la forma en que las otras empresas forman y manejan sus sistemas de calidad, aparte de poder ser usado desde un punto de vista de calidad conforme a la calidad percibida por los clientes, la cual es determinada por la relación con el cliente, la satisfacción del mismo y por último las comparaciones con la competencia. También se puede ver el aspecto de la calidad conforme a lo que se llama calidad relativa a normas, la cual se refiere a diseñar sistemas de calidad que aseguren que la calidad resultante de los mismos se apegará o cumplirá con especificaciones y estándares predeterminados, lo cual se puede hacer a través de revisar el proceso de desarrollo y diseño, los procesos de producción y distribución y los procesos de apoyo como contabilidad, finanzas, etc.

b) Productividad

El benchmarking de productividad es la búsqueda de la excelencia en las áreas que controlan los recursos de entrada, y la productividad puede ser expresada por el volumen de producción y el consumo de recursos los cuales pueden ser costos o capital.

c) **Tiempo**

El estudio del tiempo, al igual que de la calidad, simboliza la dirección del desarrollo industrial en los años recientes. Flujos más rápidos en ventas, administración, producción y distribución han recibido una mayor atención como un factor potencial de mejora de la productividad y la competencia. El desarrollo de programas enfocados en el tiempo ha demostrado una habilidad espectacular para recortar los tiempos de entrega.

3.8 Benchmarking en la Industria de la Construcción

La diferencia entre la industria de la construcción y las otras radica en que sus proyectos son de gran tamaño, se construyen en situ, y generalmente son únicos. El equipo de un proyecto se conforma especialmente para llevarlo a cabo, y, en la mayoría de los casos, se disuelve cuando este llega a su término. Otra característica de estos proyectos es el alto nivel de riesgo e incertidumbres presentes. La industria de la construcción tradicionalmente lleva a cabo proyectos que resultan en la materialización de una obra o instalación que se pone al servicio de una empresa u organización. Estos proyectos se caracterizan por tener un alto impacto en el desarrollo tanto de las organizaciones como de la sociedad en general, y por lo tanto, deben ser realizados de la forma más eficiente y efectiva posible de modo de aprovechar al máximo los recursos disponibles para ello (Serpell, 2001).

Según Alarcón (1997), a diferencia de la actividad manufacturera, donde el ritmo de producción es gobernado fundamentalmente por las maquinas utilizadas en dichos procesos, la construcción depende de la administración de los flujos de información y de recursos. Esto se debe a su gran componente de trabajo en terreno, al carácter temporal de algunas de sus organizaciones y al uso intensivo de mano de obra y equipos no estacionarios.

Teniendo en cuenta todo lo anterior y al tener claros los conceptos mencionados en el punto 3.5, es posible ver que las mediciones de calidad, productividad y tiempo, son medidas de resultados, por lo que se hace evidente que en los proyectos de construcción, estas mediciones por si solas, no ayudan al mejoramiento del actual ni de los futuros proyectos de una empresa. Es por eso que para fomentar el mejoramiento continuo de los proyectos es necesario medir el desempeño de las distintas actividades que intervienen en el desarrollo del proyecto (diseño, abastecimiento, planificación, procesos constructivos, etc.). De esta manera se podrán detectar las causas de los problemas en forma oportuna y controlar los progresos logrados.

Jonsson (1997), establece que el desempeño de una empresa esta determinado (en gran medida) por el desempeño de sus faenas. Por lo tanto, es importante que el proceso de mejoramiento continuo tenga su base en las obras. Durante este proceso las mediciones que se

lleven a cabo con el propósito de evaluar los métodos de trabajo, planificación, organización, pérdidas, etc. se deben realizar frecuentemente.

Un intervalo apropiado podría ser el mensual, siendo éste intervalo el más frecuentes de los informes de avance de las obras. Sin embargo para obras de tipo repetitiva, es decir que los procesos se repiten en lapsos de tiempo más breves, es necesario usar intervalos de medición más cortos, como semanas e incluso días. En el caso de obras más complejas el periodo de medición debe ser mayor (Grillo, 1997).

Cabe destacar que la total de las iniciativas de benchmarking realizadas en la industria de la construcción han utilizado la modalidad de terceras partes o colaborativo, es decir, un ente independiente a las empresas participantes recolecta la información, la administra y genera reportes identificando las mejores prácticas dentro del círculo de participantes. En la actualidad, el benchmarking se realiza a través de clubes de benchmarking, establecimientos dedicados a la investigación o universidades (Ramírez, 2002).

3.9 Benchmarking en Chile, Sistema Nacional de Benchmarking*

Durante los años 2001 y 2002 se desarrollo el primer Sistema Nacional de Benchmarking propiciado por la Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción (CDT) con la colaboración de la Pontificia Universidad Católica de Chile a través del Programa de Excelencia en Gestión de la Producción (GEPUC).

Dadas las condiciones de la Industria de la Construcción Chilena, la iniciativa del Sistema Nacional de Benchmarking apareció como una herramienta de mejoramiento real para las empresas en un corto plazo. El sistema se basa en realizar un benchmarking de terceras partes donde la CDT actúa como un organismo independiente encargado de recopilar la información, con apoyo del GEPUC. La CDT como ente independiente asegura la confiabilidad y homogeneidad de las mediciones tomadas en las empresas, además de conservar el anonimato de la procedencia de la información. Con este último aspecto se elimina la mayor desventaja de un benchmarking competitivo.

Algunas de las tareas que contempla este proyecto son:

- Entregar información a las empresas que les permita conocer sus propios indicadores y como se comparan con los demás.
- Analizar correlaciones de los indicadores de desempeño de resultados (costo, plazo, calidad) con el desempeño de procesos (rendimientos, efectividad de la planificación, etc.)

* Basado en Ramírez (2002)

- Realizar diversos tipos de análisis que ayuden a comprender las causas de las diferencias
- Identificar tendencias en la industria
- Almacenar y administrar información
- Procesar la información, es decir, realizar los cálculos estadísticos necesarios para la confección del informe que se le envía a la empresa
- Diseño y confección de informes

Los indicadores a medir por las empresas en el sistema nacional de benchmarking se muestran en la tabla 3.1.

Tabla 3.1: Indicadores de Desempeño a medir por las empresas participantes en el Sistema Nacional de Benchmarking

Área	Indicador	Unidades
Costo	Desviación de Costo por Proyecto	$(\text{Costo Real} - \text{Costo Presupuestado}) / \text{Costo Presupuestado}$
Plazo	Desviación de Plazo de Construcción	$(\text{Plazo Real} - \text{Plazo Presupuestado Inicial}) / \text{Plazo Presupuestado Inicial}$
Alcance del Proyecto	Cambio en Monto Contratado	Venta Contrato Inicial / Venta Contrato Final
Seguridad	Índice de Accidentabilidad	$(\text{N}^\circ \text{ Accidentes}) * 100 / \text{N}^\circ \text{ Total de Trabajadores}$
	Tasa de Riesgo	$(\text{N}^\circ \text{ Días Perdidos}) * 100 / \text{Promedio Anual de Trabajadores}$
Mano de Obra	Eficiencia M.O. Directa	HH Directas Presupuestada / HH Directas Reales
		Costo Presupuestado HH Directas / Costo Real HH Directas
Construcción	Productividad - Rendimiento	Venta Contrato Final / HH Directas Reales de M.O.
		Venta Contrato Final / Unidades Relevantes Ejecutadas
Subcontratos	Razón de Subcontratos	Monto Subcontratado / Venta Contrato Final
Calidad	Costo Reclamos del Cliente	Costo Reclamos del Cliente / Costo Total del Proyecto
		Costo Reclamos del Cliente / N° Reclamos del Cliente
Abastecimiento	Pedidos Urgentes	N° Pedidos Urgentes / N° Total de Pedidos
Planificación	Efectividad de Planificación	$\% \text{ Actividades Completadas} = \text{N}^\circ \text{ Actividades Completadas} / \text{N}^\circ \text{ Actividades Programadas}$

Ramírez (2002), modificada a partir de CDT, (2002)

Al observar esta tabla se puede observar que los indicadores usados en el sistema son indicadores orientados a resultados, por lo que los datos necesarios para la realización del benchmarking deben ser obtenidos de obras ya concluidas.

3.10 Resumen

El benchmarking es básicamente un proceso de comparación constante cuyo objetivo principal es lograr el mejoramiento del desempeño de determinados procesos a través de la comparación de estos con el desempeño de otro considerado como el mejor o con algún otro tipo de estándar o meta. Existen varios tipos de benchmarking, el interno, el competitivo, el funcional, el genérico y de terceras partes o colaborativo, en todos ellos existen tres aspectos fundamentales a los cuales están orientados, la calidad, la productividad y el tiempo.

IV. INDICADORES DE DESEMPEÑO EN PROYECTOS DE CONSTRUCCION

4.1 Introducción

Este capítulo tiene como objetivo mostrar el concepto de desempeño y más específicamente el de los Indicadores de Desempeño. En un principio se entrega una definición del concepto de desempeño en sí, para luego introducirse en un tema más específico, la medición de desempeño en la construcción. Luego se realiza una definición detallada de los Indicadores de Desempeño, sus características generales, tipos y las ventajas que tiene su aplicación en la construcción.

4.2 El Concepto de Desempeño

La palabra “desempeño” reúne en sí una serie de conceptos asociados a los procesos de una empresa. En particular, en la industria de la construcción involucra todos los aspectos del proceso constructivo. Oglesby asegura que se trata de un término amplio que incluye 4 elementos principales: calidad, productividad, oportunidad y seguridad. Otro autor Sink, establece una definición más amplia, que describe el desempeño de acuerdo a siete criterios en los cuales una administración que pretenda ser eficiente debe focalizar sus esfuerzos: efectividad: eficiencia, calidad, productividad, calidad de vida en el trabajo, innovación y rentabilidad (Pardo, 1998).

La anterior interpretación podría considerarse como una visión más bien clásica que intenta abordar de una manera completa la evaluación de desempeño. Las nuevas corrientes de mejoramiento en la industria, especialmente el movimiento de *Calidad Total*, han desarrollado una serie de elementos adicionales para la evaluación de desempeño que estimulen el mejoramiento continuo de las obras, entre las que destacan: pérdidas, valor del producto, tiempo de ciclo y variabilidad de las metas. Estas medidas se adaptan a estrategias nuevas que buscan el mejoramiento continuo del desempeño, a través de la reducción de pérdidas y la agregación permanente de valor a los productos. Las definiciones antes mencionadas dan una idea de los procesos de construcción que deben ser medidos, para que reflejen en forma precisa, cual es o ha sido el desempeño de un proyecto (Grillo, 1997).

4.3 Medición de Desempeño en la Industria de la Construcción.

La medición es clave para lograr el mejoramiento. El mejoramiento conduce al crecimiento y a la prosperidad. Es por eso que no debe sorprender que las organizaciones que están comprometidas en realizar mediciones sean exitosas. Sin embargo, la medición no es un proceso contable, ni solo recolectar datos. Tampoco debe tener por finalidad buscar culpables, la medición en cambio debe permitir determinar o evitar las causas que originan los problemas (Grillo, 1997).

4.3.1 La Medición de Desempeño en Empresas Constructoras Chilenas

De acuerdo a lo visto hasta ahora, es necesario analizar el caso particular de la industria de la construcción nacional para tener una noción de cual es la realidad en el país.

En el estudio “Parámetros de Desempeño para Empresas Constructoras Chilena (Alarcón, 1996), se señala que la medición de desempeño esta enfocada a los proyectos. Y más específicamente a la evaluación de cumplimiento de costos, plazos y calidad, y en un segundo plano la determinación de rendimientos de recursos durante la ejecución de las obras y al término de estas. La medición de desempeño de procesos que no sean operaciones constructivas es prácticamente inexistente. Tampoco es común en la administración de las empresas realizar comparaciones entre sus obras.

Según este estudio los indicadores mas usados en los proyectos son:

- Costo real vs presupuestado
- HH reales vs estimadas
- Rendimiento de insumos específicos
- Rentabilidad final del proyecto
- Control de avance por partida durante la ejecución
- Índices de accidentabilidad por proyecto

La mayoría de estos indicadores son usados, tanto en mediciones periódicas durante la ejecución de las obras, como al termino de estas.

Por otra parte los indicadores corporativos mas usados son:

- Rentabilidad
- Margen operacional
- Cumplimiento de objetivos de facturación
- Crecimiento de las ventas
- Índices de accidentabilidad a nivel empresa

4.3.2 Indicadores Usados en Proyectos

La investigación de Alarcón (1996), también indico que las mediciones mas usadas en los proyectos, están enfocadas hacia el control de los mismos, más que a ser un indicador de desempeño de productividad. A pesar de esto se considero útil, mencionar las mediciones e indicadores que según este estudio se manejan más frecuentemente en los proyectos.

a) Mediciones

Las mediciones utilizadas para evaluar proyectos se pueden dividir en dos tipos, aquellas que se realizan durante la ejecución del proyecto y las efectuadas una vez finalizado este. Durante la ejecución de la obra todas las empresas realizan controles similares en mayor o menor grado. Sin embargo, las principales diferencias radican en el procedimiento utilizado en la obtención de la información. Las mediciones mas usadas en las obras son:

- 1) Avance Físico: consiste básicamente en la medición de cual es la cantidad de obra que se ha ejecutado a una determinada fecha de control.
- 2) Carta de Balance: más que una medición es una herramienta que permite describir formalmente un proceso constructivo, permitiendo estudiar el método de trabajo utilizado y determinar así la cantidad más adecuada de trabajadores para una cuadrilla.
- 3) Consumo de Horas Hombre: corresponde a la medida de cantidad de mano de obra consumida.
- 4) Consumo de Horas Maquina: corresponde a la medida del consumo de maquinarias
- 5) Cumplimiento de Especificaciones y Calidad: es la medición del grado de cumplimiento de las normas, especificaciones y estándares de calidad.
- 6) Costos: esta medición implica la evaluación de los costos en que ha incurrido la obra (materiales, mano de obra, maquinaria, etc.)
- 7) Mano de Obra: corresponde a la evaluación de distintos atributos como: rendimiento, seguridad, calidad, comportamiento.
- 8) Nivel de Actividad de la Obra: esta medición consiste en determinar como se distribuye el tiempo de la mano de obra, clasificándolo en Trabajo Productivo, Trabajo Contributorio, Trabajo No-Contributorio.
- 9) Rendimientos: es la medición de la relación que existe entre el avance físico y el consumo de recursos que fue necesario para conseguir este avance.
- 10) Seguridad: corresponde a la medición de índices de seguridad, riesgo, frecuencia y estadísticas del tipo de accidentes y lesiones.

b) Controles

Los controles usados mas frecuentemente por los administradores de obra, según este estudio son:

- 1) Control de Avance: este control se realiza comparando el avance real obtenido, con el programado. Este control se lo puede utilizar tanto en partidas como en el proyecto completo.
- 2) Control de Costos: los costos reales, tanto por insumo o partida, son comparados con los costos presupuestados.
- 3) Control de Mano de Obra: este control consiste en comparar el consumo real de esta con el consumo presupuestado para el avance logrado.
- 4) Rentabilidad mensual: consiste en calcular en determinadas fechas de control la rentabilidad del proyecto, en función de los estados de pago y los costos.

c) Medición de Desempeño en Proyectos Terminados

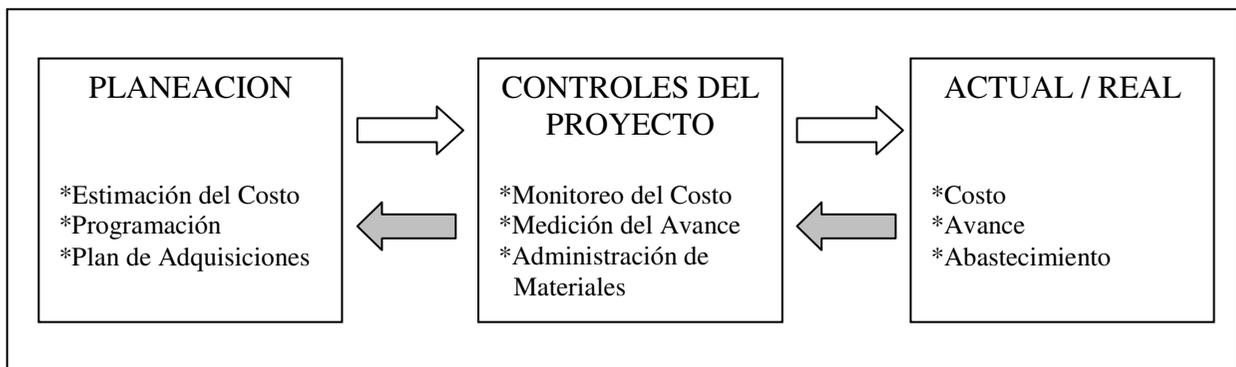
Las mediciones de desempeño de proyectos terminados, se agrupan por lo general en un “Balance o Informe Final de Obra” en el que se incluyen, además, rendimientos obtenidos, costos, detalles técnicos, soluciones constructivas, etc. La finalidad de confeccionar este informe final es principalmente tener información para futuras obras.

4.4 El Control en las Obras de Construcción

Es sabido que uno de los aspectos mas importantes en el desarrollo de un proyecto son los controles de obra. Todos los estudios de ingeniería, serian estériles si el esfuerzo desplegado se ve derrochado por una mala conducción de la obra. El control permanente, es una labor fundamental del encargado de ella, de tal modo que en todo momento sepa como va su avance, que partidas o actividades están atrasadas, las que están en ritmo, el consumo de materiales, etc. Este trabajo que parece complicado, debe ser hecho en forma sencilla y rutinaria aplicando los principios de productividad y organización, de tal modo de que con el mínimo de controles, se obtenga el máximo número de datos sobre el desempeño de la obra. Los controles de proyectos son utilizados para medir el progreso de las obras de tal manera que se pueda hacer una comparación.

La Figura 4.1 muestra esquemáticamente un proceso clásico de control de proyectos. Inicialmente se define una estimación del presupuesto, una planificación y un programa de adquisición de materiales. Los controles de proyectos, son los sistemas (control de costo, medición del progreso y administración de materiales) usados para detectar desviaciones de lo planificado (Grillo, 1997).

Figura 4.1 Controles de proyectos



Grillo, 1997

Según Sanz (2004), tradicionalmente los datos reales sobre la eficacia y eficiencia de la realización, el tiempo empleado y el costo real, obtenidos durante el proceso de control, se comparan con los estimados previamente en la planificación. Por lo tanto en la mayoría de los casos, existen solo tres marcos principales de referencia: *las especificaciones, los programas y los presupuestos*. De esta manera, según Anthony (1990), la preocupación se centra normalmente en tres interrogantes:

- ¿El trabajo completado cumplirá las especificaciones aprobadas?
- ¿Se terminara el proyecto a la fecha de conclusión programada?
- ¿Se concluirá el trabajo sin salirse del costo estimado?

Si en cualquier momento, durante la ejecución de la obra la respuesta en “no”, el administrador o director debe conocer las razones y ha de saber que hacer para corregir la situación presentada. Estas tres interrogantes no se consideran independientes entre si, pues a veces conviene hacer concesiones entre el tiempo, la calidad y el costo, cediendo en uno para beneficiar a otro (Sanz, 2004).

4.5 La Medición de Desempeño como parte del Mejoramiento Continuo en los proyectos de Construcción

La medición es importante en el mejoramiento continuo ya que esta facilita la identificación de las potenciales mejoras y permite monitorear el progreso logrado (Koskela, 1992).

El mejoramiento continuo y las funciones de mantenimiento son logrados a través del mejoramiento y el control de los procesos. En cada organización hay procesos por los cuales todo el trabajo es realizado y a su vez estos procesos pueden estar constituidos de muchas etapas. Usando diagramas de flujo, cada proceso puede ser dividido en etapas donde el trabajo fluye, se plantean cambios y se mueve a la siguiente etapa. En cada etapa las entradas cambian a resultados, y los métodos y procedimientos que dirigen el cambio de estado pueden ser constantemente mejorados para satisfacer mejor al cliente de la siguiente etapa (Grillo, 1997).

4.6 Indicadores de Desempeño

Sanz (2004), señala que la principal forma de medir el desempeño y así conseguir un adecuado control de la gestión de la empresa, es a través de la implementación de un conjunto de indicadores. Estos indicadores son compilaciones de mediciones de información que representan una expresión cuantitativa del comportamiento de una organización, de un área o de un proceso. La magnitud de estos, al ser comparada con algún otro nivel de referencia (histórico, estándar o teórico) podrá señalar una desviación sobre la cual deben tomarse acciones correctivas o preventivas según sea el caso. Su importancia radica en el hecho de que, para conseguir el conocimiento profundo de las distintas actividades de la empresa, es necesario admitir y conocer su variabilidad y las causas de las mismas, lo que es solo posible obtener a través de la medición. Conocer estos aspectos es precisamente la clave para gerenciar la organización. De esta manera, se confirma que los indicadores de desempeño constituyen herramientas útiles e indispensables para la evaluación del desempeño de la empresa, el resultado de estos permite deducir directa o indirectamente una medida del cumplimiento de las metas propuestas y a partir de esta será posible generar mecanismos de mejoramiento los cuales tendrán como consecuencia el cumplimiento de los objetivos organizacionales y por ende el éxito de la empresa.

4.7 Tipos de Indicadores de Desempeño

Los Indicadores de Desempeño pueden ser clasificados de acuerdo a distintos criterios, a continuación se presenta una clasificación basada en la propuesta por Betancourt (1996) y modificada por Sanz (2004).

4.7.1 Indicadores Suaves vs Duros

Los indicadores calificados como duros se obtienen con información de carácter objetivo, que, si se recolecta adecuadamente se independiza de quien la captura la información o realiza las mediciones. Corresponden a indicadores cuantitativos, por lo tanto pueden ser físicamente medidos por unidades, pesos, horas-hombre, etc.

Los indicadores denominados como suaves son aquellos de carácter más subjetivo y que apuntan a capturar elementos más bien intangibles como la satisfacción del cliente, el grado de satisfacción de los empleados, etc.

4.7.2 Indicadores Financieros vs No Financieros

Los indicadores financieros tienen su origen, en su mayoría, en los sistemas contables de la compañía, y son los más frecuentemente usados en el mundo occidental.

Por otra parte, los indicadores no financieros, o físicos, son más bien indicadores que se acercan más a los procesos, y a sus variables fundamentales complementando así la perspectiva financiera desde una mayor variedad de ángulos. Este tipo de indicadores conduce más fácilmente a relaciones causa-efecto entre las variables del proceso y el desempeño.

4.7.3 Indicadores Orientados a Procesos vs Indicadores Orientados a Resultados

La medición de desempeño tradicional ha estado enfocada principalmente a la medición de resultados, poniendo su atención en los logros finales de un proceso o un conjunto de procesos.

En cambio, las mediciones de proceso buscan contar con información más temprana, ya que están orientadas a etapas intermedias de la producción. Estos indicadores pretenden detectar oportunamente las desviaciones de aquellas variables que se escapen de los rangos aceptables para los niveles de calidad deseados.

Al utilizar mediciones intermedias orientadas a procesos permite una retroalimentación del desempeño más inmediata y pertinente y, por lo tanto, mucho más valiosa en cuanto a su contribución al mejoramiento.

Además, la medición de desempeño debería buscar establecer si las expectativas han sido satisfechas en las diferentes etapas de la cadena cliente-proveedor, lo que se traduce en una serie de mediciones a procesos intermedios dentro de la cadena de valor.

4.8 Criterios Utilizados por los Indicadores de Desempeño*

Existen tres criterios principales comúnmente utilizados en la evaluación de desempeño a través de indicadores:

1) Eficacia

Corresponde a la valoración del impacto de lo que se hace, del producto o del servicio que se presta. Es decir, esta relacionado con el cumplimiento de los objetivos previamente definidos para los cuales fue diseñado.

Como puede deducirse, este criterio esta muy relacionado con el concepto de calidad (adecuado al uso y satisfacción del cliente), sin embargo considera este aspecto en un sentido más amplio: calidad del sistema. La eficacia es el grado en que algo (procedimiento o servicio) puede lograr el mejor resultado posible.

2) Eficiencia

La eficiencia busca tener la capacidad de hacer correctamente las cosas y lograr resultados de acuerdo a la inversión o al esfuerzo que se realice. Es decir, está relacionado con el buen uso de los recursos: lograr lo mayor posible con aquello que contamos. De esta manera, la eficiencia se determina a través del cociente entre los resultados obtenidos y el valor de los recursos empleados. No es un valor absoluto que se alcanza por si mismo, sino que se determina por comparación con resultados obtenidos por terceros, que actúan en situaciones semejantes a las que deseamos analizar, o con algún otro estándar establecido.

Sin embargo, es necesario comprender que la falta de eficiencia no puede ser reemplazada con mayor eficacia, porque no hay nada más inútil que hacer muy bien algo que no tiene valor.

3) Efectividad

Es la relación entre los resultados logrados y los resultados propuestos, o sea permite medir el grado de cumplimiento de los objetivos planificados.

* Basado en Sanz (2004)

4.9 Recopilación de los Datos para los Indicadores^{**}

Para poder calcular los Indicadores de Desempeño es necesario combinar de alguna forma, datos que deben ser recogidos en condiciones definidas previamente. Los datos son mediciones que por si mismas no proyectan un desempeño sino hasta que son integradas en algún indicador.

De esta forma se pueden clasificar en dos grupos: los *datos de atributo* y los *datos de variable*. Para la obtención de los *datos de atributo* se requiere tamaños de muestra grandes, ya que se relacionan más bien con conteos y no con mediciones. Estos indicadores se aplican cuando lo que se desea saber tiene más relación con aceptación o rechazo, o con cumplimiento o no conformidad con los criterios establecidos. Por otro lado, los *datos de variable*, como su nombre lo indica, cuantifican variables en forma numérica, proporcionando información más detallada del proceso bajo medición, por lo que se requiere de tamaños de muestra menores.

En muchas ocasiones, los datos requeridos para las mediciones constituyen información que, razonablemente, debe formar parte de los procesos regulares de gestión de la empresa. Por lo tanto, esta debiera obtenerse a través de instrumentos de información de recolección que formen parte de sus actividades, ya sea a nivel censal o muestral, recogidos como estadísticas, a través de encuestas, pautas de observación, etc. En estos casos las fuentes de obtención de la información son identificables, aunque no estén disponibles, y, por lo tanto, deben ser diseñadas o rediseñadas con el objeto de obtener las mediciones.

En otras oportunidades, el ámbito de medición es más complejo, requiriéndose, entonces de procesos también complejos y costosos de recolección y procesamiento de la información a través de la aplicación de metodologías específicas, para las cuales deben efectuarse estudios o evaluaciones. Si este es el caso, quizás los datos no puedan obtenerse a partir de procesos regulares de obtención de información, afectando también la periodicidad de la medición de los indicadores. En estos casos es recomendable identificar el o los momentos más oportunos para efectuar las mediciones.

Finalmente, en situaciones quizás excepcionales, pudiera ocurrir que no exista una metodología que mida razonablemente los parámetros deseados, o bien, esta sea lo suficientemente costosa como para no ser recomendable su utilización en comparación con los beneficios que genera.

^{**} Basado en Sanz (2004) y Betancourt (1996)

4.10 Requisitos Básicos de los Indicadores de Desempeño*

Las características y atributos necesarios para desarrollar adecuados Indicadores de Desempeño, están dadas por:

1) Pertinencia

Los indicadores deben referirse a los procesos y productos estratégicos o relevantes de la empresa, de modo que reflejen íntegramente el grado de cumplimiento de sus objetivos institucionales. De esta forma, se busca que estos sean efectivamente considerados y que tengan una importancia real en la toma de decisiones.

2) Suficiente Precisión

Las medidas obtenidas deben reflejar fielmente la magnitud que se quiere analizar o corroborar, ya que lo que interesa es conocer situaciones lo más cercanas a la realidad para tomar decisiones adecuadas. Sin embargo, si bien lo anterior es necesario para conseguir un diagnóstico confiable, un énfasis muy elevado en la precisión de las mediciones puede implicar un consumo excesivo de tiempo y recursos que harían poco conveniente su implantación.

3) Confiabilidad

Debe existir cierta garantía de que la información obtenida es confiable, vale decir, que los resultados deben ser independientes de quien efectuó la medición. Por ello los datos básicos de los indicadores deben ser sustentados en sistemas de información que puedan ser auditados.

4) Oportunidad

Los indicadores a desarrollar deben buscar detectar problemas a tiempo, con el fin de prevenir a tiempo las consecuencias no deseadas. Por ello, su periodicidad debe ser la adecuada, para que no haya que esperar hasta el término de los procesos para tomar las medidas correspondientes.

* Basado en Sanz (2004)

5) Independencia

Los indicadores deben ser independientes y responder principalmente a las acciones desarrolladas por la empresa. Se debe evitar usar indicadores cuyos resultados estén condicionados por factores externos.

6) Economía

La información que sirva de base para la elaboración de indicadores de desempeño debe ser recolectada a un costo razonable, es decir, que exista una adecuada proporcionalidad entre los costos incurridos para realizar las mediciones y los beneficios que estas aporten.

7) Participación

Los indicadores deben ser generados en un medio participativo, que involucre en el proceso de elaboración e implementación a todos los actores relevantes, lo anterior como una forma de asegurar la legitimidad y reforzar el compromiso con las metas e indicadores resultantes.

8) Cantidad Óptima

Los indicadores deben cubrir los aspectos más significativos de la gestión, privilegiando los principales objetivos de la organización pero su número no puede exceder la capacidad de análisis de quienes los van a usar. Si bien, efectivamente una sobrecarga de mediciones puede ser más contraproducente que efectiva, tampoco es posible pretender medir el desempeño desde un punto de vista único. El medir una sola variable induciría a que los del proceso bajo medición traten de maximizar el desempeño a la luz de dicho indicador, en desmedro de otros factores preponderantes. Además, es necesario tener siempre en cuenta que el desempeño es una propiedad multidimensional.

Finalmente, respecto al número y calidad de los indicadores, hay que tener en cuenta que siempre debe existir un balance entre los requerimientos de simplicidad y comprensividad.

4.11 Resumen

Los indicadores de desempeño son parámetros que entregan información cuantitativa acerca del comportamiento de un proceso, y, a partir de su comparación con algún nivel de referencia es posible evaluar el desempeño propio con la intención de mejorarlo. Existen varios tipos de indicadores, según el ámbito al que estén orientados, sin embargo todos ellos utilizan tres criterios fundamentales, eficacia, eficiencia y efectividad.

V. DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEJORAMIENTO CONTINUO

5.1 Introducción

En el presente capítulo se desarrolla detalladamente la metodología del sistema de mejoramiento continuo propuesto, se establecen sus objetivos, el tipo de benchmarking a utilizar y los niveles de la empresa en los que el sistema debe desarrollarse.

5.2 Objetivos del Sistema

El sistema que se propone en este capítulo, tiene como objetivo ser una herramienta, simple y económica, mediante la cual, empresas constructoras puedan controlar y mejorar el desempeño de sus obras a través de la comparación de un conjunto de indicadores, por medio de un proceso continuo de benchmarking.

5.3 Tipo de Benchmarking Propuesto

Dados los objetivos del sistema y conocidas las dificultades y barreras que existen para poder implementar un sistema de mejoramiento continuo competitivo basado en la comparación con otros miembros de la industria, se optó por desarrollar un sistema de mejoramiento continuo para ser aplicado al interior de la empresa, por lo tanto, en el sistema propuesto se desarrollará un *benchmarking interno*. Este tipo de benchmarking se encuentra ampliamente detallado en el capítulo III.

5.4 Definición de los Niveles de la Empresa a los que está Orientado el Sistema

La idea es crear un sistema en el cual las distintas obras de la empresa actúen como socios en el benchmarking y en el que la administración superior actúe como el organismo integrador entre estas.

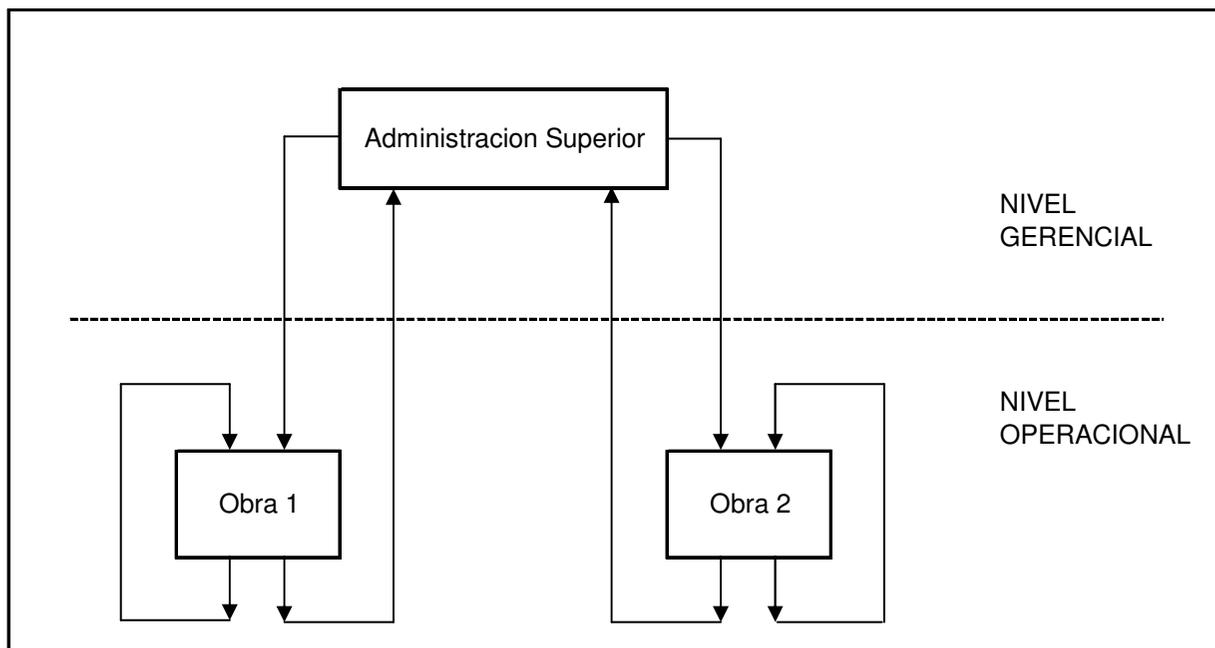
El sistema plantea realizar el proceso de mejoramiento continuo en dos fases que se ejecutaran en dos niveles distintos de la empresa, el *nivel operacional* y el *nivel gerencial*.

El primero se refiere a la administración de la obra propiamente tal, generando ciclos de mejoramiento al interior de la misma con lo que se pretende dar a esta última cierto grado de independencia de la administración superior, para así poder realizar la medición, evaluación y comparación del desempeño con una mayor periodicidad, lo que permitirá una retroalimentación más inmediata y por lo tanto implementar mecanismos de acción más oportunos y pertinentes.

En la segunda fase, la administración superior será la encargada de analizar la información proveniente de las distintas obras para así poder evaluar y comparar el desempeño de cada una y luego el de la empresa en general.

En la Figura 5.1 se representan esquemáticamente los niveles de la empresa involucrados en el sistema y la interacción existente entre estos. Es posible distinguir dos tipos de ciclos de retroalimentación, el primero al interior de cada una de las obras y el segundo que es el que se produce entre cada una de las obras y la administración superior. El primero se caracteriza por ser un ciclo rápido, el cual permite una retroalimentación más inmediata dentro de la obra. El segundo es un ciclo con una periodicidad menor, el cual permite a la administración superior evaluar desde una perspectiva global el comportamiento de sus obras.

Figura 5.1: Niveles de la empresa a los que está orientado el sistema



Elaborado por el autor

5.5 Metodología General del Sistema

A continuación se presenta la metodología propuesta para el sistema de mejoramiento continuo, ésta, esta basada en el ciclo de mejoramiento planteado en el capítulo II, y toma elementos de otras metodologías para procesos de benchmarking como la desarrollada por Ricardo Ramírez (2002), en su trabajo “Sistema de Evaluación de Gestión Referenciable para Empresas Constructoras Chilenas” y la desarrollada por Alejandro Grillo (1997) en “Una Metodología para la Medición, Evaluación y Análisis de Indicadores de Desempeño de Proyectos de Construcción”, a su vez, estas metodologías reúnen las principales características de

metodologías de benchmarking presentadas por otros investigadores como Camp, Rico, McCabe, Shetty y Watson.

La metodología que se presenta a continuación ha sido adaptada de acuerdo a los objetivos del sistema propuesto, los niveles de la empresa a los cuales esta dirigido y al tipo de benchmarking que se desarrollara.

5.5.1 Descripción Detallada de la Metodología

A continuación se presenta en detalle la metodología para el sistema de mejoramiento continuo. Como se dijo anteriormente el sistema consta de dos fases claramente diferenciables, pero que se desarrollan en forma paralela. La primera es la que desarrolla la administración superior, a la cual se le denominara “ciclo externo” y la segunda es la que se desarrolla al interior de la obra, a la cual se le denominara “ciclo interno”. Los ciclos internos son en realidad subciclos de los externos. La idea es que dentro de cada uno de los ciclos externos, tengan lugar varios ciclos internos.

El ciclo externo esta representado en la Figura 5.2, en esta se puede apreciar un etapa previa de preparación que es anterior a la implantación del sistema (pasos 1 al 8), esta tiene como objetivo generar las condiciones necesarias para la implantación de este. El ciclo externo propiamente tal comienza en el paso 9 con la definición de los benchmarks o metas de mejoramiento, posterior a esto viene la implantación del sistema al interior de las obras y es en este punto donde comienzan los ciclos internos.

El ciclo interno esta representado en la Figura 5.3, (pasos 10 al 22), al igual que en el ciclo externo hay una etapa previa (paso 10) que tiene como objetivo definir a los responsables del sistema al interior de cada obra. El ciclo como tal comienza con el paso 11 y termina en el paso 21, luego comenzara un nuevo ciclo en el paso 11 o 12 dependiendo de los resultados obtenidos.

Una vez que se han cumplido un determinado numero de ciclos internos ya es hora de continuar con el externo, para esto se pasa desde el paso 22 al 23.

En el paso 23 continua el ciclo externo hasta el paso 30. Dependiendo de los resultados un nuevo ciclo comenzara desde el paso 9 o directamente desde el ciclo interno en el paso 11.

A continuación se detallan cada uno de los pasos.

Paso 1: Obtener el compromiso de la administración superior y definir los factores críticos de éxito.

Cualquier iniciativa de mejoramiento que se desee implantar dentro de una empresa debe contar como primer requisito con el absoluto compromiso de la administración superior. Esto con el fin de asegurar que los recursos necesarios estén disponibles y que se cuente con el absoluto compromiso y colaboración de toda la organización para que exista un alineamiento hacia los objetivos del sistema de mejoramiento. Esto se puede lograr a través de la definición de los *factores críticos de éxito*, estos tienen como función transmitir a todos los miembros de la organización un mensaje claro de las metas propuestas y de los objetivos estratégicos y tácticos del sistema que se desea implantar.

Paso 2: Creación de un equipo de benchmarking.

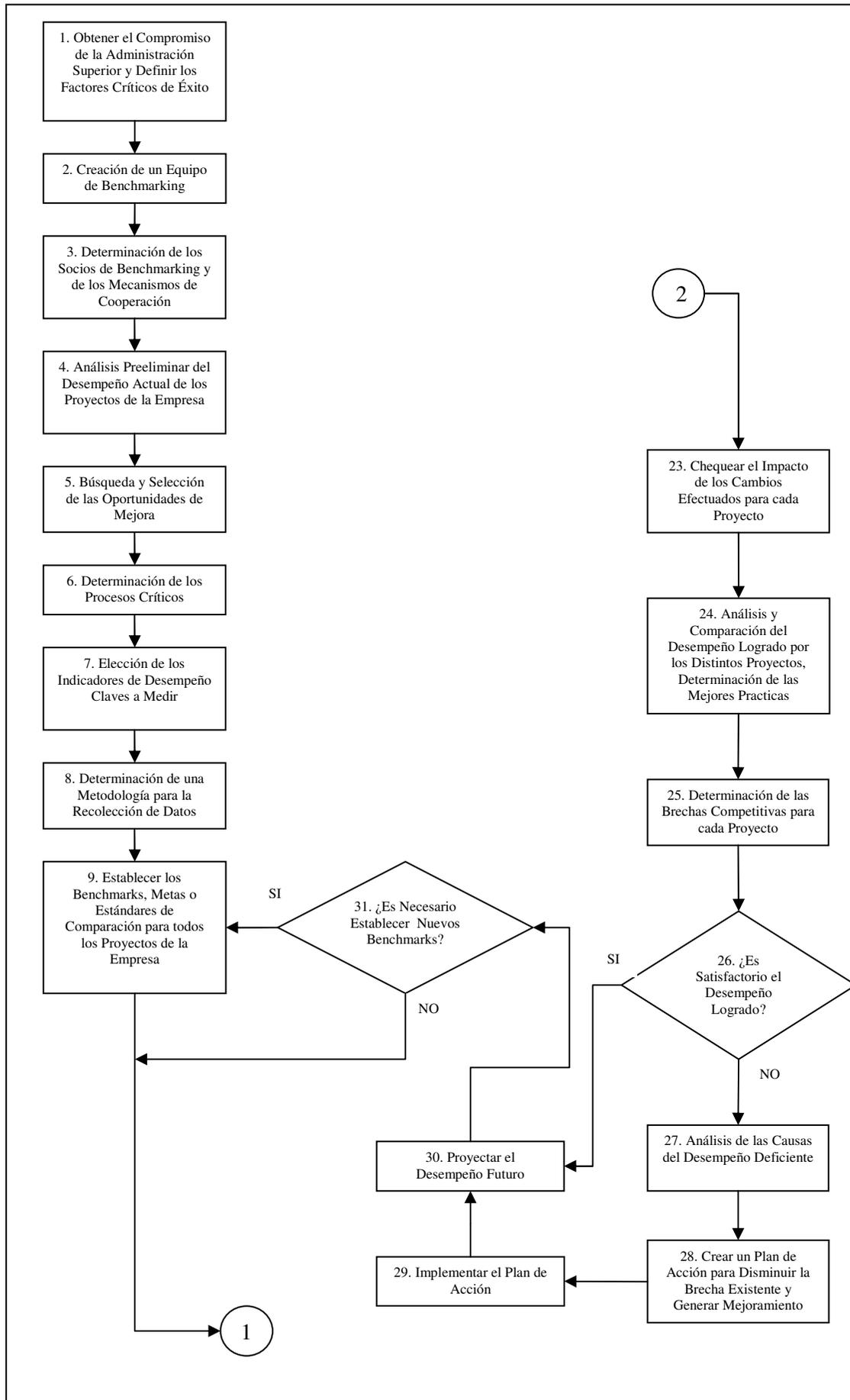
La creación de un equipo de benchmarking tiene como objetivo formalizar de alguna manera la iniciativa propuesta nombrando responsables. Este equipo será el encargado de hacer funcionar el sistema, supervisar su buen funcionamiento en cada una de las obras, analizar los resultados obtenidos y generar los mecanismos para lograr el mejoramiento general de los procesos bajo control dentro de la empresa.

Paso 3: Determinación de los socios de benchmarking y de los mecanismos de cooperación.

La comparación es la característica principal de un sistema de benchmarking, por lo tanto la elección de los socios con los cuales compararse es fundamental. La elección de estos dependerá del tipo de sistema de benchmarking que se desee utilizar y de los niveles de la empresa a los cuales este orientado el sistema.

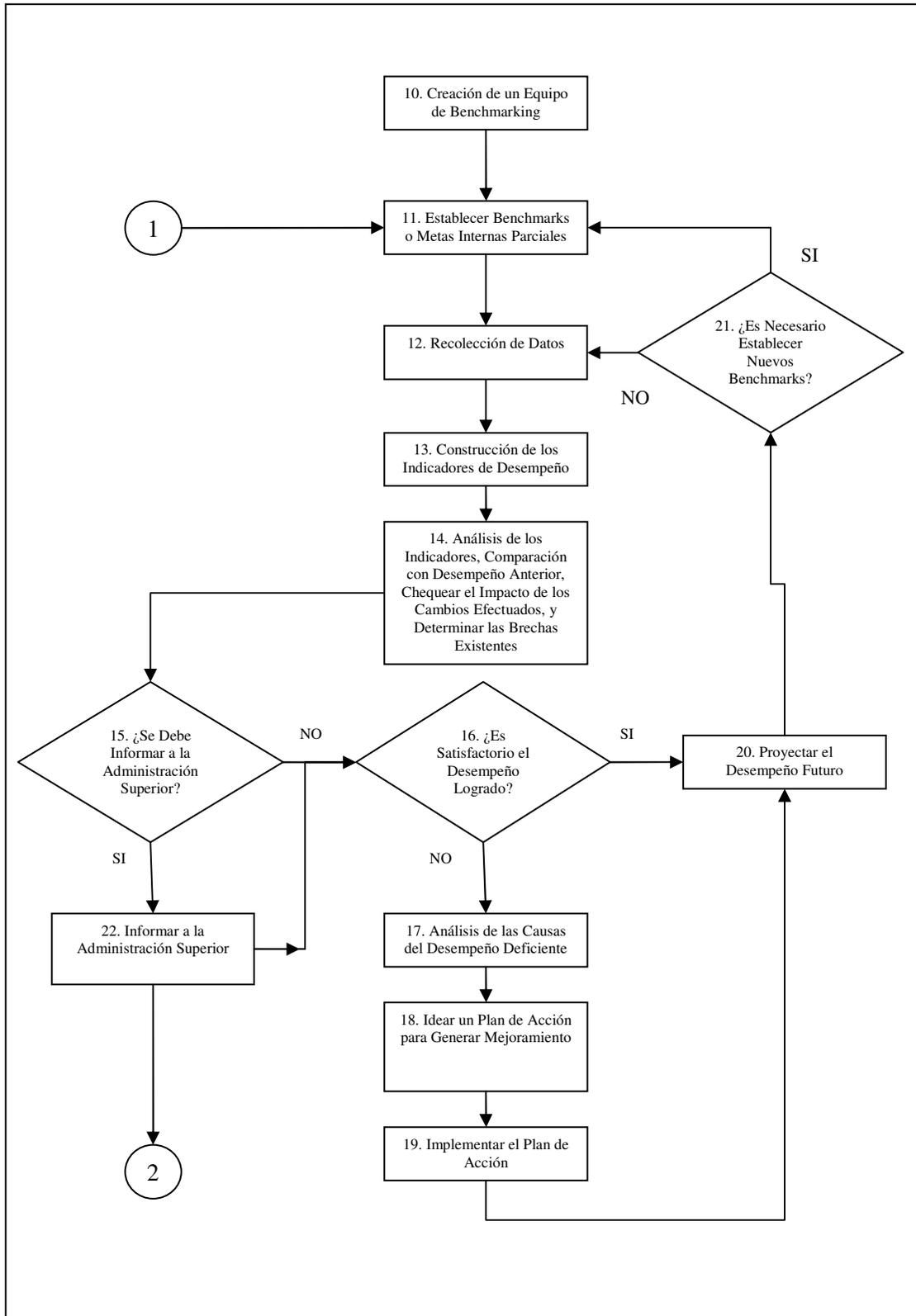
Para este caso, al tratarse de un benchmarking interno, los socios deben buscarse dentro de la misma empresa. Existen varios escenarios posibles para realizar benchmarking interno en una empresa constructora. El primero es realizar un benchmarking en el que participen simultáneamente y en conjunto obras de similares características, lo que permitirá que los procesos de cada una sean, de alguna manera, comparables, esto permitirá realizar una comparación entre los distintos indicadores de desempeño, para este caso las distintas obras de la empresa serán los socios de benchmarking.

Figura 6.2: Metodología general del sistema de mejoramiento continuo, ciclo externo.



Elaborado por el autor

Figura 5.3: Metodología general del sistema de mejoramiento continuo, ciclo interno.



Elaborado por el autor

Otro escenario posible es la comparación entre el desempeño de cada una de las obras con un conjunto de registros históricos u otro tipo de metas establecidas por la administración superior, para este caso las obras no competirán directamente entre si, sino que tendrán como referente para la comparación a las marcas establecidas. También es posible realizar un benchmarking en forma independiente dentro de una obra, en este caso la competencia se realizara en forma interna, es decir, la obra competirá contra su propio desempeño a través del tiempo. Finalmente, también es posible combinar en un mismo sistema los tres escenarios anteriores, tomando las ventajas de cada uno de ellos.

Dependiendo del tipo del escenario que se halla escogido para la aplicación del sistema y por lo tanto de los socios de benchmarking, se deben establecer mecanismos de comunicación y cooperación claros, para que el benchmarking pueda realizarse en forma eficaz, eficiente y efectiva.

También en esta etapa se debe establecer la periodicidad de los ciclos de retroalimentación para las dos fases involucradas en el sistema. Para la fase que se desarrolla en el nivel operacional, es decir al interior de la obra, se propone realizar los ciclos de manera semanal o a lo más de manera quincenal, esto con el objetivo de poder detectar y corregir los problemas de manera más rápida y pertinente. Para la fase que se desarrolla en el nivel gerencial, se proponen ciclos mas largos, de manera que puedan desarrollarse varios ciclos internos en cada obra, antes de que la información sea enviada a la administración superior, se sugieren periodos no inferiores a un mes.

Paso 4: Análisis preliminar del desempeño actual de los proyectos de la empresa.

Esta etapa involucra un análisis preliminar de los desempeños obtenidos y de los desempeños que se desea obtener, para así poder establecer cual es la brecha existente entre ambos y poder fijar las metas o benchmarks que se desean alcanzar con la implantación del sistema.

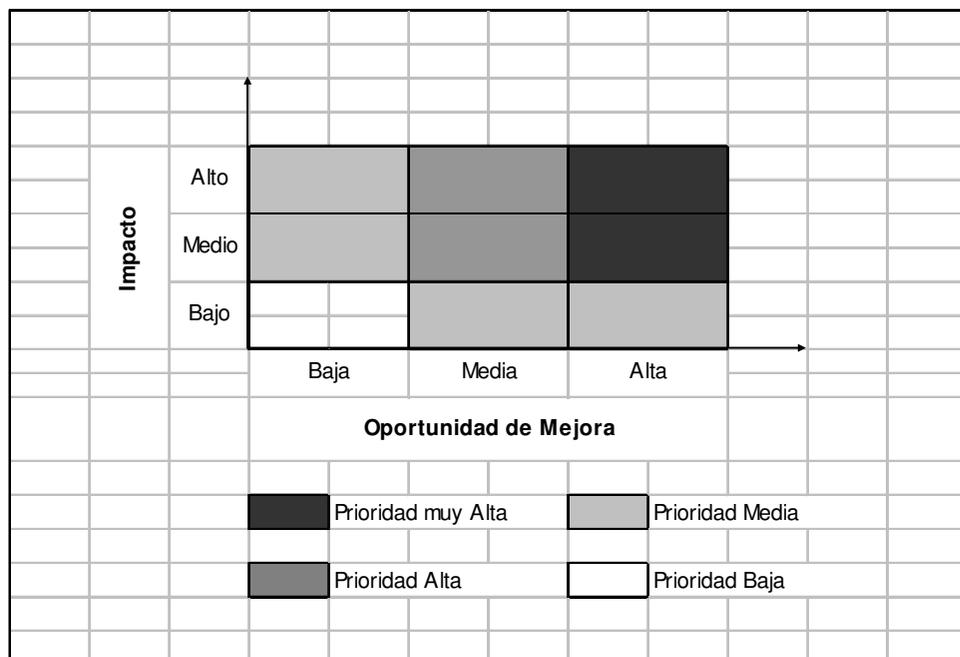
Paso 5: Búsqueda y selección de las oportunidades de mejora.

Las oportunidades de mejora, por lo general, siempre existen, el problema esta en saber donde buscarlas. Estas se pueden encontrar al realizar un análisis de la necesidad de lograr la satisfacción de los clientes y de la necesidad de la empresa por cumplir con sus objetivos institucionales.

Una vez encontradas las oportunidades de mejora es necesario seleccionar en cuales de estas se concentraran los esfuerzos de mejoramiento. Para seleccionar estas oportunidades es necesario evaluar el grado de efectividad que tendrá el benchmarking en cada una de ellas para así establecer prioridades en base a las posibilidades reales de mejora y el impacto que el

mejoramiento tendrá en el cumplimiento de los objetivos establecidos. Para evaluar el grado de efectividad de cada una de las oportunidades de mejora se sugiere utilizar la matriz propuesta por Rico (1996), en la que se relacionan las oportunidades de mejora con el impacto en el cumplimiento de objetivos Figura 5.4. La selección de las oportunidades de mejora permite a la empresa destinar los recursos invertidos de manera más efectiva y potenciar así la oportunidad de mejora.

Figura 5.4: Matriz para la determinación de las oportunidades de mejora.



Rico (1996)

Paso 6: Determinación de los procesos críticos.

Una vez que se han determinado cuales son las mejores oportunidades de mejora, es necesario vincularlas con los procesos específicos que están involucrados con estas y al igual que para seleccionar las oportunidades de mejora, es necesario determinar cuales son los procesos que tienen una mayor incidencia o impacto en lo que se desea mejorar, para esto también es posible utilizar la matriz de Rico.

Paso 7: Elección de los indicadores de desempeño claves a medir.

Sin duda, es una de las etapas más importantes del proceso, ya que los indicadores seleccionados serán el medio a través de los cuales la organización podrá evaluar objetivamente el impacto de los cambios que se introducirán para mejorar el desempeño. En el capítulo VI se proponen los indicadores de desempeño claves para el sistema.

Paso 8: Determinar una metodología para la recolección de datos.

Existen distintas metodologías de recolección de datos, la elección del método estará determinada por las preferencias de la empresa y debe considerar aspectos importantes como el tiempo necesario para la recolección de la información, costo, precisión y la capacitación del personal encargado. Otro aspecto importante es evitar la subjetividad de las mediciones, estableciendo métodos para que la toma de datos se realice de la forma más estandarizada y precisa posible.

Paso 9: Establecer los benchmarks, metas o estándares de comparación.

Estas metas se pueden fijar de distintas maneras dependiendo de cómo y contra quien se desee realizar la comparación y también dependiendo del tipo de indicador de desempeño que se desee evaluar. Pueden establecerse de acuerdo a algún estándar de la industria, a desempeños históricos de la empresa, a los mejores desempeños de alguna de las obras que se está comparando, a metas específicas (plazos, velocidad, pérdidas, calidad, etc.), o de acuerdo a algún otro criterio, lo importante es que sirvan para cumplir con los objetivos que se han establecido para el sistema. En resumen, no existe una manera única de establecer los benchmarks, cada organización debe establecer, de acuerdo a sus necesidades y objetivos, las metas que desea alcanzar.

Otro aspecto fundamental, es la permanente evolución de las metas, ya que estas deben ir cambiando en el tiempo y adaptándose a las distintas realidades del momento, dado que en el sistema existe una constante retroalimentación, los resultados obtenidos al introducir cambios para el mejoramiento, serán los que al ser evaluados en cada ciclo, nos indiquen como y cuanto deben ser redefinidos los benchmarks, o si simplemente se deben mantener igual.

Una vez realizados los nueve pasos anteriores, se está en condiciones de implantar el sistema en los distintos proyectos de la empresa, para ello se debe comunicar a la administración de cada una de las obras lo siguiente:

- a) *Factores críticos de éxito.*
- b) *Mecanismos de cooperación*
- c) *Estado actual del desempeño de la empresa y del proyecto en particular.*
- d) *Procesos críticos.*
- e) *Indicadores de desempeño seleccionados.*
- f) *Metodología a utilizar dentro de la obra.*
- g) *Metas o Benchmarks.*

De esta manera el sistema ya puede ser implantado en cada una de las obras y así comenzar con los ciclos internos del sistema, ver Figura 5.3.

Paso 10: Creación de un equipo de benchmarking al interior de la obra.

Al igual que en el paso 2 la creación de un equipo de benchmarking tiene como objetivo formalizar la iniciativa propuesta nombrando responsables, pero esta vez al interior de la obra.

Paso 11: Establecer benchmarks o metas internas parciales.

En esta etapa se deben definir a partir de los benchmarks o metas establecidos por la administración superior, los benchmarks o metas parciales para los ciclos internos de mejoramiento. Esto tiene como objetivo, poder establecer metas reales y alcanzables de acuerdo con la realidad de cada proyecto, para así ir acortando paso a paso las brechas existentes y poder alcanzar y superar las metas o benchmarks generales.

Paso 12: Recolección de datos.

En esta etapa es donde se realiza la recolección de los datos necesarios para realizar la construcción de los indicadores de desempeño, esto de acuerdo a la metodología establecida en el paso 8.

Paso 13: Construcción de los indicadores de desempeño.

Una vez recolectados todos los datos necesarios, se procederá a la construcción de cada uno de los indicadores establecidos en el paso 7.

Paso 14: Análisis de los indicadores.

Esta es una de los pasos más importantes, ya que es aquí donde se realiza la evaluación del desempeño logrado durante el periodo. Lo primero es realizar una comparación de los indicadores de desempeño del presente periodo con los del periodo inmediatamente anterior, para así establecer si efectivamente se ha logrado un mejoramiento durante el periodo, luego es necesario realizar una comparación con los resultados de todos los periodos anteriores para así poder observar la tendencia que presenta el desempeño del proceso que esta siendo evaluado. Posteriormente se debe evaluar la magnitud del mejoramiento para así chequear la eficacia, efectividad y eficiencia de los cambios efectuados en el proceso. Una vez realizado todo lo

anterior se debe realizar una comparación entre el desempeño logrado, el desempeño proyectado y el benchmark establecido para el proceso, esto con el objetivo de determinar las brechas de mejoramiento existentes.

Paso 15: ¿Se Debe Informar a la administración superior?

Este paso tiene como objetivo determinar si se han cumplido o no el número de ciclos de mejoramiento interno suficientes como para informar a la administración superior sobre el desempeño de los procesos en estudio. El número de ciclos internos a realizar antes de informar a la administración superior se debe haber establecido en el paso 3. Si la respuesta a la pregunta es “no”, se debe pasar al paso 16 y continuar con el proceso. En el caso de que la respuesta sea “sí”, se debe proceder al paso 22 y elaborar un informe de desempeño, dirigido a la administración superior para luego continuar con el proceso en el paso 16.

Paso 16: ¿Es Satisfactorio el desempeño logrado?

En este punto se debe definir, a partir del análisis realizado en el paso 14 si el desempeño logrado en el periodo es satisfactorio o no. Para el primer caso se debe pasar directamente al paso 20. En el caso de que el desempeño logrado no sea satisfactorio es necesario establecer las causas e implementar acciones correctivas, ir al paso 17.

Paso 17: Análisis de las causas del desempeño deficiente.

Para poder tomar acciones que permitan lograr mejoramiento, primero es necesario conocer las causas del desempeño deficiente. Para esto el equipo de benchmarking debe investigar como se está desarrollando el proceso en estudio y descubrir las oportunidades de mejora.

Paso 18: Idear un plan de acción para generar mejoramiento.

Una vez establecidas las causas del desempeño deficiente y descubiertas las oportunidades de mejora, se debe idear un plan de acción que permita obtener a futuro el desempeño deseado, es decir, idear la manera de intervenir en el proceso para que este se realice de una manera más eficaz, efectiva y eficiente.

Paso 19: Aplicar el plan de acción.

En este paso se debe aplicar en el proceso en estudio el plan de acción establecido en el paso anterior.

Paso 20: Proyectar el desempeño futuro.

En este paso es donde el equipo de benchmarking debe proyectar el desempeño futuro que tendrá el proceso para así poder establecer si las metas establecidas son realmente alcanzables o no, también puede darse el caso en que el desempeño proyectado sea superior a las metas, en todos los casos es necesario realizar la pregunta del paso 21.

Paso 21: ¿Es necesario establecer nuevos benchmarks?

Una vez realizada una proyección para el desempeño futuro del proceso se debe determinar si los benchmarks establecidos en el ciclo anterior aun son validos. Se pueden dar tres casos. El primero es el caso en que el desempeño proyectado este por debajo del benchmark y presente una desviación considerable con respecto a este, en este caso se recomienda establecer una nueva marca que sea mas realista y alcanzable, porque no tiene ningún caso establecer una meta imposible de alcanzar. El segundo de los casos es que el desempeño proyectado sea muy cercano a la meta establecida, en este caso se debe evaluar entre mantener el benchmark o establecer uno nuevo que sea mas ambicioso. El tercer caso es en el que el desempeño proyectado supera a la meta establecida, en este caso evidentemente se debe establecer una nueva marca que permita continuar con el proceso de mejoramiento.

Si la respuesta a esta pregunta es “no”, entonces se debe continuar con el paso 12, “recolección de datos”, e iniciar un nuevo ciclo. Si la respuesta es “si” se debe continuar con el paso 11, “establecer nuevos benchmarks”, dando inicio a un nuevo ciclo interno.

Paso 22: Informar a la administración superior.

Si se han cumplido el número de ciclos establecidos se debe enviar un informe de desempeño a la administración superior la cual continuara con el proceso en el paso 23.

En este punto el proceso continua a manos de la administración superior, ver Figura 5.2.

Paso 23: Chequear el impacto de los cambios efectuados para cada proyecto.

En este punto la administración superior ya ha de haber recibido los informes provenientes de todos los proyectos. De esta manera ya se esta en condiciones de analizar el desempeño de cada uno de los procesos en estudio para cada uno de los proyectos y así analizar si los cambios o planes de acción implementados han tenido el efecto deseado.

Paso 24: Análisis y comparación del desempeño logrado por los distintos proyectos, determinación de las mejores practicas.

En este punto se deben comparar los desempeños logrados por los distintos proyectos para luego establecer cuales han sido los que han obtenido los mejores resultados y como han logrado tener un desempeño superior al resto, es decir determinar cuales han sido las prácticas que han hecho posible un desempeño superior.

Paso 25: Determinación de las brechas competitivas para cada proyecto.

Una vez analizado el desempeño de cada proyecto y establecido cuales han sido los mejores, es necesario establecer las brechas competitivas entre el mejor desempeño alcanzado y el desempeño de cada uno de los proyectos.

Paso 26: ¿Es Satisfactorio el desempeño logrado?

Al igual que en el paso 16, en este punto se debe definir si el desempeño logrado en el periodo es satisfactorio o no, pero esta vez analizando el desempeño desde una perspectiva global, es decir, evaluando el desempeño de cada proceso en estudio, pero para la empresa en general. Para el caso en que el desempeño sea satisfactorio, se debe pasar directamente al paso 31. En el caso de que el desempeño logrado no sea satisfactorio es necesario establecer las causas e implementar acciones correctivas, ir al paso 27.

Paso 27: Análisis de las causas del desempeño deficiente.

En este paso se deben establecer cuales han sido las causas del desempeño deficiente y donde se han originado, es decir, se debe establecer si la responsabilidad es de la administración de la obra o de la administración superior. Al igual que en el paso 17 el equipo de benchmarking

debe investigar como se esta desarrollando el proceso en estudio y descubrir las oportunidades de mejora.

Paso 28: Idear un plan de acción para generar mejoramiento.

Al igual que en el paso 18, una vez establecidas las causas del desempeño deficiente y descubiertas las oportunidades de mejora, se debe idear un plan de acción que permita obtener a futuro el desempeño deseado, es decir, idear la manera de intervenir en el proceso para que este se realice de una manera más eficaz, efectiva y eficiente, ya sea en una obra en particular o en todos los proyectos.

Paso 29: Aplicar el plan de acción.

En este paso se deben aplicar en el proceso en estudio, ya sea en una obra en particular o en todos los proyectos, el plan de acción establecido en el paso anterior.

Paso 30: Proyectar el desempeño futuro.

En este paso es donde el equipo de benchmarking debe proyectar el desempeño futuro que tendrá el proceso en general, para así poder establecer si las metas establecidas son realmente alcanzables o no, también puede darse el caso en que el desempeño proyectado sea superior a las metas, en todos los casos es necesario realizar la pregunta del paso 31.

Paso 31: ¿Es necesario establecer nuevos benchmarks?

Al igual que en el paso 21, una vez realizada una proyección para el desempeño futuro del proceso se debe se debe determinar si los benchmarks establecidos en el ciclo anterior aun son validos. Se pueden dar tres casos. El primero es el caso en que el desempeño proyectado este por debajo del benchmark y presente una desviación considerable con respecto a este, en este caso se recomienda establecer una nueva marca que sea mas realista y alcanzable. El segundo de los casos es que el desempeño proyectado sea muy cercano a la meta establecida, en este caso se debe evaluar entre mantener el benchmark o establecer uno nuevo mas ambicioso. El tercer caso es en el que el desempeño proyectado supera a la meta establecida, en este caso evidentemente se debe establecer una nueva marca que permita continuar con el proceso de mejoramiento.

Si la respuesta a esta pregunta es “no”, los benchmarks anteriores se mantienen para el siguiente ciclo, si la respuesta es “si” se deben redefinir los benchmarks, paso 9, e informar a las distintas obras para que los incorporen dentro de sus ciclos internos.

5.6 Resumen

A partir de la metodología descrita en el capítulo II para el proceso de mejoramiento continuo y de otras metodologías de benchmarking propuestas por otros autores, en esta investigación el autor propone una metodología para un sistema de mejoramiento continuo de procesos basada en el benchmarking interno. Esta metodología tiene como objetivo lograr el mejoramiento de determinados procesos dentro de una empresa constructora a través de la comparación y evaluación de dichos procesos en cada uno de sus proyectos. El sistema está diseñado para ser desarrollado en dos fases, una interna a cargo de la administración de cada una de las obras y otra externa, a cargo de la administración superior. Estas fases se llevan a cabo en forma paralela generando bucles de retroalimentación en dos niveles de la empresa, el operacional y el gerencial.

VI. DESARROLLO DE UN CONJUNTO DE INDICADORES DE DESEMPEÑO

6.1 Introducción

En el presente capítulo se proponen un conjunto de indicadores de desempeño para el sistema de mejoramiento continuo. Se comienza explicando los objetivos que tienen los indicadores, los ámbitos del desempeño de la obra a los cuales están orientados, se presenta su estructura y finalmente se explica cada indicador en detalle.

6.2 Objetivos de los Indicadores de Desempeño

En esta etapa se busca definir que es lo que se busca conseguir con la implementación de un conjunto de Indicadores de Desempeño.

Recordemos que el objetivo de esta investigación es crear un sistema que permita a una empresa constructora mejorar el desempeño de procesos en un proyecto de construcción. Para esto es necesario tener claro cuales son los objetivos institucionales y estratégicos que persiguen las empresas para de esta manera establecer en que dirección y en que ámbitos de la obra se deben concentrar los esfuerzos de la organización.

A través de la investigación se pudo concluir que los principales objetivos institucionales son los siguientes:

- Garantizar la rentabilidad del negocio
- Conseguir mayores márgenes de utilidad
- Desarrollar ventajas competitivas
- Disminuir riesgos e incertidumbres
- Agregar valor a la empresa
- Satisfacer las estrategias de mejoramiento continuo
- Conseguir excelencia en el servicio
- Lograr la plena satisfacción del cliente

A partir de esto es posible notar que la mayoría de estos objetivos están relacionados con la productividad que tengan los procesos constructivos, con el buen aprovechamiento de los recursos y materiales, con la buena planificación y control de los tiempos de ejecución y con la calidad del producto terminado. Es hacia estos ámbitos donde se orientaran los indicadores de desempeño propuestos en esta investigación.

6.3 Principales Ámbitos que Requieren Control Dentro de la Obra.

Uno de los principales objetivos de desarrollar el sistema propuesto en esta investigación, es obtener en forma simple rápida y resumida, un diagnóstico global del desempeño de la obra, para así poder detectar posibles desviaciones respecto de lo planificado y programado y así poder lograr el mejoramiento del desempeño. Para ello, el sistema y por lo tanto los indicadores de desempeño, deben centrarse en los aspectos claves, aquellos que son de mayor interés para la administración y que tengan una incidencia significativa en los resultados finales.

A continuación se presentan los ámbitos de la obra que se han seleccionado como los de mayor incidencia en el desempeño final:

Costos:

La tendencia a la baja de los márgenes de utilidad, las mayores exigencias del consumidor, los plazos cada vez más ajustados, el costo de capital involucrado y la creciente competencia dentro de la industria, hacen necesario tomar exigentes medidas en la administración y control de los costos en las obras.

La realización de un control de costos tiene como objetivo conocer si estos se encuentran dentro de los límites establecidos en la planificación y proporcionar un panorama general de las tendencias y los orígenes de los sobrecostos, de modo de facilitar el proceso de toma de decisiones y acciones correctivas en el momento oportuno.

La mayoría de las obras son conducidas bajo el concepto del dinero y es considerado como una de las principales formas de medir el éxito de esta. Sin embargo no hay que olvidar, que junto con mantener los costos bajo control, es de fundamental el cumplimiento de plazos y la calidad.

Por otro lado es importante recordar que las desviaciones en los costos no son siempre responsabilidad de la administración de la obra, sino que también pueden deberse a una mala preparación del presupuesto, es en estos casos que se debe realizar un análisis más detallado con el fin de encontrar las verdaderas causas de esta desviación.

Avance Físico:

Al igual que los costos, la duración de un proyecto incide significativamente en su resultado final. Claro está que ambos están ligados, ya que obras que extienden sus plazos obtendrán menores ingresos y por lo tanto mayores gastos, ya sea por el costo de la ejecución misma de la obra, el aumento de los gastos generales o la aplicación de multas. El efecto inverso se producirá al lograr plazos de trabajo menores. Por lo tanto, se hace fundamental con una

adecuada planificación y control del avance físico de la obra, para así poder detectar oportunamente cualquier desviación para tomar medidas y realizar los ajustes necesarios.

Mano de Obra:

Para poder lograr la materialización de una obra de construcción, la administración de la misma debe guiar el trabajo de una gran cantidad de personas, las cuales determinan la fuerza de trabajo denominada mano de obra. Este recurso es el más variable e impredecible de los relacionados con la construcción, por otra parte, requiere de mayor dedicación de tiempo y esfuerzo de la administración de la obra.

Por otro lado, el costo de la mano es bastante significativo. La incidencia que normalmente tiene el personal en los gastos totales de la obra es del orden del 25% (Sanz 2004). Esto demuestra la necesidad de controlar adecuadamente el desempeño de este recurso tan incidente.

En la actualidad, las empresas constructoras chilenas se están viendo obligadas a reducir a los márgenes de ineficiencia, de manera de poder competir en un mercado cada vez más estrecho. La competencia será cada vez mayor debido al aumento en la participación de empresas extranjeras que trabajan con una alta eficiencia y gran cantidad de recursos tecnológicos.

Materiales:

Los materiales son recursos fundamentales para conseguir la materialización de la obra, debido a las grandes cantidades consumidas y a sus significativos costos, juegan un rol determinante en los resultados económicos de la misma.

Durante el desarrollo del proyecto se estima la cantidad de recursos que serán demandados por cada actividad para su ejecución. Estas cantidades determinarán las estimaciones de los costos teóricos, y por lo tanto, los fondos disponibles para la materialización de la obra. Si, en la realidad, estas cantidades son superadas, los costos totales del proyecto aumentarán alejándose de los resultados positivos esperados.

En una obra normalmente existe una gran variedad de materiales, y tener un control de todos estos es una tarea bastante difícil, por lo tanto, los esfuerzos deben concentrarse en los recursos que tienen la incidencia más significativa.

Maquinarias y Equipos

Los equipos para ejecutar trabajos de construcción constituyen una fuerza vital para las operaciones competitivas modernas. La productividad que pueden alcanzar los equipos determina, en muchos casos, la planificación del proyecto.

Estos recursos no son baratos y tienen una fuerte incidencia en los costos finales de la obra, por lo que es fundamental asegurar que su utilización sea lo mas eficiente posible.

Una de las principales preocupaciones que debe afrontar el contratista es la forma en que obtendrá al menor costo posible los equipos requeridos para la obra. En general, se presentan tres opciones básicas para solucionar este problema: el arriendo, el leasing o la utilización de equipos propios. La elección de cada una de estas posibilidades depende de varios factores, entre los que se encuentran: el tipo y tiempo de utilización que se le va a dar, las características y necesidades de manutención necesarias, el conocimiento previo del equipo, la situación financiera del contratista y el costo de cada alternativa.

Calidad:

Al igual que en otras áreas productivas, el sector de la construcción se encuentra en la necesidad, cada vez mas urgente, de comprometerse con la calidad, como la estrategia mas efectiva para adaptarse a las nuevas reglamentaciones y a un mercado progresivamente mas competitivo.

En la construcción, el tema de la calidad esta tomando gran importancia debido a la aparición de procesos de certificación, como es el caso de la ISO 9000, y de la tendencia a exigir este tipo de requisitos para la adjudicación de las obras. Por otro lado, en la actualidad, se esta desarrollando un aumento en las exigencias por parte de los clientes y usuarios finales.

Es frecuente, que al término de una obra de construcción, el mandante o el usuario final, realice una inspección de la que se desprenderá una larga lista de defectos. Estos defectos reflejan problemas de calidad presentes en la construcción. Esta situación acarrea problemas para ambas partes, por un lado el mandante o usuario final no podrá, todavía, hacer uso de la construcción, con las consecuentes pérdidas que esto puede implicar. Para el contratista le significa mantener recursos comprometidos en obra y asumir los costos de reparación y trabajo rehecho (postventa).

La existencia de muchos defectos en una obra terminada puede derivar en resentimientos entre las partes, especialmente en los casos que resulta difícil aclarar las responsabilidades. Esto se traduce en un costo correspondiente al desprestigio de la empresa, con la consecuente perdida de clientes.

Subcontratos:

En la actualidad existe una fuerte y creciente tendencia a la subcontratación del trabajo, ya que permite contar con mano de obra especializada, disminuir riesgos e incertidumbres, conseguir mejores resultados en cuanto a calidad, y, en la mayoría de los casos (y principal motivo), disminuir los costos finales.

Los subcontratos son contrataciones de fuerza laboral que realiza la empresa en forma no directa, sino que a través de algún intermediario. De esta manera la empresa no paga directamente a los trabajadores, sino que al subcontratista. Los subcontratos se utilizan para ejecutar un trabajo determinado, y, normalmente, por un periodo corto de tiempo. Muchas veces, además de la mano de obra, el subcontrato incluye el material necesario para realizar el trabajo.

La forma tradicional de pago a los subcontratos es por cantidad de obra ejecutada, es decir, se cubica o estima el trabajo realmente realizado o la cantidad de elementos instalados (según el caso) durante un periodo y se multiplica por el valor del precio unitario acordado al comienzo del contrato.

El rendimiento o velocidad de trabajo del subcontrato es, en la mayoría de los casos, y especialmente en aquellas actividades críticas, es determinante en el avance global de la obra. A pesar de que existe un incentivo indirecto al realizar el trabajo lo más rápido posible, ya que, en un mismo periodo, se les pagara más mientras más trabajo hayan efectuado, y, por otro lado, mientras antes terminen, antes podrán comenzar con otros trabajos (con nuevos ingresos); muchas veces, los subcontratistas no cumplen con los plazos acordados retrasando el resto de la obra. Esta situación es necesaria de controlar para evitar consecuencias negativas para la obra y, además, es una forma de evaluar el desempeño de los subcontratistas, lo que servirá como un registro histórico para obras futuras.

6.4 Estructura de los Indicadores de Desempeño

Anterior a la formulación de la estructura de los indicadores, fue necesario establecer la forma y las variables mínimas necesarias para su definición. Para ello se diseñó un formato general de definición de los indicadores basado en el modelo propuesto por Angélica Betancourt (1996) en su Tesis para optar a Magíster en Ciencias de la Ingeniería titulada: “Sistema de Evaluación de Desempeño de una Empresa Constructora”. Modificando algunos detalles del modelo antes descrito se llegó al formato propuesto y al conjunto de elementos seleccionados para la definición detallada de cada uno de los parámetros. El formato propuesto se muestra en la Figura 6.1.

6.5 Descripción Detallada de los Indicadores

A continuación se presenta, en forma completa y detallada, la definición de cada uno de los Indicadores de Desempeño propuestos para cada ámbito del desempeño productivo de un proyecto de construcción. Estos se encuentran clasificados según el ámbito de la obra que será evaluado por cada uno.

Figura 6.1: Formato para los indicadores de desempeño

Nombre	Nombre que identificara al parámetro
Ámbito	Ámbito de la obra que será evaluado con el parámetro (costos, avance físico, mano de obra, materiales, maquinarias y equipos, calidad y subcontratos)
Objetivo	Definición de la finalidad o uso que se le dará al parámetro
Descripción	Descripción de lo que el parámetro representara
Expresión de Cálculo	Formula matemática con la cual se calculara el parámetro
Unidad de Medida	Unidad en la que el parámetro será medido (% , unidad física, unidad de tiempo, unidad física por unidad de tiempo, etc.)
Presentación	Se define la forma en la que la información obtenida se presentara, es decir, mediante tablas, gráficos, esquemas, etc.
Datos Requeridos	Se identifica y define la información que será necesaria para la obtención del parámetro
Periodicidad	Se define cada cuanto tiempo será necesario realizar las mediciones y calcular el parámetro para así actualizar la información.
Encargado Obtención de los Datos	Se define que integrante de la organización será el encargado de recolectar o proporcionar la información necesaria para la construcción del parámetro
Encargado Construcción y Presentación del Parámetro	Se define que integrante de la organización será el encargado de recibir los datos y posteriormente construir y presentar el parámetro.
Observaciones	Observaciones generales

Elaborado por el autor

a) Costos

1. Porcentaje de Variación de los Costos Directos según Avance Físico

Ámbito:

Costos

Objetivo:

Comparar los costos directos reales alcanzados a la fecha de control con los que se debiera llevar teóricamente para el mismo avance físico, de acuerdo a lo estimado durante el estudio y planificación del proyecto.

Descripción:

Corresponde al cálculo del porcentaje que representa la diferencia entre los costos reales alcanzados a la fecha y los costos directos teóricos estimados para el mismo avance físico, respecto del segundo valor.

Expresión de Cálculo:

$$\frac{(\text{C.D. Teóricos Acumulado} - \text{C.D. Reales Acumulados}) \times 100}{\text{C.D. Teórico Acumulado}}$$

Unidad de Medida:

Porcentaje (%)

Presentación:

Para facilitar la interpretación de la información y contar con un registro de la evolución de los costos directos del proyecto, junto con el valor obtenido directamente de la expresión de cálculo, se recomienda usar un *Grafico de Costos Directos Acumulados vs. Avance Físico* como el de la Figura 6.2, este ira almacenando los datos obtenidos para cada periodo de control constituyendo así la *Curva de Costos Directos Acumulados*, para ser comparada con la *Curva de Costos Directos Teóricos Acumulados* estimada durante el estudio del proyecto.

Datos Requeridos:

Costos Directos Reales Acumulados: corresponde a la suma de todos los costos directos incurridos para materializar la cantidad de obra ejecutada a la fecha de control.

Costos Directos Teóricos Acumulados: corresponde a la suma de todos los costos directos que debiera llevar la obra, según lo presupuestado durante el estudio del proyecto, para materializar la cantidad de obra ejecutada a la fecha de control.

Periodicidad:

Este control debe realizarse en forma mensual

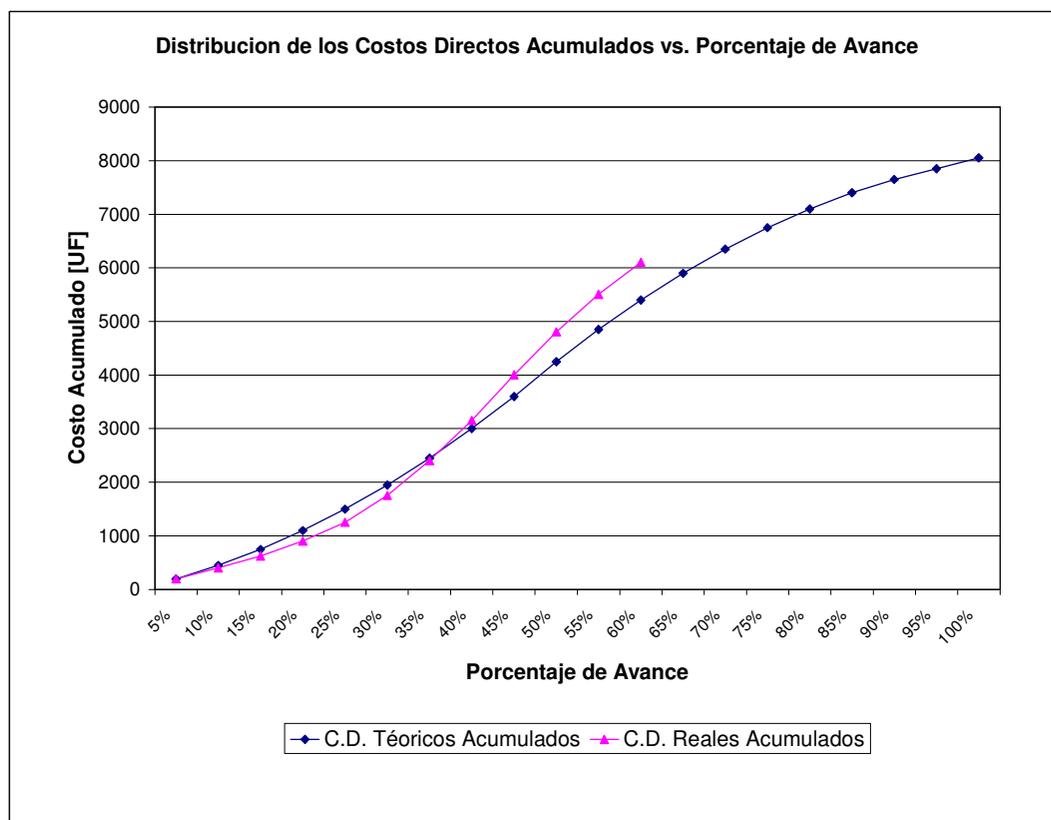
Encargado Obtención de los Datos:

Oficina Técnica de Obra

Encargado de la Construcción y Presentación del Parámetro:

Oficina Técnica de Obra

Figura 6.2: Grafico de Distribución de los Costos Directos vs. Porcentaje de Avance



Elaborado por el autor

Observaciones:

Este parámetro entrega información, sobre los recursos económicos que se han consumido en la obra para un determinado avance físico, lo que permite realizar comparaciones con lo que estaba proyectado para dicho avance, lo que permite conocer si se esta incurriendo en costos excesivos o si se están logrando reducciones respecto a lo proyectado, lo que al final se traducirá en un margen de utilidades mas amplio.

Si el valor del parámetro es positivo significara que, para un avance de obra determinado, se ha producido un ahorro respecto de lo estimado. En el caso contrario significa que se ha gastado más, por lo que será necesario tomar las medidas correctivas correspondientes.

2. Porcentaje de Variación de los Costos Directos según Tiempo

Ámbito:

Costos

Objetivo:

Comparar los costos directos reales alcanzados a la fecha de control con los que se debiera llevar teóricamente a la misma fecha, de acuerdo a lo estimado durante la planificación del proyecto, para así poder determinar si el flujo de recursos financieros de la obra esta de acuerdo con lo presupuestado durante el estudio y planificación del proyecto.

Descripción:

Corresponde al cálculo de que porcentaje representa la diferencia entre los costos reales alcanzados a la fecha y los costos directos que en teoría se deberían llevar a la misma fecha, respecto del segundo valor.

Expresión de Cálculo:

$$\frac{(\text{C.D. Teórico Acumulado} - \text{C.D. Reales Acumulados}) \times 100}{\text{C.D. Teórico Acumulado}}$$

Unidad de Medida:

Porcentaje (%)

Presentación:

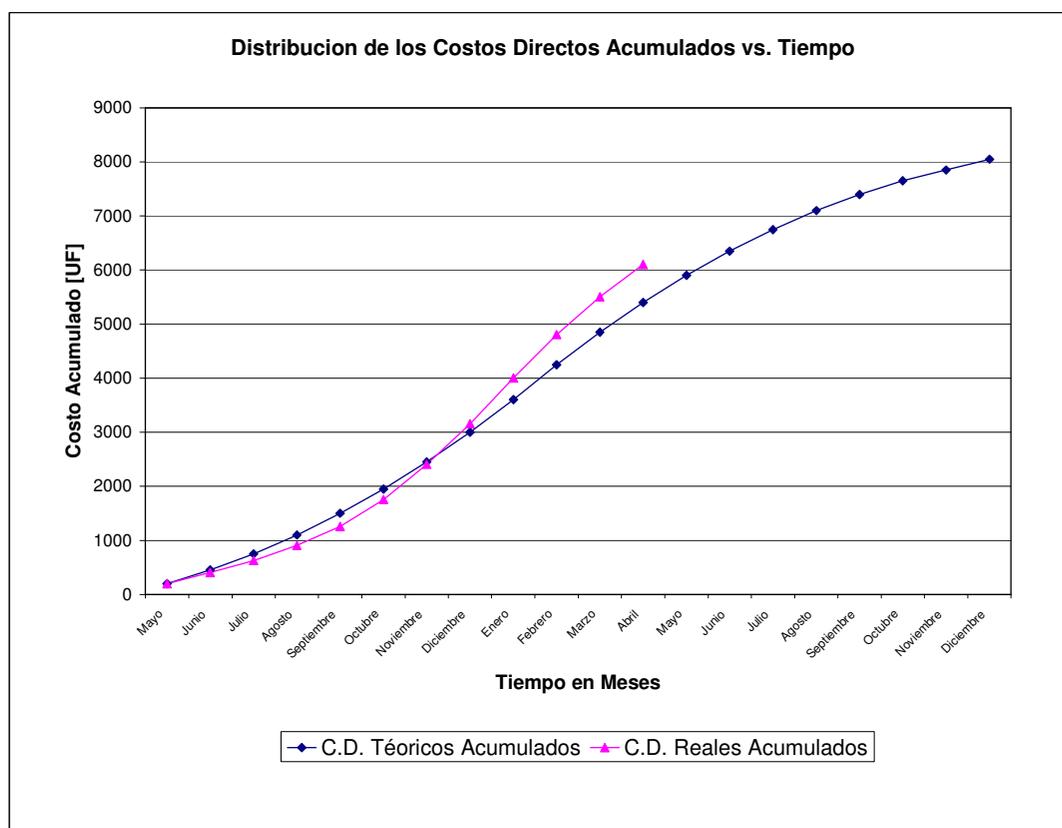
Para facilitar la interpretación de la información y contar con un registro de la evolución de los costos directos del proyecto, junto con el valor obtenido directamente de la expresión de cálculo, se recomienda usar un *Grafico de Costos Directos Acumulados vs. Tiempo* como el de la Figura 6.3, este ira almacenando los datos obtenidos para cada periodo de control constituyendo así la *Curva de Costos Directos Acumulados*, para ser comparada con la *Curva de Costos Directos Teóricos Acumulados* estimada durante la planificación del proyecto.

Datos Requeridos:

Costos Directos Reales Acumulados: corresponde a la suma de todos los costos directos reales en los que ha incurrido la obra hasta la fecha de control.

Costos Directos Teóricos Acumulados: corresponde a la suma de todos los costos directos que según las estimaciones hechas durante el estudio y planificación del proyecto debería llevar la obra a la fecha de control.

Figura 6.3: Grafico de Distribución de los Costos Directos vs. Tiempo



Elaborado por el autor

Periodicidad:

Este control debe realizarse en forma mensual

Encargado Obtención de los Datos:

Oficina Técnica de Obra

Encargado de la Construcción y Presentación del Parámetro:

Oficina Técnica de Obra

Observaciones:

Este parámetro entrega información, sobre los recursos económicos que se han consumido en la obra a una determinada fecha, lo que permite realizar comparaciones con lo proyectado y así tener un indicador que permita evaluar y proyectar el flujo de recursos a la obra a través del tiempo.

Si el valor del parámetro es positivo significa que para la fecha de control el flujo de recursos hacia la obra es menor que lo presupuestado. En el caso contrario significa que el flujo de recursos ha sido mayor.

El indicador no permite evaluar si se está sobrepasando las estimaciones de costo o si se está bajo este, ya que su función es proporcionar información acerca del flujo financiero de la obra, lo que es de gran importancia dado que permite a la empresa estimar y programar cuáles serán sus flujos reales de caja en los periodos siguientes.

b) **Avance Físico**

3. Variación del Avance Físico Real Respecto al Programado

Ámbito:

Avance Físico.

Objetivo:

Determinar el grado de cumplimiento del programa.

Descripción:

Corresponde al cálculo del porcentaje que representa la diferencia entre el avance físico real de la obra alcanzado a la fecha del control y el avance teórico, respecto del segundo valor.

Expresión de Cálculo:

$$\frac{(\text{Avance Físico Real a la Fecha} - \text{Avance Físico Teórico a la Fecha}) \times 100}{\text{Avance Físico Teórico}}$$

Unidad de Medida:

Porcentaje (%)

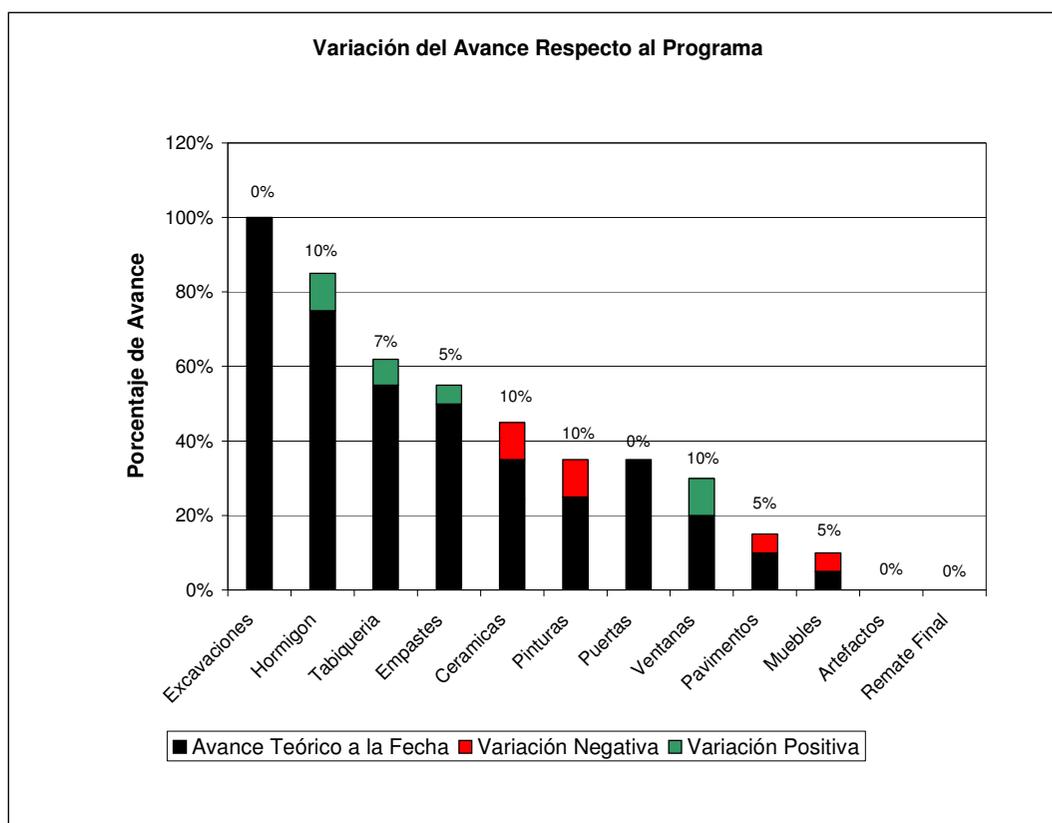
Presentación:

Dependiendo del nivel de detalle deseado, este parámetro puede ser utilizado para el estudio del comportamiento global de la obra, o bien, se puede seleccionar un conjunto de actividades representativas o críticas, cuyo comportamiento represente el comportamiento de otras actividades que las precedan. Para el primer caso bastaría con presentar el valor que entrega como resultado la expresión de cálculo. Para el caso más detallado se recomienda complementar la información con algún tipo de gráfico o tabla

como por ejemplo los indicados en la Figura 6.4. En este gráfico queda representado, en la zona negra de cada barra el avance teórico de la actividad a la fecha de control, en color rojo la presencia de un atraso de la actividad (el avance real es menor al teórico) y en verde cuando se produce un adelanto respecto del programa.

Para facilitar la interpretación de la información y contar con un registro de la evolución del avance del proyecto, junto con el valor obtenido directamente de la expresión de cálculo, se recomienda usar un *Grafico de Porcentaje de Avance Físico vs. Tiempo* como el de la Figura 6.5, este ira almacenando los datos obtenidos para cada periodo de control constituyendo así la *Curva de Avance Real*, para ser comparada con la *Curva de Avance Teórico* estimada durante la planificación del proyecto y que se obtiene del programa de la obra. Este gráfico también se conoce como *Curva de Velocidad de Avance* y se recomienda su uso para las actividades más importantes y criticas de la obra.

Figura 6.4: Gráfico Variación de Avance Respecto del Programa



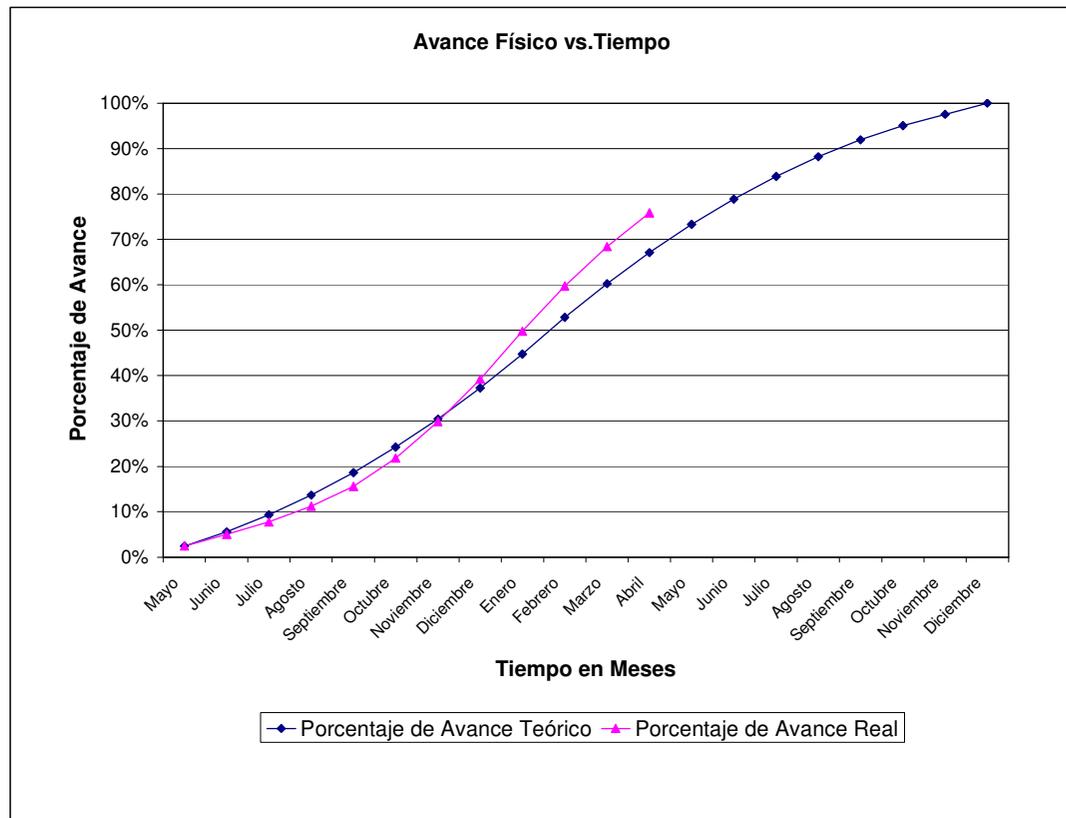
Elaborado por el autor

Datos Requeridos:

Avance Físico Real a la fecha: corresponde al porcentaje de trabajo realmente ejecutado a la fecha, respecto del trabajo total incluido en el proyecto (o actividad). Se obtiene de terreno, dividiendo las unidades producidas por las unidades totales a producir. En caso de que no pueda ser posible cuantificar las unidades, la medición se debe realizar

en forma visual, por lo que debe ser lo mas objetiva posible, ya que esta sujeta a la perspectiva de quien la realice.

Figura 6.5: Gráfico Avance Físico vs. Tiempo (Curva de Velocidad de Avance)



Elaborado por el autor

Avance Físico Teórico a la fecha: corresponde al porcentaje de trabajo que se debería llevar ejecutado a la fecha, respecto al trabajo total incluido en el proyecto (o actividad). Este dato se obtiene de la programación.

Periodicidad:

Este control puede realizarse todas las semanas, cada quince días o a lo menos una vez al mes.

Encargado Obtención de los Datos:

Personal de la Oficina Técnica de Obra, Jefe de Terreno o el Supervisor encargado de la actividad que se esta midiendo.

Encargado de la Construcción y Presentación del Parámetro:

Oficina Técnica de Obra

Observaciones:

Si el resultado entrega un valor positivo, significa que, a la fecha se lleva ejecutada una mayor cantidad de trabajo respecto a lo que se había programado. En el caso contrario, el avance real esta siendo inferior a lo deseado, por lo que será necesario tomar medidas correctivas. En el caso de que la variación, tanto positiva como negativa sean importantes y se mantengan en el tiempo (a pesar de las medidas correctivas en el caso de la variación negativa), es recomendable ajustar el programa de modo que represente de mejor manera la realidad de la obra.

4. Porcentaje de Cumplimiento de la Programación Parcial**Ámbito:**

Avance Físico.

Objetivo:

Determinar el grado de cumplimiento de la programación parcial.

Descripción:

Corresponde al cálculo del porcentaje que representa el avance físico real de la obra en un periodo determinado y el avance físico que se programo para el mismo periodo.

Expresión de Cálculo:

$$\frac{\text{Avance Físico Real en el Periodo} \times 100}{\text{Avance Físico Programado para el Periodo}}$$

Unidad de Medida:

Porcentaje (%)

Presentación:

De igual manera que el indicador anterior, dependiendo del nivel de detalle deseado, este parámetro puede ser utilizado para el estudio del comportamiento global de la obra, o bien, se puede seleccionar un conjunto de actividades representativas o criticas, cuyo comportamiento represente el comportamiento de otras actividades que las precedan. Para el primer caso bastaría con presentar el valor que entrega como resultado la expresión de cálculo. Para el caso más detallado se recomienda complementar la información con algún tipo de grafico o tabla, similar a la de la Figura 6.4, pero representando la cantidad de trabajo programado y el trabajo realmente ejecutado en el periodo.

Datos Requeridos:

Avance Físico Real en el Periodo: corresponde al total de unidades de trabajo realizadas en el periodo (m3, m2, pisos, etc.). Se obtiene de terreno, cuantificando las unidades producidas. En caso de que no pueda ser posible cuantificar las unidades, la medición se debe realizar en forma visual, por lo que debe ser lo mas objetiva posible, ya que esta sujeta a la perspectiva de quien la realice.

Avance Físico Programado para el Periodo: corresponde al total de unidades de trabajo que se pretendía realizar en el periodo. Este dato se obtiene de la programación parcial para dicho periodo.

Periodicidad:

La periodicidad de esta medición debe ser la misma con la que se realiza la programación parcial de la obra. Es recomendable que esta programación se realice en forma semanal, quincenal o como máximo de manera mensual.

Encargado Obtención de los Datos:

El encargado de la obtención de los datos debe ser el mismo que realiza la programación parcial, por lo general esta tarea la realiza el Jefe de Terreno.

Encargado de la Construcción y Presentación del Parámetro:

Oficina Técnica de Obra

Observaciones:

Si el resultado entrega un valor mayor al 100%, significa que, durante el periodo se ejecuto una mayor cantidad de trabajo del que se había programado. En el caso contrario, el trabajo ejecutado será menor, por lo que será necesario tomar medidas correctivas. En el caso de que la variación, tanto positiva como negativa sean importantes y se mantengan en el tiempo (a pesar de las medidas correctivas en el caso de la variación negativa), es recomendable afinar la programación parcial de tal manera de establecer metas reales y alcanzables.

5. Velocidad del Avance Físico

Ámbito:

Avance Físico.

Objetivo:

Determinar la velocidad a la que se ejecuta la obra o una determinada actividad en un determinado periodo de tiempo.

Descripción:

Corresponde al cociente entre el la cantidad de unidades de trabajo producidas y el tiempo ocupado en conseguirla.

Expresión de Cálculo:

$$\frac{\text{Cantidad de Unidades de Trabajo Producidas}}{\text{Tiempo}}$$

Unidad de Medida:

La unidad de medida de la velocidad dependerá de las unidades en que se realice el control, siempre será la razón entre una unidad de cantidad de trabajo (m², m³, pisos, etc.) y una de tiempo (hr., día, mes, etc.).

Presentación:

Para la presentación de este parámetro, no basta con la sola mención de la expresión de calculo a menos que exista algún tipo de estándar con cual compararla, ya que esta por si sola no puede entregar información relevante. También es aconsejable presentar el parámetro junto con los valores de los periodos de control anteriores para así poder apreciar las variaciones del indicador a través del tiempo, en la Figura 6.6 se presenta un grafico para el proceso de hormigonado.

Datos Requeridos:

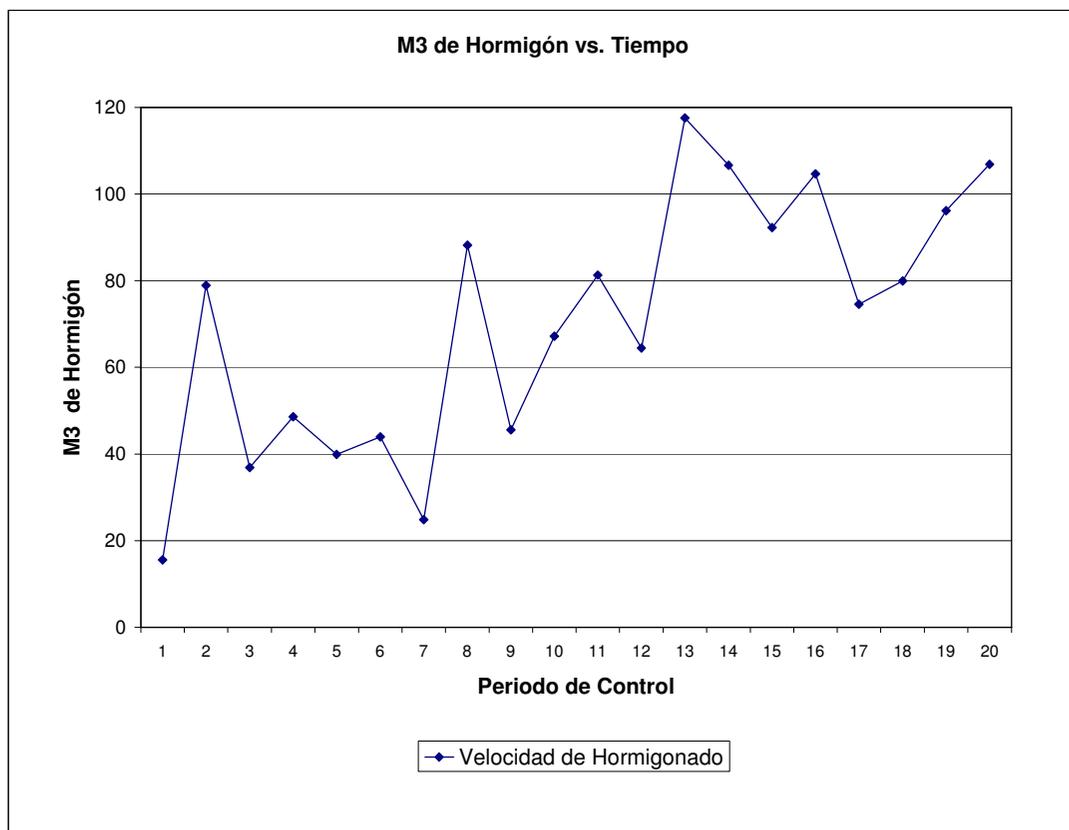
Cantidad de Unidades de Trabajo Producidas: corresponde al total de unidades de trabajo efectivamente realizadas (m³, m², pisos, etc.). Se obtiene de terreno, cuantificando las unidades producidas. En caso de que no pueda ser posible cuantificar las unidades, la medición se debe realizar en forma visual, por lo que debe ser lo mas objetiva posible, ya que esta sujeta a la perspectiva de quien la realice.

Tiempo: corresponde a la cantidad de tiempo que se empleó para conseguir el total de unidades de trabajo efectivamente realizadas

Periodicidad:

Se recomienda realizar este control en forma semanal, quincenal o por lo menos de manera mensual.

Figura 6.6: Gráfico Cantidad de Trabajo vs. Tiempo (Actividad de Hormigonado)



Elaborado por el autor

Encargado Obtención de los Datos:

Personal de la Oficina Técnica de Obra, Jefe de Terreno o el Supervisor encargado de la actividad que se está midiendo.

Encargado de la Construcción y Presentación del Parámetro:

Oficina Técnica de Obra

Observaciones:

La importancia de este indicador radica en que al ser comparado con algún estándar o con mediciones de otros periodos, permite cuantificar las variaciones en la productividad a lo largo de la obra, de esta manera es posible conocer si la obra esta mejorando o no su productividad. Todo lo anterior es posible siempre y cuando se mantengan bajo control otras variables como la calidad y los costos asociados a las variaciones de velocidad.

c) Mano de Obra**6. Rendimiento Real de la Mano de Obra****Ámbito:**

Mano de Obra

Objetivo:

Determinar la relación entre la cantidad de unidades de trabajo producidas y la cantidad de mano de obra que fue necesario consumir para producirla.

Descripción:

Corresponde al cuociente entre la cantidad de unidades de trabajo producidas y la cantidad de mano de obra que fue necesario consumir para producirlas.

Expresión de Cálculo:

Cantidad de Unidades de Trabajo Producidas

Consumo de M.O.

Unidad de Medida:

La unidad de medida dependerá de las unidades que se escojan para realizar las mediciones, esta será la razón entre una unidad de cantidad de trabajo y una unidad de medida de mano de obra. Algunas unidades podrían ser: m³/HH, m²/HD, m³/UF, etc.

Presentación:

Se recomienda realizar este análisis para aquellas categorías de mano de obra más incidentes. Dependiendo del nivel de detalle deseado, este parámetro puede ser utilizado para el estudio del comportamiento global de la mano de obra, o bien, se puede subdividir en un conjunto de categorías para obtener información mas detallada. Para el primer caso bastaría con presentar el valor que entrega como resultado la expresión de cálculo. Para el caso más detallado se recomienda complementar la información con algún tipo de grafico

o tabla como por ejemplo los indicados en la Tabla 6.1. También es aconsejable presentar el parámetro junto con los valores de los periodos de control anteriores para así poder apreciar las variaciones del indicador a través del tiempo, de manera similar al gráfico de la Figura 6.6.

Datos Requeridos:

Cantidad de Unidades de Trabajo Producidas: corresponde al total de unidades de trabajo efectivamente realizadas (m³, m², pisos, etc.). Se obtiene de terreno, cuantificando las unidades producidas. En caso de que no pueda ser posible cuantificar las unidades, la medición se debe realizar en forma visual, por lo que debe ser lo mas objetiva posible, ya que esta sujeta a la perspectiva de quien la realice.

Consumo de Mano de Obra: corresponde a la cantidad de mano de obra que fue necesario consumir para producir la cantidad de obra efectivamente ejecutada.

Periodicidad:

Se recomienda una periodicidad de al menos una vez al mes.

Encargado Obtención de los Datos:

Personal de la Oficina Técnica de Obra, Jefe de Terreno o el Supervisor encargado de la actividad que se esta midiendo.

Encargado de la Construcción y Presentación del Parámetro:

Oficina Técnica de Obra

Observaciones:

Este parámetro proporciona información valiosa acerca de la productividad de la obra, sin embargo para que esta información sea de real utilidad se debe comparar con algún estándar, para así poder evaluar si el rendimiento es satisfactorio o no.

7. Porcentaje de Variación del Rendimiento de la Mano de Obra

Ámbito:

Mano de Obra

Objetivo:

Determinar si el rendimiento de la mano de obra satisface las estimaciones.

Descripción:

Corresponde al cálculo de que porcentaje representa el rendimiento real de la mano de obra con respecto al teórico.

Expresión de Cálculo:

$$\frac{(\text{Rendimiento Real M.O.}) \times 100}{\text{Rendimiento Teórico M.O.}}$$

Unidad de Medida:

Porcentaje (%)

Presentación:

Se recomienda realizar este análisis para aquellas categorías de mano de obra más incidentes. Dependiendo del nivel de detalle deseado, este parámetro puede ser utilizado para el estudio del comportamiento global de la mano de obra, o bien, se puede subdividir en un conjunto de categorías para obtener información mas detallada. Para el primer caso bastaría con presentar el valor que entrega como resultado la expresión de cálculo. Para el caso más detallado se recomienda complementar la información con algún tipo de tabla como por ejemplo la de la Tabla 6.1. También es aconsejable presentar el parámetro junto con los valores de los periodos de control anteriores para así poder apreciar las variaciones del indicador a través del tiempo, de manera similar al gráfico de la Figura 6.6.

Datos Requeridos:

Rendimiento Real de la Mano de Obra: Corresponde al valor que se obtiene al dividir la cantidad de obra efectivamente ejecutada por la cantidad de mano de obra empleada para conseguirla

Rendimiento Teórico de la Mano de Obra: Corresponde a los rendimientos considerados durante la planificación del proyecto.

Periodicidad:

Se recomienda una periodicidad de al menos una vez al mes.

Encargado Obtención de los Datos:

Oficina Técnica de Obra

Encargado de la Construcción y Presentación del Parámetro:

Oficina Técnica de Obra

Observaciones:

Si el parámetro es igual o mayor a 100% significa que se está cumpliendo con las estimaciones hechas durante el estudio del proyecto, de lo contrario el rendimiento será menor al presupuestado, por lo tanto se deberán tomar las medidas correctivas que correspondan.

Tabla 6.1: Porcentaje de Cumplimiento del Rendimiento de la Mano de Obra.

Categoría de Mano de Obra	Unidad de Medida	Rendimiento Teórico	Rendimiento Real	Porcentaje de Cumplimiento
Enfierradores	Kg/HD	110	125	114%
Carpinteros	m2/HD	16	12	75%
Albañiles	m2/HD	8	7	88%
Concreteros	m3/HD	3	4	133%
Yeseros	m2/HD	12	13	108%

Elaborado por el autor

8. Variación del Consumo Real de Mano de Obra Respecto al Programado.**Ámbito:**

Mano de Obra

Objetivo:

Determinar el grado de cumplimiento de las estimaciones sobre el consumo de mano de obra.

Descripción:

Corresponde al cálculo del porcentaje que representa la diferencia entre el consumo real de mano de obra y el consumo teórico proyectado a la fecha del control respecto del segundo valor.

Expresión de Cálculo:

$$\frac{(\text{Consumo Teórico M.O.} - \text{Consumo Real M.O.}) \times 100}{\text{Consumo Teórico M.O.}}$$

Unidad de Medida:

Porcentaje (%)

Presentación:

Dependiendo del nivel de detalle deseado, este parámetro puede ser utilizado para el estudio del comportamiento global de la mano de obra, o bien, se puede subdividir en un conjunto de categorías para obtener información mas detallada. Es aconsejable presentar el parámetro junto con los valores de los periodos de control anteriores para así poder apreciar las variaciones del indicador a través del tiempo y compararlo con los valores teóricos, con un gráfico similar al de la Figura 6.3.

Datos Requeridos:

Consumo Real de Mano de Obra: corresponde a la cantidad de real de mano de obra consumida.

Consumo Teórico de Mano de Obra: corresponde a la cantidad de mano de obra que se tenía presupuestado consumir.

Estos datos se pueden expresar tanto en horas hombre como también en alguna unidad monetaria, pero obviamente utilizando siempre las mismas unidades en la expresión de cálculo.

Periodicidad:

Se recomienda una periodicidad de al menos una vez al mes.

Encargado Obtención de los Datos:

En el caso de que la medición se realice en alguna unidad monetaria, el encargado será la Oficina Técnica ya que esta información debería estar disponible en el control de costos de la obra. Para el caso de utilizar mediciones en HH u otra medida de este tipo, el proceso de recopilación de datos es algo más complejo, por lo que el encargado tendrá que ser definido según la realidad de cada obra.

Encargado de la Construcción y Presentación del Parámetro:

Oficina Técnica de Obra.

Observaciones:

Si el resultado entrega un valor negativo, significa que, a la fecha se lleva consumida una mayor cantidad de mano de obra respecto a lo que se había programado. En el caso contrario, la mano de obra consumida será menor. Este indicador por si solo no entrega información relevante, por lo tanto, debe ser analizado a la par con algún otro indicador que entregue información sobre el avance de la obra, ya que de esta manera es posible relacionar el consumo de mano de obra con el avance físico, por ejemplo, una variación positiva del consumo de mano de obra junto con una variación negativa del avance físico, evidentemente indicara que algo anda mal, o si existe una variación negativa del primer indicador junto con una variación negativa del segundo podría significar que el deficiente avance de la obra es consecuencia de la menor cantidad de mano de obra consumida.

d) Materiales**9. Porcentaje de Variación del Consumo de Materiales****Ámbito:**

Materiales

Objetivo:

Comparar las cantidades consumidas realmente de ciertos materiales (los mas incidentes) con el consumo presupuestado durante el estudio del proyecto, considerando las perdidas, para la materialización de cierto hito o cantidad de obra, con el fin de contar con información temprana del desempeño que se esta teniendo en obra respecto al manejo de los materiales.

Descripción:

Corresponde al calculo de que porcentaje representa la diferencia entre el consumo teórico estimado durante el estudio del proyecto para alcanzar cierto hito y el consumo real de material utilizado para alcanzar dicho hito, respecto del primero.

Expresión de Cálculo:

$$\frac{(\text{Consumo Teórico} - \text{Consumo Real}) \times 100}{\text{Consumo Teórico}}$$

Unidad de Medida:

Porcentaje (%)

Presentación:

Se recomienda la utilización de una tabla como la de la Tabla 6.2, que muestre, en la primera columna, el nombre del material, luego la unidad en que se realizara su medición, y luego las siguientes columnas que muestren los consumos teóricos, los reales, y el porcentaje que representa la diferencia entre los dos anteriores.

Datos Requeridos:

Consumo Real: corresponde a la cantidad del recurso realmente consumida para materializar la cantidad de obra incluida en el hito.

Consumo Teórico: corresponde a la cantidad del recurso que teóricamente se debiera consumir para materializar la cantidad de obra incluida en el hito, según lo presupuestado en el estudio del proyecto.

Periodicidad:

Se recomienda realizar el control en forma mensual o también a medida que se materialicen los hitos.

Tabla 6.2: Porcentaje de Variación del Consumo de Materiales

		Hito 1			Hito 2		
		Subt 1, Subt 2, Piso 1			Piso 2 al Piso 6		
Partida	Unidad	Teórico	Real	Diferencia	Teórico	Real	Diferencia
Relleno	m3	1.197	2.480	-107%			
Fierro	Kg	117.138	105.890	10%	134.805	120.980	10%
Moldaje	m2	6.199	6.450	-4%	7.175	7.480	-4%
Hormigón	m3	732	750	-2%	842	810	4%
Yeso	sc	416	369	11%	1.106	1.100	1%
Volcanita	m2	1.130	1.150	-2%	3.200	3.340	-4%
Cerámica	m2	47	49	-4%	975	1.020	-5%

Elaborado por el autor

Encargado Obtención de los Datos:

La Bodega será la encargada de proporcionar la información acerca de las cantidades reales de material utilizado. Para el caso de los materiales más incidentes, como hormigón y el fierro, esta información podría ser proporcionada directamente por el Jefe de Terreno o el Supervisor encargado de la faena. De las cantidades teóricas se encargara la Oficina Técnica de Obra.

Encargado de la Construcción y Presentación del Parámetro:

Oficina Técnica de Obra

Observaciones:

Si el valor de este parámetro es positivo, indica que, de acuerdo a las estimaciones realizadas, se estaría consumiendo menos, es decir, se estaría produciendo un ahorro. En caso contrario se esta consumiendo mas de lo estimado, por lo que se podría estar incurriendo en costos mayores a los presupuestados.

10. Porcentaje de Perdidas de Material**Ámbito:**

Materiales

Objetivo:

Comparar las cantidades consumidas realmente de ciertos materiales (los mas incidentes) con el consumo teórico sin perdidas, el obtenido por cubicación para la materialización de cierto hito o cantidad de obra, con el fin de contar con información temprana del desempeño que se esta teniendo en obra respecto al manejo de los materiales.

Descripción:

Corresponde al calculo de que porcentaje representa la diferencia entre el consumo teórico sin perdidas, el obtenido por cubicación para la materialización de cierto hito o cantidad de obra y el consumo real de material utilizado para alcanzar dicho hito, respecto del primero.

Expresión de Cálculo:

$$\frac{(\text{Consumo Real} - \text{Consumo Teórico Cubicación}) \times 100}{\text{Consumo Teórico Cubicación}}$$

Unidad de Medida:

Porcentaje (%)

Presentación:

Se recomienda la utilización de una tabla similar a la de la Tabla 6.2, que muestre, en la primera columna, el nombre del material, luego la unidad en que se realizara su medición, y luego las siguientes columnas que muestren los consumos teóricos, los reales, y el porcentaje que representa la diferencia entre los dos anteriores. Además de un grafico que presente la evolución del indicador a través del tiempo, como el de la Figura 6.7. y otro que muestre la evolución del valor global del parámetro, Figura 6.8.

Datos Requeridos:

Consumo Real de Materiales: corresponde a la cantidad del recurso realmente consumida para materializar la cantidad de obra incluida en el hito.

Consumo Teórico de Materiales según Cubicación: corresponde a la cantidad del recurso que teóricamente se debiera consumir para materializar la cantidad de obra, obtenido por cubicación.

Periodicidad:

Se recomienda realizar el control en forma semanal, quincenal, mensual o también a medida que se materialicen los hitos.

Encargado Obtención de los Datos:

La Bodega será la encargada de proporcionar la información acerca de las cantidades reales de material utilizado, para el caso de los materiales más incidentes, como hormigón y el fierro, esta información podría ser proporcionada directamente por el Jefe de Terreno o el Supervisor encargado de la faena. De las cantidades teóricas se encargara la Oficina Técnica de Obra.

Encargado de la Construcción y Presentación del Parámetro:

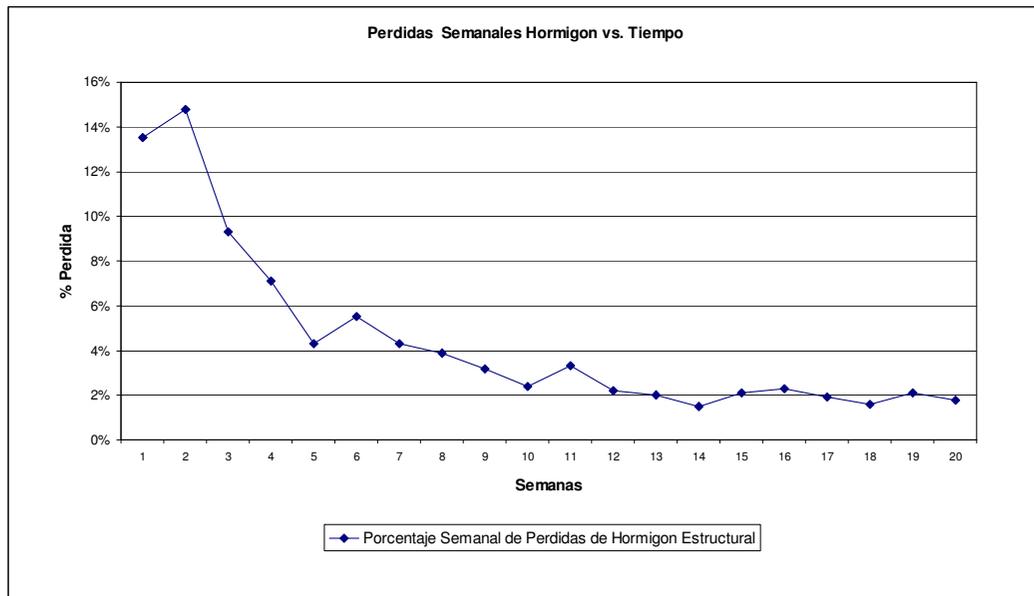
Oficina Técnica de Obra

Observaciones:

El valor de este parámetro será siempre positivo, ya que siempre existirán pérdidas de material en cualquier tipo de faena, entre mas cercano a cero sea el valor del parámetro las pérdidas serán menores. En el caso de que el valor del parámetro resulte negativo,

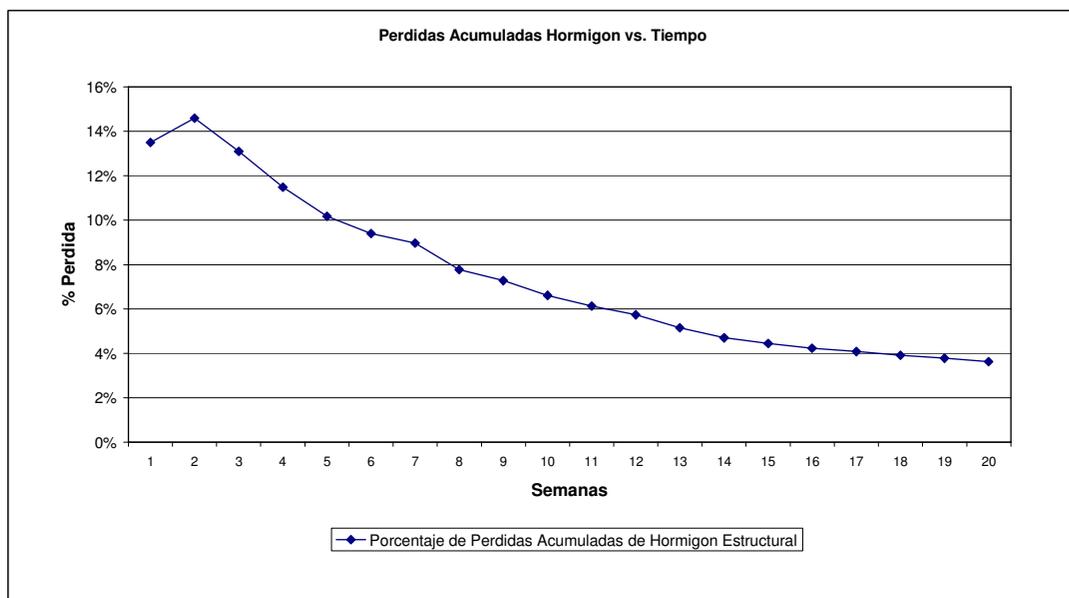
indicara que ha existido un error, ya sea en la cubicación o en la medición de las cantidades reales.

Figura 6.7: Gráfico Perdidas Semanales vs. Tiempo



Elaborado por el autor

Figura 6.8: Gráfico Perdidas Acumuladas vs. Tiempo



Elaborado por el autor

e) **Maquinarias y Equipos**

11. Índice de Utilización de Maquinarias y Equipos

Ámbito:

Maquinarias y Equipos

Objetivo:

Determinar si el grado de utilización de la maquinaria y equipo es el adecuado

Descripción:

Corresponde al cálculo de que porcentaje representa la cantidad de horas efectivamente trabajadas por la maquinaria, respecto del total de horas en que esta estaba disponible.

Expresión de Cálculo:

$$\frac{(\text{Horas Maquina Efectivamente Usadas}) \times 100}{\text{Total Horas Maquina}}$$

Unidad de Medida:

Porcentaje (%)

Presentación:

Se recomienda realizar el análisis para aquellas maquinarias y equipos más incidentes. Para la presentación de la información se puede utilizar una tabla que muestre, en la primera columna, el nombre de la maquinaria o equipo y, en la segunda columna, el valor entregado como resultado de la expresión de cálculo. También es aconsejable presentar el parámetro junto con los valores de los periodos de control anteriores para así poder apreciar las variaciones del indicador a través del tiempo, de manera similar al gráfico de la Figura 6.6.

Datos Requeridos:

Horas Maquina Efectivamente Usadas: corresponde a la cantidad de horas en que la maquina estuvo realizando trabajo productivo.

Total Horas Maquina: corresponde a la cantidad de horas en que la maquina estuvo disponible para realizar trabajos.

Periodicidad:

Se recomienda una periodicidad de al menos una vez al mes.

Encargado Obtención de los Datos:

Supervisor o Encargado del equipo o maquinaria a la que se le esta calculando el parámetro.

Encargado de la Construcción y Presentación del Parámetro:

Oficina Técnica de Obra

Observaciones:

Este parámetro debe ser lo mas cercano a 100%, lo que indicaría tiempos improductivos menores.

12. Rendimiento Real del Equipo**Ámbito:**

Maquinarias y Equipos

Objetivo:

Determinar la relación entre la cantidad de unidades de trabajo producidas y la cantidad de equipo u horas de equipo consumidas para producirlas.

Descripción:

Corresponde al cuociente entre la cantidad de unidades de trabajo producidas y la cantidad de equipo u horas de equipo que fue necesario consumir para producirlas.

Expresión de Cálculo:

$$\frac{\text{Cantidad de Unidades de Trabajo Producidas}}{\text{Horas Maquina Efectivamente Usadas}}$$

Unidad de Medida:

La unidad de medida dependerá de las unidades que se escojan para realizar las mediciones, esta será la razón entre una unidad de cantidad de trabajo y las horas de maquinaria efectivamente usadas, algunas unidades podrían ser: m3/Hr, m2/Hr, Pisos/Hr, etc.

Presentación:

Se recomienda realizar este análisis para aquellos equipos o maquinarias más incidentes. Es aconsejable presentar el parámetro junto con los valores de los periodos de control anteriores para así poder apreciar las variaciones del indicador a través del tiempo, de manera similar al gráfico de la Figura 6.6.

Datos Requeridos:

Cantidad de Unidades de Trabajo Producidas: corresponde al total de unidades de trabajo efectivamente realizadas (m3, m2, pisos, etc.). Se obtiene de terreno, cuantificando las unidades producidas. En caso de que no pueda ser posible cuantificar las unidades, la medición se debe realizar en forma visual, por lo que debe ser lo mas objetiva posible, ya que esta sujeta a la perspectiva de quien la realice.

Horas Maquina Efectivamente Usadas: corresponde a la cantidad de horas en que la maquina estuvo realizando trabajo productivo.

Periodicidad:

Se recomienda una periodicidad de al menos una vez al mes.

Encargado Obtención de los Datos:

El Supervisor o Encargado del equipo o maquinaria a la que se le esta calculando el parámetro, será el encargado de obtener la información. Para la cantidad de trabajo, los encargados serán el personal de la Oficina Técnica de Obra o el Jefe de Terreno.

Encargado de la Construcción y Presentación del Parámetro:

Oficina Técnica de Obra

Observaciones:

Este parámetro proporciona información valiosa acerca de la eficiencia del equipo o maquinaria, sin embargo para que esta información sea de real utilidad se debe comparar con algún estándar, para así poder evaluar si el rendimiento es satisfactorio o no.

f) **Calidad**

13. Razón entre número de deficiencias y el avance físico de la obra

Ámbito:

Calidad

Objetivo:

Determinar la relación entre el número de deficiencias, desde el punto de vista de la calidad, y el avance físico de la obra

Descripción:

Corresponde a la razón entre el número de deficiencias producidas en la obra y el avance físico real de la obra

Expresión de Cálculo:

$$\frac{\text{Numero de Deficiencias}}{\text{Cantidad de Unidades de Trabajo Realizadas}}$$

Unidad de Medida:

La unidad de medida de este parámetro será la razón entre el número de deficiencias y alguna medida de avance físico, de esta manera, algunas unidades pueden ser: Deficiencias/m², Deficiencias/m³, etc.

Presentación:

La presentación de la expresión de cálculo por si sola, no será relevante durante el transcurso de una obra, por lo tanto es necesario presentar un grafico con la evolución que presenta el parámetro a lo largo del tiempo, similar al de la Figura 6.6

Datos Requeridos:

Número de Deficiencias: corresponde a la cantidad de deficiencias, desde el punto de vista de la calidad, que presente la obra hasta la fecha de control. Dado el carácter subjetivo de este dato, se sugiere uniformar lo más posible los criterios con los cuales se determina un problema de calidad.

Cantidad de Unidades de Trabajo Producidas: corresponde al total de unidades de trabajo efectivamente realizadas (m3, m2, pisos, etc.). Se obtiene de terreno, cuantificando las unidades producidas. En caso de que no pueda ser posible cuantificar las unidades, la medición se debe realizar en forma visual, por lo que debe ser lo mas objetiva posible, ya que esta sujeta a la perspectiva de quien la realice.

Periodicidad:

Se recomienda una periodicidad mensual.

Encargado Obtención de los Datos:

Encargado de Calidad, para el número de deficiencias y personal de Oficina Técnica de Obra o Jefe de Terreno para la información de la cantidad de trabajo ejecutada.

Encargado de la Construcción y Presentación del Parámetro:

Oficina Técnica de Obra

Observaciones:

La principal utilidad de este parámetro es entregar información acerca de la cantidad de problemas de calidad que presenta la obra y como el número de estos evoluciona a través del tiempo. Al ser cotejado con otros parámetros como la variación de avance, velocidad, rendimientos, etc. permite conocer si la variación de estos ha afectado de manera negativa a la calidad de las obras, ya que es común que en el afán de mejorar la rapidez o productividad de los procesos se descuide un aspecto fundamental como es la calidad de las obras.

g) **Subcontratos**

16. Porcentaje de Variación de la Velocidad de Avance de los Subcontratistas

Ámbito:

Subcontratos

Objetivo:

Determinar si la velocidad de avance de los subcontratistas corresponde a lo acordado.

Descripción:

Corresponde al cálculo de que porcentaje representa la velocidad de avance real del subcontratista respecto a la teórica

Expresión de Cálculo:

$$\frac{(\text{Velocidad de avance real del Subcontratista}) \times 100}{\text{Velocidad Teórica de Avance del Subcontratista}}$$

Unidad de Medida:

Porcentaje (%)

Presentación:

Se recomienda realizar el análisis para aquellos subcontratos mas incidentes. Para la presentación de la información se puede usar una tabla como la de la Tabla 6.3, que muestre, en la primera columna, el nombre del subcontrato estudiado, en la segunda la unidad de medición utilizada, y en las siguientes: la velocidad de avance teórica, la velocidad de avance real, y el valor entregado como resultado de la expresión de cálculo para cada uno.

Tabla 6.3: Porcentaje de Cumplimiento de la Velocidad de Avance de los Subcontratistas

Tipo de Subcontrato	Unidad de Medición	Velocidad de Avance Teórica	Velocidad de Avance Real	Porcentaje de Cumplimiento
Enfierradura	Kg/día	560	515	8%
Colocación Moldajes	m2/día	250	230	8%
Enlucidos de Yeso	m2/día	120	135	-13%
Colocación Cerámica	m2/día	55	60	-9%
Colocación Puertas	puertas/día	35	40	-14%
Colocación Ventanas	m2/día	48	42	13%

Elaborado por el autor

Datos Requeridos:

Velocidad Real de Avance del Subcontratista: corresponde al valor que se obtiene al dividir la cantidad de obra efectivamente ejecutada por el tiempo empleado para conseguirla.

Velocidad Teórica de Avance del Subcontratista: corresponde a las velocidades de avance consideradas durante la planificación y/o acuerdo con el contratista

Periodicidad:

Se recomienda una periodicidad de al menos una vez al mes.

Encargado Obtención de los Datos:

Personal de la Oficina Técnica de Obra, Jefe de Terreno o el Supervisor encargado del subcontrato.

Encargado de la Construcción y Presentación del Parámetro:

Oficina Técnica de Obra

Observaciones:

Este parámetro debe ser mayor o igual a 100%, ya que de otra manera, significa que el subcontrato esta trabajando más lento de lo acordado.

6.6 Resumen

En el capítulo VI se han propuesto un conjunto de indicadores de desempeño para ser utilizados en el sistema de mejoramiento continuo detallado en el capítulo V. Estos indicadores han sido clasificados según el ámbito de las obras de construcción a los cuales están orientados. Estos ámbitos son, costo, avance físico, mano de obra, materiales, maquinarias y equipos, y, subcontratos.

7. APLICACIÓN A OBRAS DE EDIFICACION EN ALTURA

7.1 Introducción

Existen muchos tipos de proyectos de construcción, como por ejemplo, obras viales, obras de urbanización, obras sanitarias, edificación en extensión, construcción de viviendas, montaje de estructuras, obras hidráulicas, edificación en altura, entre otras.

Si bien el sistema antes propuesto puede ser aplicable a muchos de estos tipos de proyectos, en esta investigación el autor ha querido enfocarse especialmente en las obras de edificación en altura, esto principalmente por tres razones.

La primera es el auge que en la actualidad existe en la construcción de este tipo de proyectos en nuestro país, especialmente de edificios para uso habitacional. Este auge ha traído como consecuencia un aumento de la competencia entre las distintas empresas del rubro, las que pelan estrechamente por adjudicarse los nuevos proyectos y hacen grandes esfuerzos para generar utilidades y mantenerse en el mercado. Es por esto que día a día se intensifican los sistemas de control, con el objetivo de mejorar la gestión, la ejecución de las obras, y, por lo tanto, los resultados finales de los proyectos.

La segunda razón es que las obras de edificación en altura presentan características que hacen especialmente factible la aplicación de un sistema de mejoramiento continuo basado en el benchmarking. Algunas de estas características se presentan mas adelante durante este capítulo.

La tercera razón es la valiosa experiencia que el autor adquirió al desempeñarse durante más de un año en la oficina de ingeniería de una de estas obras, experiencia que ha servido para complementar la presente investigación.

7.2 Algunas Características Especiales de las Obras de Edificación en Altura

A continuación se describen algunas características de las obras de edificación en altura, las cuales se presentan según los ámbitos descritos en el capítulo anterior.

Costos:

El control de costos dentro de una obra de edificación es una tarea muy compleja, dado la gran cantidad de partidas involucradas y la gran variabilidad que pueden tener estas, es así como, la cantidad de materiales, mano de obra o equipos pueden sufrir grandes desviaciones respecto de lo presupuestado, esto debido, entre otras razones, a que en ocasiones existen errores en las

estimaciones realizadas durante la etapa de estudio o por una planificación deficiente que conlleva a atrasos y un consiguiente aumento en los gastos de la obra.

Avance Físico:

Para el caso de las obras de edificación en altura, dado el carácter secuencial y repetitivo de los procesos constructivos involucrados, realizar un control del avance físico, es fundamental, dado que al existir una ruta crítica muy clara, cualquier desviación en los plazos de una de estas actividades afectara directamente a las que la suceden, con el consiguiente aumento en la duración total de la obra, lo que traerá consigo un aumento en los costos y probablemente la aplicación de multas a la empresa constructora.

Mano de Obra:

Las obras de edificación son empresas que involucran un gran consumo de mano de obra y dado la gran cantidad de faenas distintas que se realizan en estas, mucha de esta mano de obra requiere ser especializada. Frecuentemente las empresas constructoras recurren a los subcontratos para reducir la variabilidad de este recurso, especialmente en faenas que requieren mano de obra calificada, sin embargo, la fracción que no es subcontratada continua siendo un recurso muy incidente que requiere de un estricto control, para asegurar su eficiencia y no sobrepasar los costos presupuestados. También el carácter repetitivo y secuencial de los procesos constructivos ayuda a realizar proyecciones, las que contribuyen a realizar un mejor control de este recurso.

Materiales:

Un aspecto importante ha considerar para obras de edificación en altura, al igual que en el caso de la mano de obra, es que, dado el carácter repetitivo y secuencial de los procesos constructivos, las cantidades de materiales se van repitiendo de un piso a otro, esto ayuda mucho al control de este recurso, ya que las cubicaciones teóricas pueden ser ajustadas de un piso a otro, a través de mediciones, para así realizar proyecciones y un control mas preciso de los materiales que se deben ocupar en cada uno de los pisos, reduciendo de esta manera el margen de perdidas y aumentando la eficiencia a medida que la obra se desarrolla.

Maquinarias y Equipos:

Para el caso de las obras de edificación en altura los equipos más importantes son los que se ocupan para el transporte de materiales, como son los ascensores y grúas. Estas últimas son sin lugar a dudas las más importantes e indispensables. El avance de todo el proyecto esta condicionado a su uso eficiente. Su ubicación y utilización deben ser adecuadamente planificadas de tal manera que su uso sea lo mas continuo posible y se eviten tiempos improductivos. La grúa es una pieza tan fundamental que si esta deja de funcionar, la obra podría quedar paralizada, ya

que no se dispondría de los medios para el transporte de los materiales más importantes como el fierro, los tableros de moldaje y el hormigón. Otros equipos importantes son los moldajes o encofrados, por lo general estos equipos son arrendados y su costo es bastante considerable, por lo que es fundamental estudiar la manera de utilizar una cantidad optima para permitir una velocidad de avance satisfactoria y no sobrepasar los costos.

Calidad:

La calidad dentro de las obras de edificación es un aspecto muy importante, especialmente en los proyectos de uso habitacional, ya que, el cliente final será el propietario de la vivienda y este exigirá el máximo de calidad para un producto por el que ha pagado una considerable cantidad de dinero. La calidad de la obra gruesa también es fundamental, ya que de esta depende la seguridad estructural del edificio.

Un buen control de calidad tendrá como consecuencia una mejora general en la calidad del producto terminado y una disminución en los gastos en trabajo rehecho y reclamos en la postventa.

Subcontratos:

En obras de edificación en altura son numerosas las faenas que son subcontratadas, sobretodo aquellas que requieren mano de obras especializada. A continuación se presenta un listado con las actividades que se suelen subcontratar comúnmente en obras de edificación.

Obra Gruesa: Excavaciones, Pilas y Socalzados, Colocación de Fierro, Colocación de Moldaje, Impermeabilización, Afinado de Losas.

Terminaciones: Tabiquería, Nivelación de Pisos, Rasgos de Ventanas, Enlucidos de Muros y Cielos, Obras Exteriores, Instalación de Cerámicas, Provisión e Instalación de: Ventanas, Muebles, Alfombras, Piso Flotante, Papel Mural, Cornisas, Puertas, Guardapolvos y Pinturas.

Instalaciones: Instalaciones Sanitarias, Eléctricas, Extracción de Gases, Agua Caliente, Calefacción, Ascensores, Extracción de Basura.

7.3 Identificación de los Procesos Críticos en una Obra de Edificación en Altura

Esta parte de la investigación tiene como objetivo identificar un conjunto de procesos que pueden ser considerados como críticos, es decir, determinar cuales procesos son los más incidentes a la hora de evaluar los resultados de un proyecto de edificación en altura, desde el punto de vista de los costos, el avance y la calidad lo que se busca es establecer cuales son las partidas más incidentes y que al ser adecuadamente controladas y mejoradas, permitirán asegurar que se cumplan los objetivos principales planteados antes del inicio de la obra, es decir, que se

cumplan los plazos establecidos, los costos se mantengan bajo lo presupuestado, que se logre una calidad satisfactoria del producto y por supuesto obtener mayores utilidades.

Para realizar un análisis desde el punto de los costos, se procedió a estudiar los costos directos de algunas obras de edificación en altura de similares características a partir de sus presupuestos. Esto tuvo como objetivo, obtener una aproximación del porcentaje que representa cada una de las partidas del presupuesto sobre el total de los costos directos. Se estudiaron los presupuestos de siete proyectos y los resultados se muestran en la Figura 7.1. Se presentan en el cuadro solo las partidas con mayor incidencia además de el porcentaje que representan los gastos generales sobre el costo directo. En la primera columna se presenta el nombre de la partida, en la segunda y tercera los valores mínimo y máximo respectivamente (esto con el objetivo de mostrar el rango en el que se mueven los valores) y en la cuarta el valor promedio. En los anexos se presenta información complementaria.

Desde el punto de vista del avance físico, se realizó un análisis a partir de la experiencia recogida en terreno y de conversaciones y entrevistas con diversos profesionales ligados a la edificación en altura.

En las obras de edificación en altura es fácil distinguir dos etapas principales, obra gruesa y terminaciones. La primera a su vez se puede dividir en varias subetapas: trazados, excavaciones masivas, socializado, excavaciones a mano, fundaciones, subterráneos y la construcción de la torre. En las tres últimas existen tres actividades que son secuenciales y que se repetirán durante toda la obra gruesa: el trazado, la preparación de las enfierraduras, la colocación del moldaje y el hormigonado. A esto hay que agregar las instalaciones correspondientes. Todas estas faenas son críticas ya que cualquiera se retrase retrasara el avance general de la obra y serán las que determinen el ritmo al cual se trabajara. Muchas veces existe una que es la que determina el ritmo de las otras, por ejemplo, es frecuente que la cantidad de moldaje disponible determina la cantidad de elementos que será posible hormigonar en una jornada o también la disponibilidad de la grúa para transportar los materiales. En cuanto a las terminaciones, el ritmo que tendrán estará determinado por la velocidad de avance de la obra gruesa. En terminaciones se pueden distinguir las siguientes actividades críticas: Tabiquería, Enlucido de Muros y Losas, Revestimientos y Pavimentos Cerámicos, Instalación de Puertas, Instalación de Ventanas, Pinturas e Instalación de Artefactos Sanitarios.

Para realizar un análisis desde el punto de vista de la calidad, se procedió a realizar un análisis de los informes mensuales de calidad de la empresa, en estos informes aparecen detalladas todas las deficiencias o no conformidades de calidad de todos los proyectos en ejecución de la empresa. De acuerdo a esto, las actividades con problemas de calidad más

recurrentes serian: Fierro, Moldaje, Hormigón, Cerámicas, Papel Mural, Instalaciones Eléctricas e Instalaciones Sanitarias.

Tabla 7.1: Distribución porcentual de los costos directos y gastos generales.

	Mínimo	Máximo	Promedio
HORMIGON ESTRUCTURAL	9,93%	13,16%	11,31%
ACERO ESTRUCTURAL	8,68%	12,02%	10,21%
INSTALACIONES SANITARIAS	7,96%	13,90%	10,06%
MOLDAJE	6,13%	7,90%	7,08%
INSTALACIONES ELECTRICAS	6,18%	8,03%	6,81%
MUEBLES	3,28%	6,40%	4,49%
VENTANAS, CRISTALES, ESPEJOS	2,68%	6,48%	4,05%
TABIQUERIA	2,93%	5,74%	4,04%
CALEFACCION	1,91%	6,19%	3,59%
ASCENSORES	2,59%	4,50%	3,53%
SOCALZADO	1,21%	6,17%	2,99%
PINTURAS	1,89%	3,93%	2,83%
ARTEFACTOS SANITARIOS Y DE COCINA	1,96%	3,86%	2,80%
REVESTIMIENTOS Y PAVIM. CERAMICOS	1,98%	3,18%	2,62%
PUERTAS, MARCOS, PILASTRAS	1,51%	3,15%	2,32%
MOVIMIENTOS DE TIERRAS Y RELLENOS	0,79%	3,50%	2,16%
EMPASTES Y ENLUCIDOS	1,04%	3,62%	2,12%
PAVIMENTOS INTERIORES	1,69%	2,74%	2,06%
INST. DE FAENAS Y ACTIV. PREELIMINARES	1,08%	2,56%	1,95%
CARPINTERIA METALICA	0,76%	2,19%	1,46%
REVESTIMIENTOS EXTERIORES	0,14%	3,99%	1,31%
PAPEL MURAL	0,66%	2,53%	1,15%
TRAZADOS Y NIVELES	0,70%	1,56%	1,06%
OBRAS EXTERIORES	0,14%	1,40%	0,61%
OTROS			7,41%
			100,00%
GASTOS GENERALES	17,47%	28,02%	21,51%

Elaborado por el autor

A continuación, y a partir de lo anterior, se proponen los procesos considerados como críticos para cada uno de los ámbitos propuestos en el capítulo anterior.

Costos:

Para este ámbito no existe ningún proceso en particular a controlar, sino que el control se debe realizar para la obra en general.

Avance Físico:

Para este ámbito se sugiere controlar alguna partida crítica que muestre el avance general de la obra. Por ejemplo, para la obra gruesa, la actividad de hormigonado es crítica, fácil de cuantificar y su avance también mostrara el avance de la colocación de fierro y de moldaje. Para las terminaciones es más complicado encontrar una actividad que muestre el avance general de estas, por lo que se sugiere realizar el control para un conjunto de partidas críticas.

Entonces las actividades sugeridas son: Hormigón, Tabiquería, Enlucido de Muros y Losas, Instalación de Revestimientos y Pavimentos Cerámicos, Instalación de Puertas, Instalación de Ventanas, Pinturas e Instalación de Artefactos Sanitarios

Mano de Obra:

Se sugiere realizar el control de manera general para todas aquellas actividades cuya mano de obra no se encuentre subcontratada y sean relevantes desde el punto de vista de los costos.

Materiales:

Se sugiere realizar el control sobre los materiales más incidentes que serian: Hormigón, Acero, Planchas de Yeso-cartón, Cerámicas, u otros materiales dependiendo del tipo de construcción y del tipo de terminaciones.

Maquinarias y Equipos:

Para este ámbito se sugiere realizar en control sobre los dos equipos más importantes, la grúa y los equipos de moldaje.

Calidad:

Se sugiere realizar el control sobre la obra en general.

Subcontratos:

Se sugiere realizar el control sobre los subcontratos mas incidentes desde el punto de vista del avance físico y los costos: Instalaciones Eléctricas, Instalaciones Sanitarias, Colocación de Fierro, Colocación de Moldaje, Instalación de Cerámicas, Instalación de Ventanas, Instalación de Puertas, Instalación de Muebles y Pinturas.

7.4 Experiencia Piloto

Con el objetivo de probar el sistema, se realizó una experiencia piloto dentro de una obra en ejecución. Es importante señalar que esta experiencia ha tenido algunas limitaciones, la principal es que no se pudo desarrollar a nivel de empresa, dado que para esto se habría requerido de un completo apoyo de la administración superior, para poder realizar mediciones en varias obras y poder compartir la información con el autor. Es por esto que la experiencia se limitara a realizar un proceso de benchmarking interno dentro de solo una obra, para esto se seleccionara un proceso considerado como crítico y se aplicara el sistema a él.

7.4.1 Selección del Proceso

Para la selección del proceso se escogió una actividad que fuera relativamente fácil de medir y que para esto no fuera necesario intervenir de manera significativa los mecanismos de medición y control existentes en la obra.

Se selecciono entonces el proceso de hormigonado, ya que llevar el control de este es bastante sencillo y además esta actividad es la que mejor representa el avance de la obra.

7.4.2 Selección de los Indicadores de Desempeño a Ocupar en la Experiencia Piloto

Para la experiencia piloto se han seleccionado tres indicadores de desempeño, dos del ámbito del avance físico y uno de materiales. Estos se han seleccionado dado que pueden obtener desde el mismo grupo de datos. Los indicadores seleccionados son:

a) Variación del Avance Físico Real Respecto al Programado (VRP)

$$\frac{(\text{Avance Físico Real a la Fecha} - \text{Avance Físico Teórico a la Fecha}) \times 100}{\text{Avance Físico Teórico}}$$

b) Velocidad del Avance Físico (VAF)

$$\frac{\text{Cantidad de Unidades de Trabajo Producidas}}{\text{Tiempo}}$$

c) Porcentaje de Perdidas de Material (PPM)

$$\frac{(\text{Consumo Real} - \text{Consumo Teórico Cubicación}) \times 100}{\text{Consumo Teórico Cubicación}}$$

7.4.3 Aplicación del Sistema

A continuación se detalla la aplicación del sistema al proceso en cuestión, siguiendo los pasos descritos en el capítulo 5. Hay que recordar que el sistema solo se aplicara al interior de la obra, por lo cual los pasos correspondientes al ciclo externo no podrán ser desarrollados, por lo tanto el sistema será adaptado para realizar solo los ciclos internos.

Paso 1: Obtener el compromiso de la administración superior y definir los factores críticos de éxito.

Para este caso solo se solicito el compromiso de la administración de la obra, la cual no tuvo inconvenientes para que el autor realizara esta experiencia piloto.

Paso 2: Creación de un equipo de benchmarking.

La creación del equipo de benchmarking se detallara en el paso 10, ya que solo se creara un equipo de benchmarking interno.

Paso 3: Determinación de los socios de benchmarking y de los mecanismos de cooperación.

Para este caso la comparación se realizara contra el desempeño propio, por lo tanto no habrán socios con los cuales realizar el benchmarking. En cuanto a la periodicidad de los ciclos se ha establecido arbitrariamente que estos tengan una duración de una semana.

Paso 4: Análisis preliminar del desempeño actual de los proyectos de la empresa.

Esta etapa no se desarrolló, dado el carácter interno de la experiencia piloto

Paso 5: Búsqueda y selección de las oportunidades de mejora.

Esta etapa no se desarrollara, ya que se ha seleccionado arbitrariamente un proceso para desarrollar esta experiencia y se supondrá que la oportunidad de mejora existe

Paso 6: Determinación de los procesos críticos.

Esta etapa no se desarrollara, ya que se ha seleccionado arbitrariamente un proceso para desarrollar esta experiencia, lo que ya se ha explicado en el punto 7.4.1.

Paso 7: Elección de los indicadores de desempeño claves a medir.

Se han seleccionado tres indicadores para realizar la experiencia lo que se ha detallado en el punto 7.4.2.

Paso 8: Determinar una metodología para la recolección de datos.

La recolección de datos se realizara en terreno utilizando el “cuadro de control diario de hormigón”, el cual se muestra en los anexos. A partir de la cubicación teórica de cada uno de los elementos a hormigonar se realiza la medición de la cantidad de hormigón teóricamente utilizada diariamente para materializar cada uno de dichos elementos. También se medirá la cantidad total de hormigón llegado a la obra a través de la contabilización de las guías de despacho de los camiones de hormigón premezclado.

Paso 9: Establecer los benchmarks, metas o estándares de comparación.

Para este caso los benchmarks generales, que son los que debe fijar la administración superior, serán establecidos de acuerdo a las estimaciones realizadas en el estudio del proyecto.

Para el caso del VRP, no existirá un benchmark como tal sino que la meta será siempre obtener una máxima variación positiva.

Para el VAF, el benchmark estará dado por el programa de la obra, ya que a partir de este se pueden obtener las relaciones entre cantidades de obra y tiempo.

Para el PPM, se considerara como benchmark al porcentaje de perdidas para el hormigón presupuestado durante el estudio del proyecto.

Paso 10: Creación de un equipo de benchmarking al interior de la obra.

El equipo de benchmarking estará conformado por el Jefe Residente, el Jefe de terreno y el personal de la Oficina Técnica Obra. La recolección y entrega de los datos estará a cargo del Jefe de Terreno. La Oficina Técnica se encargara de procesar los datos, construir los indicadores de desempeño y presentar la información (tablas, gráficos, etc.). Para efectos de analizar el desempeño obtenido, idear planes de acción y realizar las proyecciones del desempeño futuro, los encargados serán todos los integrantes del equipo mediante reuniones semanales.

Paso 11: Establecer benchmarks o metas internas parciales.

En esta etapa se deben definir a partir de los benchmarks o metas establecidos en el paso 9, los benchmarks internos parciales para cada uno de los ciclos del sistema.

Para el caso del VRP, se debe tratar de alcanzar siempre la máxima variación positiva o en su defecto una mínima variación negativa.

Para el VAF, se comenzara estableciendo como benchmak, la velocidad considerada en la planificación del proyecto, y después del primer ciclo, dependiendo del valor alcanzado por el indicador, existirían dos casos. El primero, si el valor del indicador correspondiente al periodo es menor que el benchmark vigente, este ultimo se mantendrá. El segundo, si el valor del indicador correspondiente al periodo es mayor que el benchmark vigente, este último se será reemplazado por el nuevo valor. Así sucesivamente para todos los ciclos posteriores.

Para el PPM, se comenzara estableciendo como benchmak, al porcentaje de perdidas considerando en la planificación del proyecto, y después del primer ciclo, dependiendo del valor alcanzado por el indicador, existirían dos casos. El primero, si el valor del indicador correspondiente al periodo es mayor que el benchmark vigente, este último se mantendrá. El segundo, si el valor del indicador correspondiente al periodo es menor que el benchmark vigente, este ultimo se será reemplazado por el nuevo valor. Así sucesivamente para todos los ciclos posteriores.

Paso 12: Recolección de datos.

La recolección de datos desde terreno se realizara en forma continua, se establecerán periodos de control semanales comenzando el primer día laboral de la semana y terminando con el ultimo (por lo general Lunes y Sábado respectivamente), los datos obtenidos serán entregados a Oficina Técnica el primer día laboral de la semana siguiente.

Paso 13: Construcción de los indicadores de desempeño.

Una vez recolectados y entregados, los datos deben ser procesados por la Oficina Técnica la cual deberá construir los indicadores, agregarlos a los registros y presentarlos al equipo de benchmarking.

Paso 14: Análisis de los indicadores.

En esta etapa el equipo de benchmarking debe realizar la evaluación del desempeño logrado durante el periodo. Lo primero es realizar una comparación de los indicadores de

desempeño del presente periodo con los del periodo inmediatamente anterior, para así establecer si efectivamente se ha logrado un mejoramiento, luego es necesario compararlo con los resultados de todos los periodos anteriores para así poder observar la tendencia que presenta el desempeño del proceso que esta siendo evaluado. Posteriormente se debe evaluar la magnitud del mejoramiento para así chequear la eficacia, efectividad y eficiencia de los cambios efectuados en el proceso. Una vez realizado todo lo anterior se debe realizar una comparación entre el desempeño logrado, el desempeño proyectado y el benchmark establecido para el proceso, esto con el objetivo de determinar las brechas de mejoramiento existentes

Paso 15: ¿Se Debe Informar a la administración superior?

Este paso será omitido, dado el carácter interno de la experiencia piloto.

Paso 16: ¿Es Satisfactorio el desempeño logrado?

En este paso el equipo, y a partir del análisis realizado en el paso14, el equipo de benchmarking debe calificar el desempeño del periodo como “satisfactorio” o “no satisfactorio”.

Paso 17: Análisis de las causas del desempeño deficiente.

Si el desempeño del proceso durante el periodo es calificado como no satisfactorio, será necesario que el equipo de benchmarking establezca cuales han sido las causas del desempeño deficiente y descubra cuales son las posibilidades de mejorar el desempeño del proceso.

Paso 18: Idear un plan de acción para generar mejoramiento.

Una vez establecidas las causas del desempeño deficiente y descubiertas las oportunidades de mejora, el equipo de benchmarking tendrá que idear un plan de acción que permita obtener a futuro el desempeño deseado, es decir, idear la manera de intervenir en el proceso para que este se realice de una manera más eficaz, efectiva y eficiente, lo que permitirá generar mejoramiento.

Paso 19: Aplicar el plan de acción.

En este paso se debe aplicar en el proceso en estudio el plan de acción establecido en el paso anterior.

Paso 20: Proyectar el desempeño futuro.

En este paso es donde el equipo de benchmarking debe proyectar el desempeño futuro que tendrá el proceso para así poder establecer si las metas establecidas son realmente alcanzables o no.

Paso 21: ¿Es necesario establecer nuevos benchmarks?

Una vez realizada una proyección para el desempeño futuro del proceso, el equipo de benchmarking debe establecer si los benchmarks establecidos en el ciclo anterior aun son validos. Se pueden dar tres casos. El primero es el caso en que el desempeño proyectado este por debajo del benchmark y presente una desviación considerable con respecto a este, en este caso se recomienda establecer una nueva marca que sea mas realista y alcanzable, porque no tiene ningún caso establecer una meta imposible de alcanzar. El segundo de los casos es que el desempeño proyectado sea muy cercano a la meta establecida, en este caso se debe evaluar entre mantener el benchmark o establecer uno nuevo que sea mas ambicioso. El tercer caso es en el que el desempeño proyectado supera a la meta establecida, en este caso evidentemente se debe establecer una nueva marca que permita continuar con el proceso de mejoramiento.

Con este paso termina un ciclo interno, dependiendo de la respuesta a la pregunta del paso 21, un nuevo ciclo comenzara en el paso 11 o 12, estos ciclos se repetirán continuamente hasta que el proceso bajo control haya concluido.

Los pasos, desde el 22 al 31, corresponden al denominado ciclo externo, por lo tanto no están contemplados dentro de esta experiencia piloto.

7.4.4 Metodología Utilizada

Para realizar el proceso de benchmarking para la faena de hormigonado, lo primero fue definir los datos necesarios para poder construir los indicadores y las herramientas necesarias para obtenerlos. Los datos necesarios son de tres tipos, cantidades de obra, tiempo y porcentajes de perdida, a su vez, estos datos pueden ser teóricos o reales.

Las cantidades de obra y los tiempos teóricos fueron establecidos mediante la denominada “curva de velocidad teórica de hormigonado”, esta curva se realiza combinando las cantidades de obra, en m³, según cubicación, con el programa de la obra, de esta manera se obtienen pares

ordenados de la forma (tiempo, m³) con los cuales es posible generar la curva. Esta curva y los datos utilizados para su obtención se presentan en los anexos.

Las pérdidas teóricas serán las establecidas durante la planificación y estudio del proyecto, en este caso se separaron las pérdidas en dos etapas, para la etapa de fundaciones serán de 10% y para el resto del edificio de un 5%.

Los datos reales serán recolectados desde terreno por medio del denominado “registro diario de control de hormigonado”, en este cuadro se registra información de gran importancia como son, el número de la guía de despacho, el tipo de hormigón, el cono, características físicas, horarios de descarga y lugar de vaciado. Se registran también los datos teóricos necesarios para la construcción de los indicadores, estos son, la cantidad teórica de hormigón que debía ser vaciada según cubicación para completar la cantidad de obra programada para el día y la cantidad total de hormigón que se adquirió para completar la cantidad de obra programada para el día. A partir de los datos del registro se confecciona en oficina el denominado “cuadro de control de hormigonado”, en este cuadro se almacenan los datos entregados diariamente por medio del registro, para luego agruparlos en periodos de control semanales, y obtener, la cantidad teórica según cubicación de m³ por semana, la cantidad real de m³ por semana y el porcentaje de pérdidas para cada semana, también se calculan los valores acumulados para cada una de las variables, de esta manera se obtienen pares ordenados del tipo (tiempo, m³) y (tiempo, %), generándose la “curva de velocidad real de hormigonado semanal”, la “curva de velocidad real de hormigonado”, la “curva de pérdidas semanales” y la “curva de pérdidas acumuladas”. Todos los cuadros y curvas antes mencionados se presentan en los anexos.

A partir de lo anterior ya es posible determinar de donde serán obtenidos cada uno de los datos para los indicadores.

Para el primer indicador “*Variación del avance físico real respecto al programado*” (VRP), los datos necesarios son:

- a) *Avance físico real a la fecha*: este dato será obtenido a partir del “cuadro de control de hormigonado”
- b) *Avance físico teórico a la fecha*: este dato será obtenido desde la “curva de velocidad teórica de hormigonado”

Para el segundo indicador “*Velocidad del avance físico*” (VAF), los datos necesarios son:

- c) *Cantidad de unidades de trabajo producidas*: este dato será obtenido a partir del “cuadro de control de hormigonado”
- d) *Tiempo*: este dato será obtenido desde el “cuadro de control de hormigonado”

Para el tercer indicador “*Porcentaje de pérdidas de material*” (PPM), los datos necesarios son:

- e) *Consumo de material teórico según cubicación*: este dato será obtenido a partir del “cuadro de control de hormigonado”
- f) *Consumo real de material*: este dato será obtenido desde el “cuadro de control de hormigonado”

Con respecto a los benchmarks estos serán establecidos de acuerdo a lo señalado en el paso 11, descrito en el punto 7.4.3

7.5 Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos al realizar la experiencia piloto para el sistema de mejoramiento continuo para obras de edificación en altura, se detallaran los resultados para cada uno de los indicadores.

Para el indicador VRP, los resultados se muestran en la tabla 7.1 y en las figuras 7.1 y 7.2 (en el anexo A se presenta información mas detallada). En la tabla 7.1 se puede observar un cuadro en el cual aparecen los periodos de control, el avance programado y el avance real según cubicación, a través de estos últimos datos se obtienen los valores para el parámetro VRP, en la última columna se presenta la información de la evaluación del parámetro. Para la evaluación del indicador se ha establecido como “satisfactorio” cuando el valor de VRP es positivo y como “no satisfactorio” cuando VRP es negativo. A través del el análisis de los valores de VRP y de la observación de las curvas de las figuras 7.1 y 7.2 es posible realizar el siguiente análisis:

En un principio, periodos del 1 al 7 el avance de la actividad supero ampliamente, a lo programado, con valores de VRP superiores a 100%, esto debido al inicio anticipado de las obras y a la alta variabilidad que existe al inicio de una actividad ya que esta todavía no entra en ritmo

Luego, en los periodos del 8 al 19, se puede observar que el parámetro mantiene valores positivos, sin embargo desde el periodo 16 se produce una disminución constante del valor de VRP, ya que no se pudo igualar el ritmo de avance programado, lo que se tradujo en una desviación negativa, la cual se manifestó en el periodo 20 con un valor de VRF menor a cero.

Tabla 7.2: Cuadro resumen VRF

Periodo	Programado				Real Cubicación				VRP	Satisfactorio o No Satisfactorio
	Semanal	Acumulado	% Avance del Periodo	% Avance Acumulado	Semanal	Acumulado	% Avance del Periodo	% Avance Acumulado		
1	0,0	0,0	0,0%	0,0%	15,6	15,6	0,4%	0,4%		
2	0,0	0,0	0,0%	0,0%	78,9	94,4	1,8%	2,2%		
3	21,7	21,7	0,5%	0,5%	36,9	131,3	0,8%	3,0%	503,9%	S
4	30,4	52,2	0,7%	1,2%	48,6	179,9	1,1%	4,1%	244,7%	S
5	30,4	82,6	0,7%	1,9%	39,9	219,8	0,9%	5,1%	166,0%	S
6	30,4	113,1	0,7%	2,6%	43,9	263,7	1,0%	6,1%	133,2%	S
7	30,4	143,5	0,7%	3,3%	24,8	288,6	0,6%	6,6%	101,1%	S
8	94,1	237,6	2,2%	5,5%	88,2	376,8	2,0%	8,7%	58,6%	S
9	94,1	331,7	2,2%	7,6%	45,6	422,3	1,0%	9,7%	27,3%	S
10	94,1	425,8	2,2%	9,8%	67,2	489,5	1,5%	11,3%	15,0%	S
11	94,1	519,9	2,2%	12,0%	81,3	570,8	1,9%	13,1%	9,8%	S
12	94,1	614,0	2,2%	14,1%	64,4	635,3	1,5%	14,6%	3,5%	S
13	94,1	708,1	2,2%	16,3%	117,6	752,8	2,7%	17,3%	6,3%	S
14	94,1	802,2	2,2%	18,5%	106,6	859,4	2,5%	19,8%	7,1%	S
15	63,7	865,9	1,5%	19,9%	92,2	951,7	2,1%	21,9%	9,9%	S
16	63,7	929,5	1,5%	21,4%	104,6	1056,3	2,4%	24,3%	13,6%	S
17	116,0	1045,6	2,7%	24,1%	74,6	1130,9	1,7%	26,0%	8,2%	S
18	128,9	1174,5	3,0%	27,0%	80,0	1210,8	1,8%	27,9%	3,1%	S
19	111,7	1286,2	2,6%	29,6%	96,2	1307,0	2,2%	30,1%	1,6%	S
20	144,0	1430,2	3,3%	32,9%	106,9	1413,9	2,5%	32,5%	-1,1%	NS
21	145,3	1575,6	3,3%	36,2%	114,8	1528,7	2,6%	35,2%	-3,0%	NS
22	145,3	1720,9	3,3%	39,6%	88,0	1616,7	2,0%	37,2%	-6,1%	NS
23	116,3	1837,2	2,7%	42,3%	165,7	1782,4	3,8%	41,0%	-3,0%	NS
24	130,8	1968,0	3,0%	45,3%	112,3	1894,6	2,6%	43,6%	-3,7%	NS
25	145,3	2113,3	3,3%	48,6%	125,7	2020,3	2,9%	46,5%	-4,4%	NS
26	145,3	2258,6	3,3%	52,0%	132,1	2152,5	3,0%	49,5%	-4,7%	NS
27	130,8	2389,4	3,0%	55,0%	121,6	2274,1	2,8%	52,3%	-4,8%	NS
28	116,3	2505,7	2,7%	57,6%	168,7	2442,8	3,9%	56,2%	-2,5%	NS
29	145,3	2651,0	3,3%	61,0%	143,3	2586,1	3,3%	59,5%	-2,4%	NS
30	145,3	2796,3	3,3%	64,3%	160,6	2746,7	3,7%	63,2%	-1,8%	NS
31	145,3	2941,7	3,3%	67,7%	141,2	2887,9	3,2%	66,4%	-1,8%	NS
32	116,3	3057,9	2,7%	70,4%	152,2	3040,0	3,5%	69,9%	-0,6%	NS
33	130,8	3188,7	3,0%	73,4%	149,2	3189,3	3,4%	73,4%	0,0%	S
34	145,3	3334,1	3,3%	76,7%	125,9	3315,2	2,9%	76,3%	-0,6%	NS
35	145,3	3479,4	3,3%	80,0%	140,4	3455,6	3,2%	79,5%	-0,7%	NS
36	130,8	3610,2	3,0%	83,1%	134,6	3590,1	3,1%	82,6%	-0,6%	NS
37	116,3	3726,4	2,7%	85,7%	174,8	3764,9	4,0%	86,6%	1,0%	S
38	145,3	3871,8	3,3%	89,1%	160,3	3925,2	3,7%	90,3%	1,4%	S
39	145,3	4017,1	3,3%	92,4%	130,5	4055,7	3,0%	93,3%	1,0%	S
40	149,3	4166,4	3,4%	95,9%	123,7	4179,3	2,8%	96,2%	0,3%	S
41	115,6	4282,0	2,7%	98,5%	120,0	4299,3	2,8%	98,9%	0,4%	S
42	64,5	4346,5	1,5%	100,0%	99,0	4398,3	2,3%	101,2%		
43	0,0	4346,5	0,0%	100,0%	33,7	4432,0	0,8%	102,0%		

Elaborado por el autor

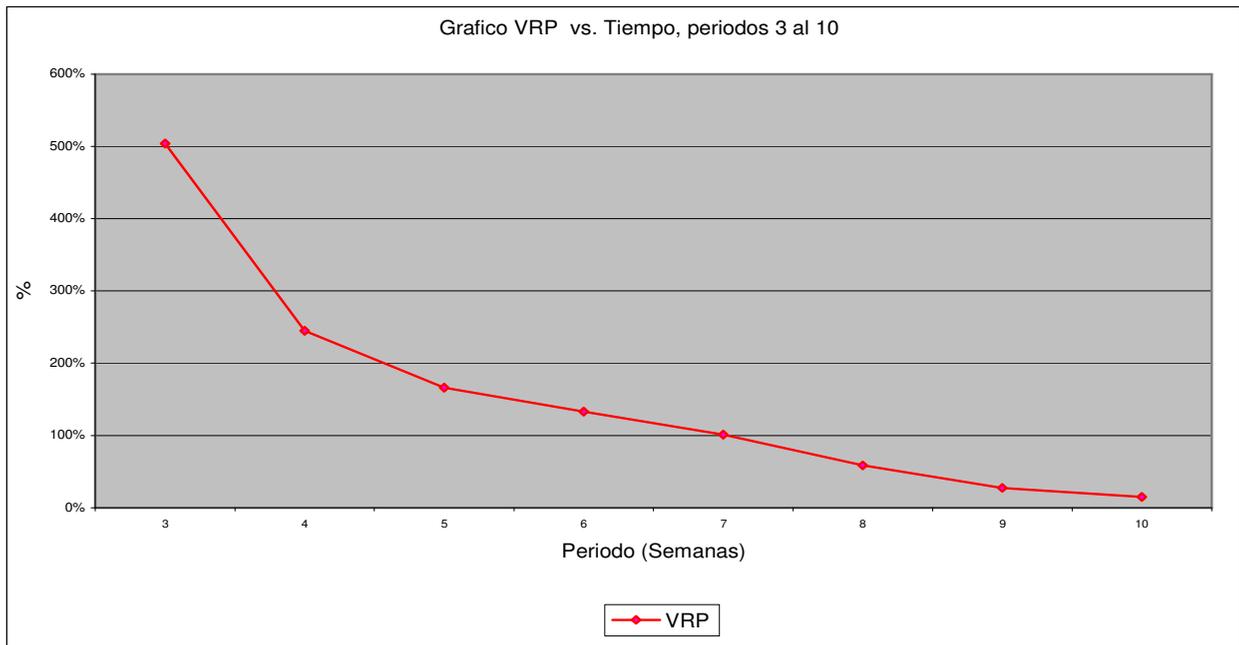
En los periodos 20 al 36, VRP mantiene valores negativos, llegando en el periodo 16 a su valor mas bajo (-6%), es decir el punto en que la actividad presento el mayor atraso, luego el indicador comenzó a tener variaciones positivas, hasta que en el periodo 37 se pudo sobrepasar al avance programado.

En los periodos restantes el valor del parámetro se mantuvo positivo y menor a 2%, hasta que en el periodo 42 y 43 se obtiene un avance superior al 100%, esto producto del error que naturalmente se produce al comparar cantidades reales con cantidades teóricas, para estos dos últimos periodos no se calculo el parámetro dado que este ya perdió su validez.

luego fue posible revertir esta desviación mediante un aumento en la velocidad de trabajo lo que al final se tradujo en el cumplimiento de los plazo establecidos.

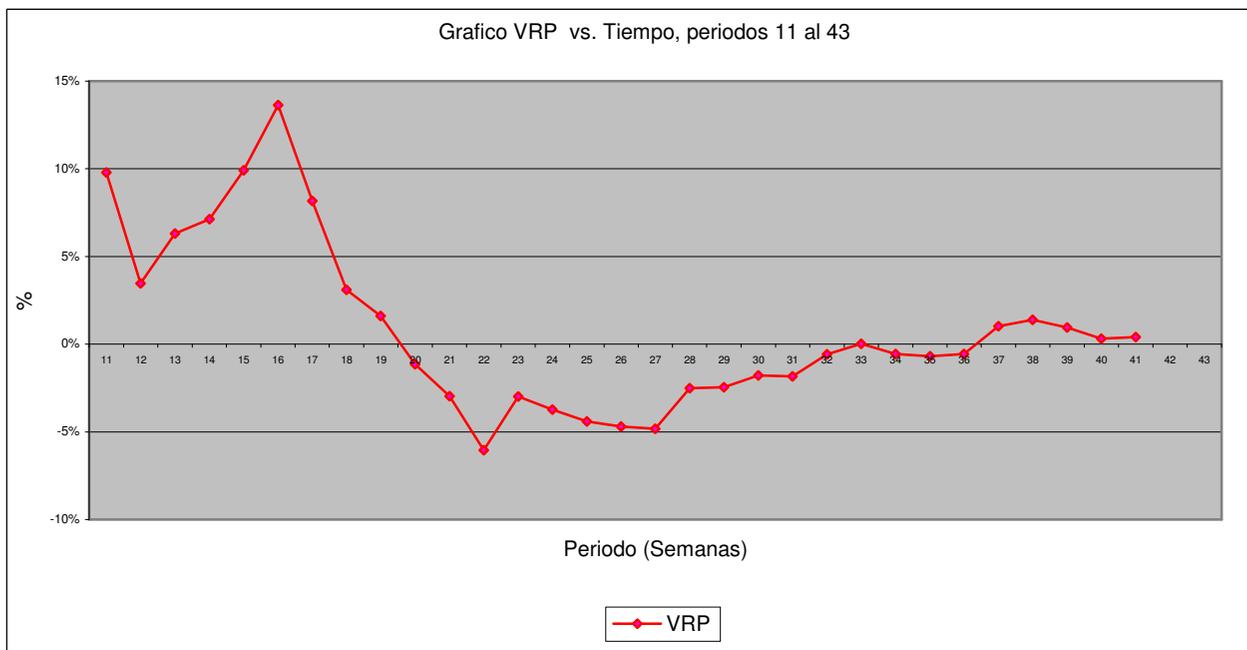
Finalmente es posible concluir que la medición del parámetro VRP, permitió realizar un control efectivo de las desviaciones del avance físico de la obra, lo que se tradujo en el cumplimiento de la programación establecida.

Figura 7.1: Grafico VRP vs. Tiempo, periodos 3 al 10



Elaborado por el autor

Figura 7.2: Grafico VRP vs. Tiempo, periodos 11 al 43



Elaborado por el autor

Para el indicador VAF, los resultados se muestran en la tabla 7.3 y en la figura 7.3 (en el anexo B se presenta información mas detallada). En la tabla 7.3 se pueden observar, los periodos de control, los valores de VAF, la proyección lineal de las velocidades deseadas, el benchmark o meta semanal y en la última columna se presenta la información de la evaluación del parámetro. Para la evaluación del indicador se ha establecido como “satisfactorio” cuando el valor de VAF es

superior al valor de la proyección lineal para el periodo y como “no satisfactorio” cuando VAF es menor a dicho valor. A través del el análisis de los valores de VAF y de la observación de las curvas de la figura 7.3 es posible realizar el siguiente análisis:

Los benchmarks fueron definidos a partir de los mejores desempeños obtenidos a medida que se desarrollaba la actividad, de esta manera cuando el valor de VAF para un determinado periodo superaba a todos los que lo precedían, un nuevo benchmark era establecido. De esta manera, durante el desarrollo de la actividad fueron establecidas siete de estas metas.

Para poder cuantificar el mejoramiento producido al implementar el sistema y establecer los benchmarks, se procedió a establecer periodos de comparación, estos periodos se definieron de acuerdo a los cambios en los benchmarks. Una vez definidos los periodos de comparación, se promedió los valores de VAF para cada uno de ellos, para luego comparar cada valor promedio con el inmediatamente anterior.

Tabla 7.3: Cuadro resumen VAF

Periodo	Real Cubicación M3		Proyección Lineal M3	Benchmark Semanal M3		Satisfactorio o No Satisfactorio	Promedio VAF Periodos	Variación Porcentual del Promedio
	Semanal VAF	Acumulado						
1	15,6	15,6	103,5					
2	78,9	94,4	105,6	15,6		N	47,2	
3	36,9	131,3	106,3	78,9	NB	N		
4	48,6	179,9	108,1	78,9		N		
5	39,9	219,8	109,6	78,9		N		
6	43,9	263,7	111,5	78,9		N		
7	24,8	288,6	113,4	78,9		N		
8	88,2	376,8	115,9	78,9		N	47,1	-0,4%
9	45,6	422,3	116,8	88,2	NB	N		
10	67,2	489,5	118,9	88,2		N		
11	81,3	570,8	120,5	88,2		N		
12	64,4	635,3	121,8	88,2		N		
13	117,6	752,8	123,7	88,2		N	75,2	59,8%
14	106,6	859,4	123,9	117,6	NB	N		
15	92,2	951,7	124,5	117,6		N		
16	104,6	1056,3	125,7	117,6		N		
17	74,6	1130,9	126,5	117,6		N		
18	80,0	1210,8	128,6	117,6		N		
19	96,2	1307,0	130,7	117,6		N		
20	106,9	1413,9	132,2	117,6		N		
21	114,8	1528,7	133,3	117,6		N		
22	88,0	1616,7	134,2	117,6		N		
23	165,7	1782,4	136,5	117,6		S	103,0	36,9%
24	112,3	1894,6	135,0	165,7	NB	N		
25	125,7	2020,3	136,2	165,7		N		
26	132,1	2152,5	136,8	165,7		N		
27	121,6	2274,1	137,1	165,7		N		
28	168,7	2442,8	138,2	165,7		S	132,1	28,3%
29	143,3	2586,1	136,0	168,7	NB	S		
30	160,6	2746,7	135,4	168,7		S		
31	141,2	2887,9	133,3	168,7		S		
32	152,2	3040,0	132,6	168,7		S		
33	149,2	3189,3	130,7	168,7		S		
34	125,9	3315,2	128,6	168,7		N		
35	140,4	3455,6	128,9	168,7		S		
36	134,6	3590,1	127,3	168,7		S		
37	174,8	3764,9	126,1	168,7		S	146,9	11,2%
38	160,3	3925,2	116,3	174,8	NB	S		
39	130,5	4055,7	105,3	174,8		S		
40	123,7	4179,3	97,0	174,8		S		
41	120,0	4299,3	83,6	174,8		S		
42	99,0	4398,3	47,2	174,8		S		
43	33,7	4432,0		174,8		S	111,2	-24,3%

Elaborado por el autor

De esta manera se obtuvieron las siguientes variaciones:

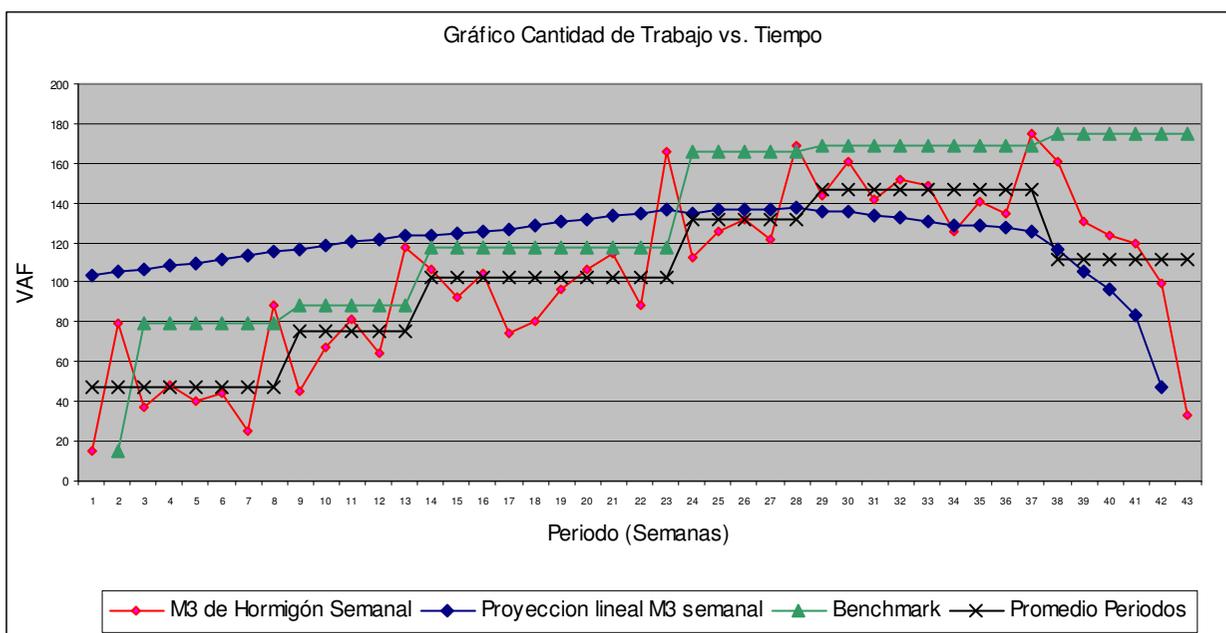
Entre el primero y el segundo la variación fue de un -0,4%, el valor negativo se debe a la gran variabilidad producto del comienzo de la actividad, por lo que los benchmarks fueron valores que se dispararon del resto.

Entre es segundo y el tercero se produjo la variación mas importante y fue de un 59,8%, esto producto de la entrada en ritmo de la actividad.

Entre el tercero y el cuarto la variación fue de un 36,9%, entre el cuarto y el quinto de un 28,3% y entre el quinto y el sexto de un 11,2%. En estos tres periodos se produjeron variaciones positivas en los valores promedio de VAF, esto producto de que se establecieron metas mas ambiciosas para poder alcanzar el rendimiento necesario para cumplir con las proyecciones

Finalmente entre el sexto y séptimo la variación fue de -24,3%, esta variación negativa se debe a la desaceleración natural que tiene la actividad al acercarse a su fin.

Figura 7.3: Grafico VAF vs. Tiempo



Elaborado por el autor

Para el indicador PPM, los resultados se muestran en la tabla 7.4 y en las figuras 7.4 y 7.5 (en el anexo C se presenta información mas detallada). En la tabla 7.4 se puede observar, los periodos de control, las cantidades reales según cubicación, las cantidades reales de hormigón en obra, el valor de PPM y los valores de las perdidas presupuestadas. Para la evaluación del indicador se ha establecido como “satisfactorio” cuando el valor de PPM es menor que las perdidas presupuestadas y como “no satisfactorio” para el caso contrario. A través del el análisis de los valores de PPM y de la observación de las curvas es posible llegar a las siguientes conclusiones:

Tabla 7.4: Cuadro resumen PPM

Periodo	Real Cubicación		Real en Obra		PPM	PPM Acumulado	Perdidas Presupuestadas	Satisfactorio o No Satisfactorio
	Semanal M3	Acumulado M3	Semanal M3	Acumulado M3				
1	15,6	15,6	22,5	22,5	44,7%	44,7%	Etapa de Fundaciones	NS
2	78,9	94,4	82,5	105,0	4,6%	11,2%		NS
3	36,9	131,3	37,5	142,5	1,7%	8,5%		NS
4	48,6	179,9	64,5	207,0	32,8%	15,1%		NS
5	39,9	219,8	52,5	259,5	31,5%	18,1%		NS
6	43,9	263,7	59,5	319,0	35,5%	21,0%		NS
7	24,8	288,6	26,0	345,0	4,7%	19,6%		NS
8	88,2	376,8	120,0	465,0	36,1%	23,4%		NS
9	45,6	422,3	59,0	524,0	29,5%	24,1%		NS
10	67,2	489,5	71,5	595,5	6,4%	21,6%		NS
11	81,3	570,8	86,5	682,0	6,4%	19,5%	NS	
12	64,4	635,3	70,0	752,0	8,6%	18,4%	NS	
13	117,6	752,8	127,0	879,0	8,0%	16,8%	NS	
14	106,6	859,4	115,5	994,5	8,3%	15,7%	NS	
15	92,2	951,7	100,0	1094,5	8,4%	15,0%	NS	
16	104,6	1056,3	119,0	1213,5	13,7%	14,9%	NS	
17	74,6	1130,9	75,5	1289,0	1,2%	14,0%	NS	
18	80,0	1210,8	84,0	1373,0	5,1%	13,4%	NS	
19	96,2	1307,0	97,0	1470,0	0,9%	12,5%	NS	
20	106,9	1413,9	108,0	1578,0	1,1%	11,6%	NS	
21	114,8	1528,7	119,0	1697,0	3,6%	11,0%	NS	
22	88,0	1616,7	89,5	1786,5	1,7%	10,5%	NS	
23	165,7	1782,4	168,0	1954,5	1,4%	9,7%	NS	
24	112,3	1894,6	114,0	2068,5	1,5%	9,2%	NS	
25	125,7	2020,3	128,0	2196,5	1,8%	8,7%	NS	
26	132,1	2152,5	142,0	2338,5	7,5%	8,6%	NS	
27	121,6	2274,1	142,0	2480,5	16,8%	9,1%	NS	
28	168,7	2442,8	172,0	2652,5	1,9%	8,6%	NS	
29	143,3	2586,1	146,5	2799,0	2,2%	8,2%	NS	
30	160,6	2746,7	162,5	2961,5	1,2%	7,8%	NS	
31	141,2	2887,9	145,0	3106,5	2,7%	7,6%	NS	
32	152,2	3040,0	154,5	3261,0	1,5%	7,3%	NS	
33	149,2	3189,3	158,5	3419,5	6,2%	7,2%	NS	
34	125,9	3315,2	130,0	3549,5	3,2%	7,1%	NS	
35	140,4	3455,6	142,5	3692,0	1,5%	6,8%	NS	
36	134,6	3590,1	142,5	3834,5	5,9%	6,8%	NS	
37	174,8	3764,9	178,5	4013,0	2,1%	6,6%	NS	
38	160,3	3925,2	165,0	4178,0	2,9%	6,4%	NS	
39	130,5	4055,7	137,0	4315,0	5,0%	6,4%	NS	
40	123,7	4179,3	126,5	4441,5	2,3%	6,3%	NS	
41	120,0	4299,3	122,5	4564,0	2,1%	6,2%	NS	
42	99,0	4398,3	100,0	4664,0	1,0%	6,0%	NS	
43	33,7	4432,0	35,0	4699,0	4,0%	6,0%	NS	

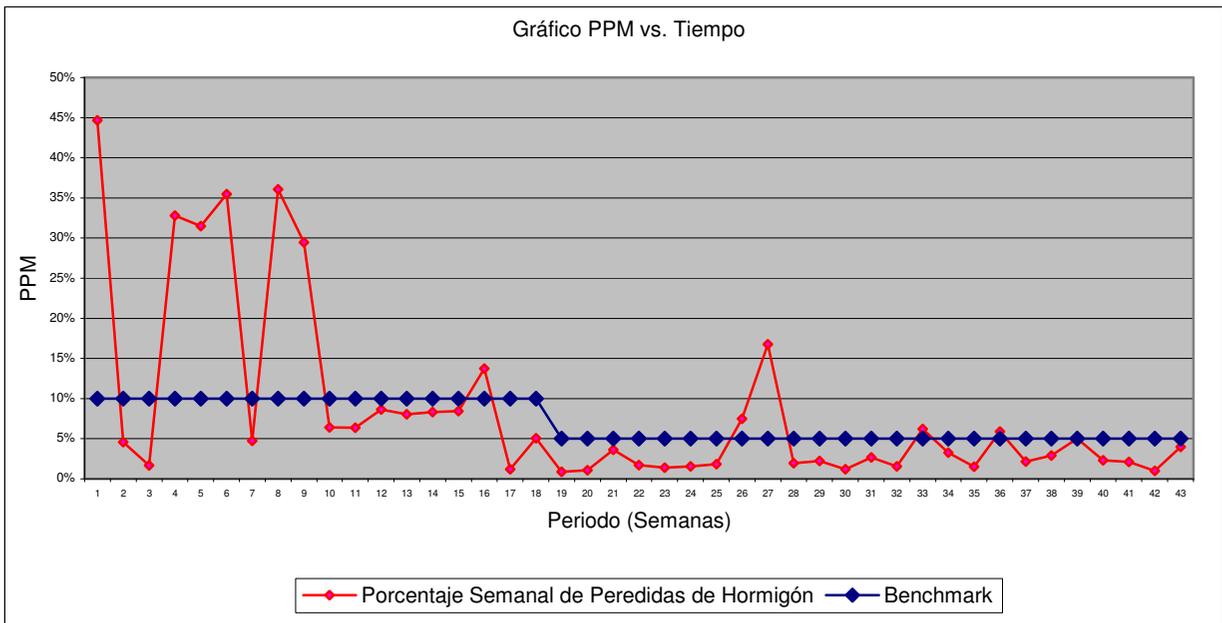
Elaborado por el autor

Para la etapa de fundaciones se superaron con creces las pérdidas presupuestadas, dado que las condiciones del terreno no eran las que se habían estimado durante la planificación del proyecto.

Para el resto de la construcción las pérdidas casi siempre se mantuvieron dentro del margen presupuestado.

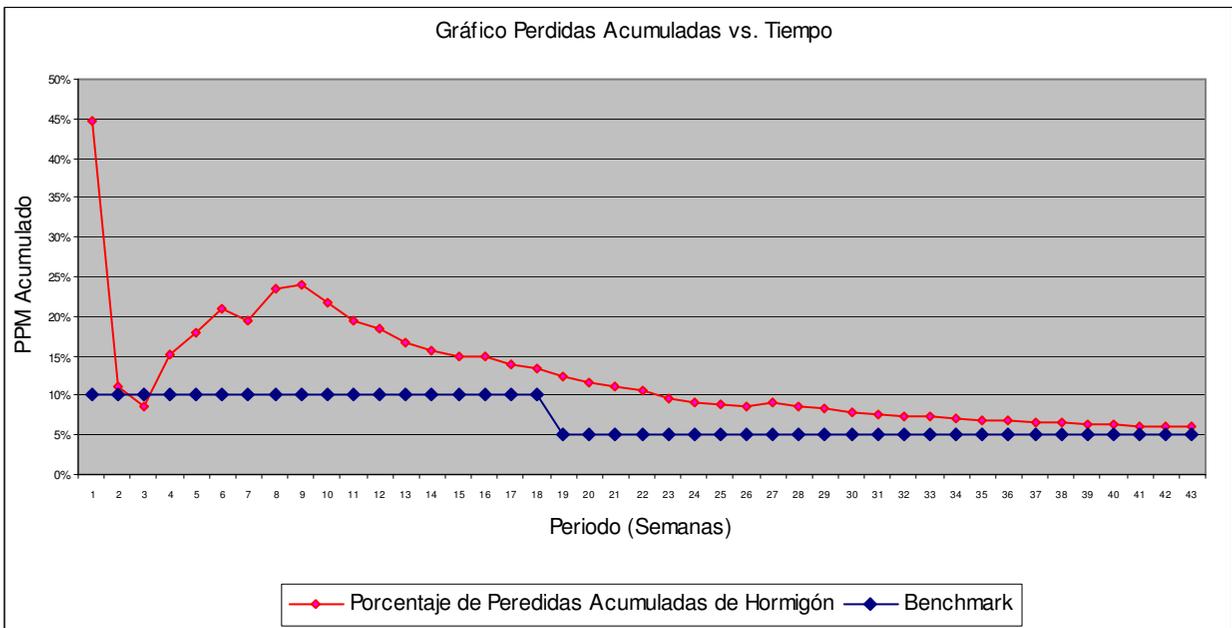
En términos generales y observando el valor final del indicador, es posible concluir que si bien, las pérdidas superaron en muchas ocasiones a lo presupuestado, estas fueron disminuyendo a lo largo del desarrollo del proyecto hasta llegar a un valor final bastante aceptable.

Figura 7.4: Grafico PPM vs. Tiempo



Elaborado por el autor

Figura 7.5: Grafico PPM Acumulado vs. Tiempo



Elaborado por el autor

7.6 Resumen

En este capítulo se han descrito las principales características y ámbitos de control para las obras de edificación en altura. También se han establecido, de acuerdo a los criterios de costo, avance y calidad, un conjunto de procesos considerados como claves o críticos. Finalmente se ha descrito la experiencia piloto desarrollada al interior de una obra, en la cual se implementó el sistema propuesto para el proceso de hormigonado mediante tres indicadores de desempeño distintos, logrando resultados satisfactorios.

VIII CONCLUSIONES

8.1 Conclusiones

Al finalizar esta investigación y después de desarrollar la experiencia piloto el autor ha podido comprobar que el sistema propuesto es perfectamente aplicable a obras de edificación en altura y que su incorporación dentro de los procesos de control de la obra no implica un significativo costo, ni tampoco una gran intervención dentro de los habituales sistemas de control de una empresa constructora. Sin embargo quedara pendiente la aplicación de una experiencia piloto en la cual el sistema propuesto sea aplicado a nivel de empresa, es decir, desarrollar la experiencia paralelamente en más de un obra y que la administración superior cumpla con el papel que se le ha asignado dentro del sistema de mejoramiento continuo.

En cuanto a los resultados de la experiencia piloto, se pudo comprobar que durante el desarrollo del proyecto, existió un visible mejoramiento del proceso, para los tres aspectos controlados por cada uno de los tres indicadores. Si bien este mejoramiento podría ser explicado por el proceso natural de aprendizaje, el análisis de los resultados permite aseverar, sin temor a equivocarse, que el sistema fue una importante herramienta de control para el proceso en estudio y que permitió detectar y corregir desviaciones no deseadas, para llegar final mente a un desempeño satisfactorio mediante un proceso sistemático y continuo de mejoramiento.

El resumen, el sistema propuesto puede ser definido como una herramienta simple, económica y versátil para el control y mejoramiento de procesos dentro de proyectos de construcción. Su aplicación no esta limitada solo a obras de edificación en altura sino que también a cualquier otro tipo de proyecto e incluso otro tipo de procesos productivos, en especial aquellos de carácter secuencial y repetitivo.

Otros aspectos que quedan pendientes y que podrían ser material para futuras investigaciones son:

Crear un sistema para asegurar la comparabilidad de los indicadores de desempeño entre proyectos con realidades distintas, como pueden ser: arquitectura, materiales, ubicación geográfica, época del año en que se desarrollan los trabajos, tamaño del proyecto, etc.

Buscar la manera de complementar el sistema propuesto con un benchmarking externo, ya que la filosofía del mejoramiento continuo y el benchmarking, exigen que las mejores prácticas sean buscadas no solo al interior de la organización, sino que en cualquier lugar donde estas existan. Para esto una solución podría ser, combinar el sistema propuesto con un sistema de benchmarking de terceras partes o colaborativo como el desarrollado en el Sistema Nacional de Benchmarking.

Finalmente, así como, Frederick Taylor afirmaba que todo método de trabajo es susceptible de ser mejorado, el sistema propuesto en esta investigación también lo es, por lo tanto, puede ser adaptado y perfeccionado según la realidad de cada organización, de los procesos que esta quiera mejorar y los resultados que desee obtener.

BIBLIOGRAFÍA

ANTONY, R. (1990) **El Control de Gestión: Marco, Entorno y Proceso (2º Edición)**. Harvard Business School, Ediciones Deusto. (Original no consultado, citado por: SANZ, M.F. (2004))

ALARCON, L., SERPELL, A., BETANCOURT, A., GRILLO, A. (1996) **Parámetros de Desempeño para Empresas Constructoras Chilenas**, Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción, Pontificia Universidad Católica de Chile.

BETANCOURT, A. (1996) **Sistema de Evaluación de Desempeño de una Empresa Constructora**, Tesis de Magíster, Ciencias de la Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

CAMP, R.C. (1989) **Benchmarking: The search for the Best Practice that Leads to Superior Performance**. Quality Press. (Original no consultado, citado por: GRILLO, A. (1997))

CORPORACION DE DESARROLLO TECNOLOGICO. (2002) **¿Qué es Benchmarking?**
Disponible en: http://bench.cdt.cl/files/que_es_benchmarking.pdf

CORPORACION DE DESARROLLO TECNOLOGICO. (2002) **Sistema Nacional de Benchmarking, informe sectorial 2000-2001**.

Disponible en: www.cdt.cl

EVANS, A. (1995) **Deciding What Kind of Benchmarking Undertake**. Alpha Publications Pty Ltd. Australia. (Original no consultado, citado por: RAMÍREZ, R (2002))

GOMEZ, L. (1992) **Productividad: mejoramiento continuo de calidad y productividad**, FIM, Segunda Edición. (Original no consultado, citado por: UNIVERSIDAD BICENTENARIA DE ARAGUA, ESCUELA DE ADMINISTRACION DE EMPRESAS. (1998))

GRILLO, A. (1997) **Una Metodología Para la Medición, Evaluación y Análisis de Indicadores de Desempeño de Proyectos de Construcción**, Tesis de Magíster, Ciencias de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica, Santiago, Chile

HARRINGTON, H. J. (1993) **Mejoramiento de los procesos de la empresa**, Editorial Mc. Graw Hill Interamericana, S.A. México. (Original no consultado, citado por: UNIVERSIDAD BICENTENARIA DE ARAGUA, ESCUELA DE ADMINISTRACION DE EMPRESAS. (1998))

HARRINGTON, H. J. (1987) **Administración total del mejoramiento continuo. La nueva generación**, Editorial Mc, Graw Hill Interamericana, S.A., Colombia. (Original no consultado, citado por: UNIVERSIDAD BICENTENARIA DE ARAGUA, ESCUELA DE ADMINISTRACION DE EMPRESAS. (1998))

JONSON, J. (1996) **Construction Site Productivity Measurements**, Phd.D. Thesis, Division of Construction Management, Lulea University of Technology, Sweden. (Original no consultado, citado por: GRILLO, A. (1997))

KOSKELA, L.,(1992) **Aplications of the New Production Philosopy to Construcction**, Tecnical Report #72, Center for Integrated Facility Engineering, Departament of Civil Engineering, Standford University. (Original no consultado, citado por: GRILLO, A. (1997))

KABBOUL (1994), ABELL (1994), SULLIVAN (1994), DEMING (1996), (Originales no consultados, citados por: UNIVERSIDAD BICENTENARIA DE ARAGUA, ESCUELA DE ADMINISTRACION DE EMPRESAS. (1998))

LEMA N.M., and PRICE A.D.F. (1995) **Benchmarking: Performance Improvement Toward Competitive Advantage**, Journal of Management in Engieneering, Vol 11. (Original no consultado, citado por: GRILLO, A. (1997))

MCCABE. S (2001) **Benchmarking in Construction**, School of Propety and Construction, University of Central England in Brimingham, Blackwell Science Oxford. (Original no consultado, citado por: RAMÍREZ, R (2002))

MORALES, G. (1997) **Benchmarking**.

Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos3/bench/bench.shtml>

PARDO, C (1998) **Implementación de Indicadores de Desempeño en Empresas Constructoras Chilenas**, Memoria de Ingeniería Civil con Mención en Construcción, Pontificia Universidad Católica, Santiago, Chile.

RAMÍREZ, R (2002) **Sistema de Evaluación de Gestión Referenciable para Empresas Constructoras Chilenas**, Tesis de Magíster en Ciencias de la Ingeniería, Pontificia Universidad Católica, Santiago, Chile.

RICO, R.R. (1996) **Benchmarking Estratégico y Táctico**, Ediciones Macchi, Buenos Aires, Argentina. (Original no consultado, citado por: GRILLO, A. (1997))

SANZ, M.F. (2004) **Estructura de Indicadores de Desempeño para el Control de Gestión en Obras de Construcción**, Memoria de Ingeniería Civil con Diploma en Gestión de la Construcción, Pontificia Universidad Católica, Santiago, Chile.

SERPELL, A (1993) **Administración de Operaciones de Construcción**, Universidad Católica de Chile, Santiago.

SPENDOLINI M.J. (1994) **Benchmarking**, Grupo Editorial Norma, Bogotá, Colombia. (Original no consultado, citado por: GRILLO, A. (1997))

UNIVERSIDAD BICENTENARIA DE ARAGUA, ESCUELA DE ADMINISTRACION DE EMPRESAS. (1998) **Mejoramiento Continuo**.

Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos/mejorcont/mejorcont.shtml>

ANEXOS

CUADRO RESUMEN VRP

Periodo	Desde	Hasta	Programado				Real Cubicación				VRP	Satisfactorio o No Satisfactorio	EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO
			Semanal	Acumulado	% Avance del Periodo	% Avance Acumulado	Semanal	Acumulado	% Avance del Periodo	% Avance Acumulado			
1	Lunes, 11 de Julio de 2005	Domingo, 17 de Julio de 2005	0,0	0,0	0,0%	0,0%	15,6	15,6	0,4%	0,4%			
2	Lunes, 18 de Julio de 2005	Domingo, 24 de Julio de 2005	0,0	0,0	0,0%	0,0%	78,9	94,4	1,8%	2,2%			
3	Lunes, 25 de Julio de 2005	Domingo, 31 de Julio de 2005	21,7	21,7	0,5%	0,5%	36,9	131,3	0,8%	3,0%	503,9%	S	
4	Lunes, 01 de Agosto de 2005	Domingo, 07 de Agosto de 2005	30,4	52,2	0,7%	1,2%	46,6	179,9	1,1%	4,1%	244,7%	S	
5	Lunes, 08 de Agosto de 2005	Domingo, 14 de Agosto de 2005	30,4	82,6	0,7%	1,9%	39,9	219,8	0,9%	5,1%	166,0%	S	
6	Lunes, 15 de Agosto de 2005	Domingo, 21 de Agosto de 2005	30,4	113,1	0,7%	2,6%	43,9	263,7	1,0%	6,1%	133,2%	S	
7	Lunes, 22 de Agosto de 2005	Domingo, 28 de Agosto de 2005	30,4	143,5	0,7%	3,3%	24,6	288,6	0,6%	6,6%	101,1%	S	
8	Lunes, 29 de Agosto de 2005	Domingo, 04 de Septiembre de 2005	94,1	237,6	2,2%	5,5%	88,2	376,8	2,0%	8,7%	58,6%	S	
9	Lunes, 05 de Septiembre de 2005	Domingo, 11 de Septiembre de 2005	94,1	331,7	2,2%	7,6%	45,6	422,3	1,0%	9,7%	27,3%	S	
10	Lunes, 12 de Septiembre de 2005	Domingo, 18 de Septiembre de 2005	94,1	425,8	2,2%	9,8%	67,2	489,5	1,5%	11,3%	18,0%	S	
11	Lunes, 19 de Septiembre de 2005	Domingo, 25 de Septiembre de 2005	94,1	519,9	2,2%	12,0%	81,3	570,8	1,9%	13,1%	9,8%	S	
12	Lunes, 26 de Septiembre de 2005	Domingo, 02 de Octubre de 2005	94,1	614,0	2,2%	14,1%	64,4	635,3	1,5%	14,6%	3,5%	S	
13	Lunes, 03 de Octubre de 2005	Domingo, 09 de Octubre de 2005	94,1	708,1	2,2%	16,3%	117,6	752,6	2,7%	17,3%	6,3%	S	
14	Lunes, 10 de Octubre de 2005	Domingo, 16 de Octubre de 2005	94,1	802,2	2,2%	18,5%	106,6	859,4	2,5%	19,8%	7,1%	S	
15	Lunes, 17 de Octubre de 2005	Domingo, 23 de Octubre de 2005	63,7	865,9	1,9%	19,9%	92,2	951,7	2,1%	21,9%	9,9%	S	
16	Lunes, 24 de Octubre de 2005	Domingo, 30 de Octubre de 2005	63,7	929,5	1,9%	21,4%	104,6	1056,3	2,4%	24,3%	13,6%	S	
17	Lunes, 31 de Octubre de 2005	Domingo, 06 de Noviembre de 2005	116,0	1045,6	2,7%	24,1%	74,6	1130,9	1,7%	26,0%	6,2%	S	
18	Lunes, 07 de Noviembre de 2005	Domingo, 13 de Noviembre de 2005	128,8	1174,5	3,0%	27,0%	60,0	1210,8	1,8%	27,9%	3,1%	S	
19	Lunes, 14 de Noviembre de 2005	Domingo, 20 de Noviembre de 2005	111,7	1286,2	2,6%	29,6%	98,2	1307,0	2,2%	30,1%	1,6%	S	
20	Lunes, 21 de Noviembre de 2005	Domingo, 27 de Noviembre de 2005	144,0	1430,2	3,3%	32,9%	106,9	1413,9	2,5%	32,5%	-1,1%	NS	
21	Lunes, 28 de Noviembre de 2005	Domingo, 04 de Diciembre de 2005	145,3	1575,6	3,3%	36,2%	114,6	1528,7	2,6%	35,2%	-3,0%	NS	
22	Lunes, 05 de Diciembre de 2005	Domingo, 11 de Diciembre de 2005	145,3	1720,9	3,3%	39,6%	68,0	1616,7	2,0%	37,2%	-6,1%	NS	
23	Lunes, 12 de Diciembre de 2005	Domingo, 18 de Diciembre de 2005	116,3	1837,2	2,7%	42,3%	165,7	1762,4	3,6%	41,0%	-3,0%	NS	
24	Lunes, 19 de Diciembre de 2005	Domingo, 25 de Diciembre de 2005	130,8	1968,0	3,0%	45,3%	112,3	1864,6	2,6%	43,6%	-3,7%	NS	
25	Lunes, 26 de Diciembre de 2005	Domingo, 01 de Enero de 2006	145,3	2113,3	3,3%	48,6%	125,7	2020,3	2,9%	45,5%	-4,4%	NS	
26	Lunes, 02 de Enero de 2006	Domingo, 08 de Enero de 2006	145,3	2258,6	3,3%	52,0%	132,1	2152,5	3,0%	49,5%	-4,7%	NS	
27	Lunes, 09 de Enero de 2006	Domingo, 15 de Enero de 2006	130,8	2389,4	3,0%	55,0%	121,6	2274,1	2,8%	52,3%	-4,8%	NS	
28	Lunes, 16 de Enero de 2006	Domingo, 22 de Enero de 2006	116,3	2505,7	2,7%	57,6%	168,7	2442,8	3,9%	56,2%	-2,6%	NS	
29	Lunes, 23 de Enero de 2006	Domingo, 29 de Enero de 2006	145,3	2651,0	3,3%	61,0%	143,3	2586,1	3,3%	59,5%	-2,4%	NS	
30	Lunes, 30 de Enero de 2006	Domingo, 05 de Febrero de 2006	145,3	2796,3	3,3%	64,3%	160,6	2746,7	3,7%	63,2%	-1,8%	NS	
31	Lunes, 06 de Febrero de 2006	Domingo, 12 de Febrero de 2006	145,3	2941,7	3,3%	67,7%	141,2	2887,9	3,2%	66,4%	-1,6%	NS	
32	Lunes, 13 de Febrero de 2006	Domingo, 19 de Febrero de 2006	116,3	3057,9	2,7%	70,4%	152,2	3040,0	3,5%	69,9%	-0,6%	NS	
33	Lunes, 20 de Febrero de 2006	Domingo, 26 de Febrero de 2006	130,8	3188,7	3,0%	73,4%	149,2	3189,3	3,4%	73,4%	0,0%	S	
34	Lunes, 27 de Febrero de 2006	Domingo, 05 de Marzo de 2006	145,3	3334,1	3,3%	76,7%	125,9	3315,2	2,9%	75,3%	-0,6%	NS	
35	Lunes, 06 de Marzo de 2006	Domingo, 12 de Marzo de 2006	145,3	3479,4	3,3%	80,0%	140,4	3455,6	3,2%	79,5%	-0,7%	NS	
36	Lunes, 13 de Marzo de 2006	Domingo, 19 de Marzo de 2006	130,8	3610,2	3,0%	83,1%	134,6	3590,1	3,1%	82,6%	-0,6%	NS	
37	Lunes, 20 de Marzo de 2006	Domingo, 26 de Marzo de 2006	116,3	3726,4	2,7%	85,7%	174,6	3764,9	4,0%	85,6%	1,0%	S	
38	Lunes, 27 de Marzo de 2006	Domingo, 02 de Abril de 2006	145,3	3871,8	3,3%	89,1%	160,3	3925,2	3,7%	90,3%	1,4%	S	
39	Lunes, 03 de Abril de 2006	Domingo, 09 de Abril de 2006	145,3	4017,1	3,3%	92,4%	130,5	4055,7	3,0%	93,3%	1,0%	S	
40	Lunes, 10 de Abril de 2006	Domingo, 16 de Abril de 2006	149,3	4166,4	3,4%	95,9%	123,7	4179,3	2,8%	96,2%	0,3%	S	
41	Lunes, 17 de Abril de 2006	Domingo, 23 de Abril de 2006	115,6	4282,0	2,7%	98,5%	120,0	4299,3	2,8%	98,9%	0,4%	S	
42	Lunes, 24 de Abril de 2006	Domingo, 30 de Abril de 2006	64,5	4346,5	1,5%	100,0%	99,0	4399,3	2,3%	101,2%		S	
43	Lunes, 01 de Mayo de 2006	Domingo, 07 de Mayo de 2006	0,0	4346,5	0,0%	100,0%	33,7	4432,0	0,6%	102,0%		S	

Satisfactorio: S
No Satisfactorio: NS

DATOS PARA LA CURVA DE AVANCE TEÓRICA DE HORMIGONADO

Fecha	Fund	Subt	Piso1	Piso2	Piso3	Piso4	Piso5	Piso6	Piso7	Piso8	Piso9	Piso10	Piso11	Piso12	Piso13	Piso14	Piso15	Piso16	Piso17	Piso18	Piso19	SM	TOTAL	Parcial Semanal	Acumulado	
1	Domingo, Julio 10, 2005																						0	0	0	
2	Lunes, Julio 11, 2005																							0		
3	Martes, Julio 12, 2005																							0		
4	Miércoles, Julio 13, 2005																							0		
5	Jueves, Julio 14, 2005																							0		
6	Viernes, Julio 15, 2005																							0		
7	Sábado, Julio 16, 2005																							0		
8	Domingo, Julio 17, 2005																							0	0	0,0
9	Lunes, Julio 18, 2005																							0		
10	Martes, Julio 19, 2005																							0		
11	Miércoles, Julio 20, 2005																							0		
12	Jueves, Julio 21, 2005																							0		
13	Viernes, Julio 22, 2005																							0		
14	Sábado, Julio 23, 2005																							0		
15	Domingo, Julio 24, 2005																							0	0	0,0
16	Lunes, Julio 25, 2005																							0		
17	Martes, Julio 26, 2005																							0		
18	Miércoles, Julio 27, 2005		4,349																					4,349		
19	Jueves, Julio 28, 2005		4,349																					4,349		
20	Viernes, Julio 29, 2005		4,349																					4,349		
21	Sábado, Julio 30, 2005		4,349																					4,349		
22	Domingo, Julio 31, 2005		4,349																					4,349	21,745	21,7
23	Lunes, Agosto 01, 2005		4,349																					4,349		
24	Martes, Agosto 02, 2005		4,349																					4,349		
25	Miércoles, Agosto 03, 2005		4,349																					4,349		
26	Jueves, Agosto 04, 2005		4,349																					4,349		
27	Viernes, Agosto 05, 2005		4,349																					4,349		
28	Sábado, Agosto 06, 2005		4,349																					4,349		
29	Domingo, Agosto 07, 2005		4,349																					4,349		
30	Lunes, Agosto 08, 2005		4,349																					4,349	30,443	52,2
31	Martes, Agosto 09, 2005		4,349																					4,349		
32	Miércoles, Agosto 10, 2005		4,349																					4,349		
33	Jueves, Agosto 11, 2005		4,349																					4,349		
34	Viernes, Agosto 12, 2005		4,349																					4,349		
35	Sábado, Agosto 13, 2005		4,349																					4,349		
36	Domingo, Agosto 14, 2005		4,349																					4,349		
37	Lunes, Agosto 15, 2005		4,349																					4,349	30,443	82,6
38	Martes, Agosto 16, 2005		4,349																					4,349		
39	Miércoles, Agosto 17, 2005		4,349																					4,349		
40	Jueves, Agosto 18, 2005		4,349																					4,349		
41	Viernes, Agosto 19, 2005		4,349																					4,349		
42	Sábado, Agosto 20, 2005		4,349																					4,349		
43	Domingo, Agosto 21, 2005		4,349																					4,349		
44	Lunes, Agosto 22, 2005		4,349																					4,349	30,443	113,1
45	Martes, Agosto 23, 2005		4,349																					4,349		
46	Miércoles, Agosto 24, 2005		4,349																					4,349		
47	Jueves, Agosto 25, 2005		4,349																					4,349		
48	Viernes, Agosto 26, 2005		4,349																					4,349		
49	Sábado, Agosto 27, 2005		4,349																					4,349		
50	Domingo, Agosto 28, 2005		4,349																					4,349		
51	Lunes, Agosto 29, 2005		4,349	9,094																				13,443	30,443	143,5
52	Martes, Agosto 30, 2005		4,349	9,094																				13,443		
53	Miércoles, Agosto 31, 2005		4,349	9,094																				13,443		
54	Jueves, Septiembre 01, 2005		4,349	9,094																				13,443		
55	Viernes, Septiembre 02, 2005		4,349	9,094																				13,443		
56	Sábado, Septiembre 03, 2005		4,349	9,094																				13,443		
57	Domingo, Septiembre 04, 2005		4,349	9,094																				13,443	94,101	237,6
58	Lunes, Septiembre 05, 2005		4,349	9,094																				13,443		
59	Martes, Septiembre 06, 2005		4,349	9,094																				13,443		
60	Miércoles, Septiembre 07, 2005		4,349	9,094																				13,443		
61	Jueves, Septiembre 08, 2005		4,349	9,094																				13,443		
62	Viernes, Septiembre 09, 2005		4,349	9,094																				13,443		
63	Sábado, Septiembre 10, 2005		4,349	9,094																				13,443		
64	Domingo, Septiembre 11, 2005		4,349	9,094																				13,443		
65	Lunes, Septiembre 12, 2005		4,349	9,094																				13,443	94,101	331,7
66	Martes, Septiembre 13, 2005		4,349	9,094																				13,443		
67	Miércoles, Septiembre 14, 2005		4,349	9,094																				13,443		
68	Jueves, Septiembre 15, 2005		4,349	9,094																				13,443		
69	Viernes, Septiembre 16, 2005		4,349	9,094																				13,443		
70	Sábado, Septiembre 17, 2005		4,349	9,094																				13,443		
71	Domingo, Septiembre 18, 2005		4,349	9,094																				13,443	94,101	425,8

72	Lunes, Septiembre 19, 2005	4,349	9,094			13,443		
73	Martes, Septiembre 20, 2005	4,349	9,094			13,443		
74	Miércoles, Septiembre 21, 2005	4,349	9,094			13,443		
75	Jueves, Septiembre 22, 2005	4,349	9,094			13,443		
76	Viernes, Septiembre 23, 2005	4,349	9,094			13,443		
77	Sábado, Septiembre 24, 2005	4,349	9,094			13,443		
78	Domingo, Septiembre 25, 2005	4,349	9,094			13,443		
79	Lunes, Septiembre 26, 2005	4,349	9,094			13,443	84,101	519.9
80	Martes, Septiembre 27, 2005	4,349	9,094			13,443		
81	Miércoles, Septiembre 28, 2005	4,349	9,094			13,443		
82	Jueves, Septiembre 29, 2005	4,349	9,094			13,443		
83	Viernes, Septiembre 30, 2005	4,349	9,094			13,443		
84	Sábado, Octubre 01, 2005	4,349	9,094			13,443		
85	Domingo, Octubre 02, 2005	4,349	9,094			13,443	84,101	614.0
86	Lunes, Octubre 03, 2005	4,349	9,094			13,443		
87	Martes, Octubre 04, 2005	4,349	9,094			13,443		
88	Miércoles, Octubre 05, 2005	4,349	9,094			13,443		
89	Jueves, Octubre 06, 2005	4,349	9,094			13,443		
90	Viernes, Octubre 07, 2005	4,349	9,094			13,443		
91	Sábado, Octubre 08, 2005	4,349	9,094			13,443		
92	Domingo, Octubre 09, 2005	4,349	9,094			13,443	84,101	708.1
93	Lunes, Octubre 10, 2005	4,349	9,094			13,443		
94	Martes, Octubre 11, 2005	4,349	9,094			13,443		
95	Miércoles, Octubre 12, 2005	4,349	9,094			13,443		
96	Jueves, Octubre 13, 2005	4,349	9,094			13,443		
97	Viernes, Octubre 14, 2005	4,349	9,094			13,443		
98	Sábado, Octubre 15, 2005	4,349	9,094			13,443		
99	Domingo, Octubre 16, 2005	4,349	9,094			13,443	84,101	892.2
100	Lunes, Octubre 17, 2005		9,094			9,094		
101	Martes, Octubre 18, 2005		9,094			9,094		
102	Miércoles, Octubre 19, 2005		9,094			9,094		
103	Jueves, Octubre 20, 2005		9,094			9,094		
104	Viernes, Octubre 21, 2005		9,094			9,094		
105	Sábado, Octubre 22, 2005		9,094			9,094		
106	Domingo, Octubre 23, 2005		9,094			9,094	83,858	885.9
107	Lunes, Octubre 24, 2005		9,094			9,094		
108	Martes, Octubre 25, 2005		9,094			9,094		
109	Miércoles, Octubre 26, 2005		9,094			9,094		
110	Jueves, Octubre 27, 2005		9,094			9,094		
111	Viernes, Octubre 28, 2005		9,094			9,094		
112	Sábado, Octubre 29, 2005		9,094			9,094		
113	Domingo, Octubre 30, 2005		9,094			9,094	83,858	928.5
114	Lunes, Octubre 31, 2005		9,094			9,094		
115	Martes, Noviembre 01, 2005		9,094			9,094		
116	Miércoles, Noviembre 02, 2005		9,094			9,094		
117	Jueves, Noviembre 03, 2005		9,094	13,092		22,186		
118	Viernes, Noviembre 04, 2005		9,094	13,092		22,186		
119	Sábado, Noviembre 05, 2005		9,094	13,092		22,186		
120	Domingo, Noviembre 06, 2005		9,094	13,092		22,186	118,028	1045.6
121	Lunes, Noviembre 07, 2005		9,094	13,092		22,186		
122	Martes, Noviembre 08, 2005			13,092		13,092		
123	Miércoles, Noviembre 09, 2005			13,092		13,092		
124	Jueves, Noviembre 10, 2005			13,092		13,092		
125	Viernes, Noviembre 11, 2005			13,092		13,092		
126	Sábado, Noviembre 12, 2005			13,092	14,092	27,184		
127	Domingo, Noviembre 13, 2005			13,092	14,092	27,184	128,822	1174.5
128	Lunes, Noviembre 14, 2005			13,092	14,092	27,184		
129	Martes, Noviembre 15, 2005			14,092		14,092		
130	Miércoles, Noviembre 16, 2005			14,092		14,092		
131	Jueves, Noviembre 17, 2005			14,092		14,092		
132	Viernes, Noviembre 18, 2005			14,092		14,092		
133	Sábado, Noviembre 19, 2005			14,092		14,092		
134	Domingo, Noviembre 20, 2005			14,092		14,092	111,736	1286.2
135	Lunes, Noviembre 21, 2005			14,092	14,533	28,625		
136	Martes, Noviembre 22, 2005			14,092	14,533	28,625		
137	Miércoles, Noviembre 23, 2005			14,092	14,533	28,625		
138	Jueves, Noviembre 24, 2005				14,533	14,533		
139	Viernes, Noviembre 25, 2005				14,533	14,533		
140	Sábado, Noviembre 26, 2005				14,533	14,533		
141	Domingo, Noviembre 27, 2005				14,533	14,533	144,007	1430.2
142	Lunes, Noviembre 28, 2005				14,533	14,533		
143	Martes, Noviembre 29, 2005				14,533	14,533		
144	Miércoles, Noviembre 30, 2005				14,533	14,533		
145	Jueves, Diciembre 01, 2005				14,533	14,533		
146	Viernes, Diciembre 02, 2005				14,533	14,533		
147	Sábado, Diciembre 03, 2005				14,533	14,533		
148	Domingo, Diciembre 04, 2005				14,533	14,533	146.33	1675.6

149	Lunes, Diciembre 06, 2005	14,533			14,533		
150	Martes, Diciembre 06, 2005	14,533			14,533		
151	Miércoles, Diciembre 07, 2005	14,533			14,533		
152	Jueves, Diciembre 08, 2005	14,533			14,533		
153	Viernes, Diciembre 09, 2005	14,533	14,533		29,066		
154	Sábado, Diciembre 10, 2005	14,533	14,533		29,066		
155	Domingo, Diciembre 11, 2005	14,533	14,533		29,066	145.33	1726.9
156	Lunes, Diciembre 12, 2005	14,533			14,533		
157	Martes, Diciembre 13, 2005	14,533			14,533		
158	Miércoles, Diciembre 14, 2005	14,533			14,533		
159	Jueves, Diciembre 15, 2005	14,533			14,533		
160	Viernes, Diciembre 16, 2005	14,533			14,533		
161	Sábado, Diciembre 17, 2005	14,533			14,533		
162	Domingo, Diciembre 18, 2005	14,533	14,533		29,066	118.264	1837.2
163	Lunes, Diciembre 19, 2005	14,533	14,533		29,066		
164	Martes, Diciembre 20, 2005	14,533	14,533		29,066		
165	Miércoles, Diciembre 21, 2005		14,533		14,533		
166	Jueves, Diciembre 22, 2005		14,533		14,533		
167	Viernes, Diciembre 23, 2005		14,533		14,533		
168	Sábado, Diciembre 24, 2005		14,533		14,533		
169	Domingo, Diciembre 25, 2005		14,533		14,533		
170	Lunes, Diciembre 26, 2005	14,533			14,533	130.797	1988.0
171	Martes, Diciembre 27, 2005	14,533	14,533		29,066		
172	Miércoles, Diciembre 28, 2005	14,533	14,533		29,066		
173	Jueves, Diciembre 29, 2005		14,533		14,533		
174	Viernes, Diciembre 30, 2005		14,533		14,533		
175	Sábado, Diciembre 31, 2005		14,533		14,533		
176	Domingo, Enero 01, 2006		14,533		14,533	145.33	2113.3
177	Lunes, Enero 02, 2006		14,533		14,533		
178	Martes, Enero 03, 2006		14,533		14,533		
179	Miércoles, Enero 04, 2006		14,533		14,533		
180	Jueves, Enero 05, 2006		14,533	14,533	29,066		
181	Viernes, Enero 06, 2006		14,533	14,533	29,066		
182	Sábado, Enero 07, 2006		14,533	14,533	29,066		
183	Domingo, Enero 08, 2006		14,533	14,533	29,066	145.33	2258.6
184	Lunes, Enero 09, 2006		14,533		14,533		
185	Martes, Enero 10, 2006		14,533		14,533		
186	Miércoles, Enero 11, 2006		14,533		14,533		
187	Jueves, Enero 12, 2006		14,533		14,533		
188	Viernes, Enero 13, 2006		14,533		14,533		
189	Sábado, Enero 14, 2006		14,533	14,533	29,066		
190	Domingo, Enero 15, 2006		14,533	14,533	29,066	130.797	2389.4
191	Lunes, Enero 16, 2006		14,533	14,533	29,066		
192	Martes, Enero 17, 2006		14,533		14,533		
193	Miércoles, Enero 18, 2006		14,533		14,533		
194	Jueves, Enero 19, 2006		14,533		14,533		
195	Viernes, Enero 20, 2006		14,533		14,533		
196	Sábado, Enero 21, 2006		14,533		14,533		
197	Domingo, Enero 22, 2006		14,533		14,533		
198	Lunes, Enero 23, 2006		14,533	14,533	29,066	118.264	2506.7
199	Martes, Enero 24, 2006		14,533	14,533	29,066		
200	Miércoles, Enero 25, 2006		14,533	14,533	29,066		
201	Jueves, Enero 26, 2006			14,533	14,533		
202	Viernes, Enero 27, 2006			14,533	14,533		
203	Sábado, Enero 28, 2006			14,533	14,533		
204	Domingo, Enero 29, 2006			14,533	14,533	145.33	2651.0
205	Lunes, Enero 30, 2006			14,533	14,533		
206	Martes, Enero 31, 2006			14,533	14,533		
207	Miércoles, Febrero 01, 2006			14,533	14,533	29,066	
208	Jueves, Febrero 02, 2006			14,533	14,533	29,066	
209	Viernes, Febrero 03, 2006			14,533	14,533	29,066	
210	Sábado, Febrero 04, 2006			14,533	14,533	29,066	
211	Domingo, Febrero 05, 2006			14,533	14,533	145.33	2796.3
212	Lunes, Febrero 06, 2006			14,533	14,533		
213	Martes, Febrero 07, 2006			14,533	14,533		
214	Miércoles, Febrero 08, 2006			14,533	14,533		
215	Jueves, Febrero 09, 2006			14,533	14,533		
216	Viernes, Febrero 10, 2006			14,533	14,533	29,066	
217	Sábado, Febrero 11, 2006			14,533	14,533	29,066	
218	Domingo, Febrero 12, 2006			14,533	14,533	29,066	145.33
219	Lunes, Febrero 13, 2006			14,533	14,533	145.33	2941.7
220	Martes, Febrero 14, 2006				14,533		
221	Miércoles, Febrero 15, 2006				14,533		
222	Jueves, Febrero 16, 2006				14,533		
223	Viernes, Febrero 17, 2006				14,533		
224	Sábado, Febrero 18, 2006				14,533		
225	Domingo, Febrero 19, 2006				14,533	29,066	118.264
					14,533		3067.9

Grafico de Porcentaje de Avance Físico Acumulado vs. Tiempo

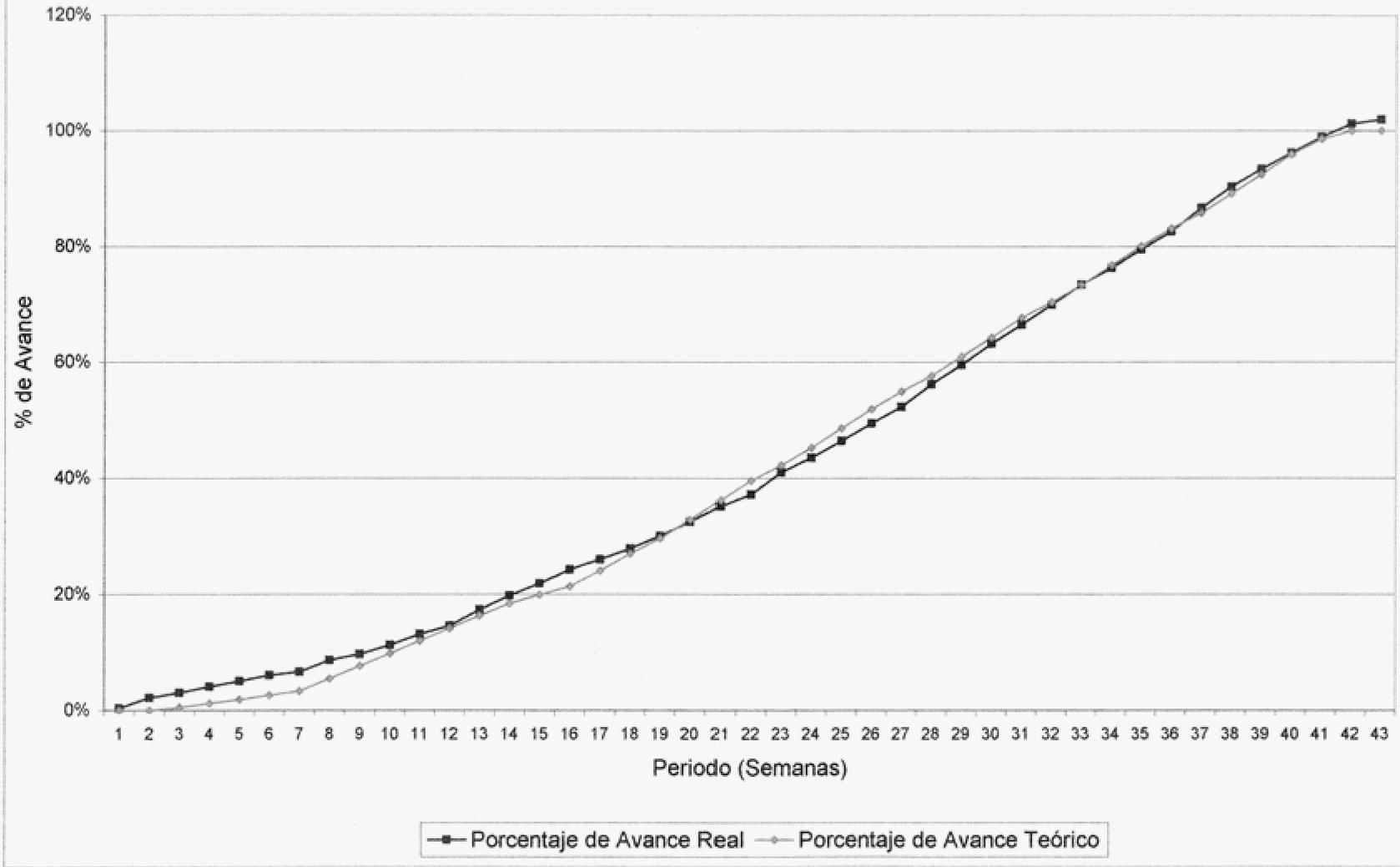


Grafico VRP vs. Tiempo, periodos 3 al 10

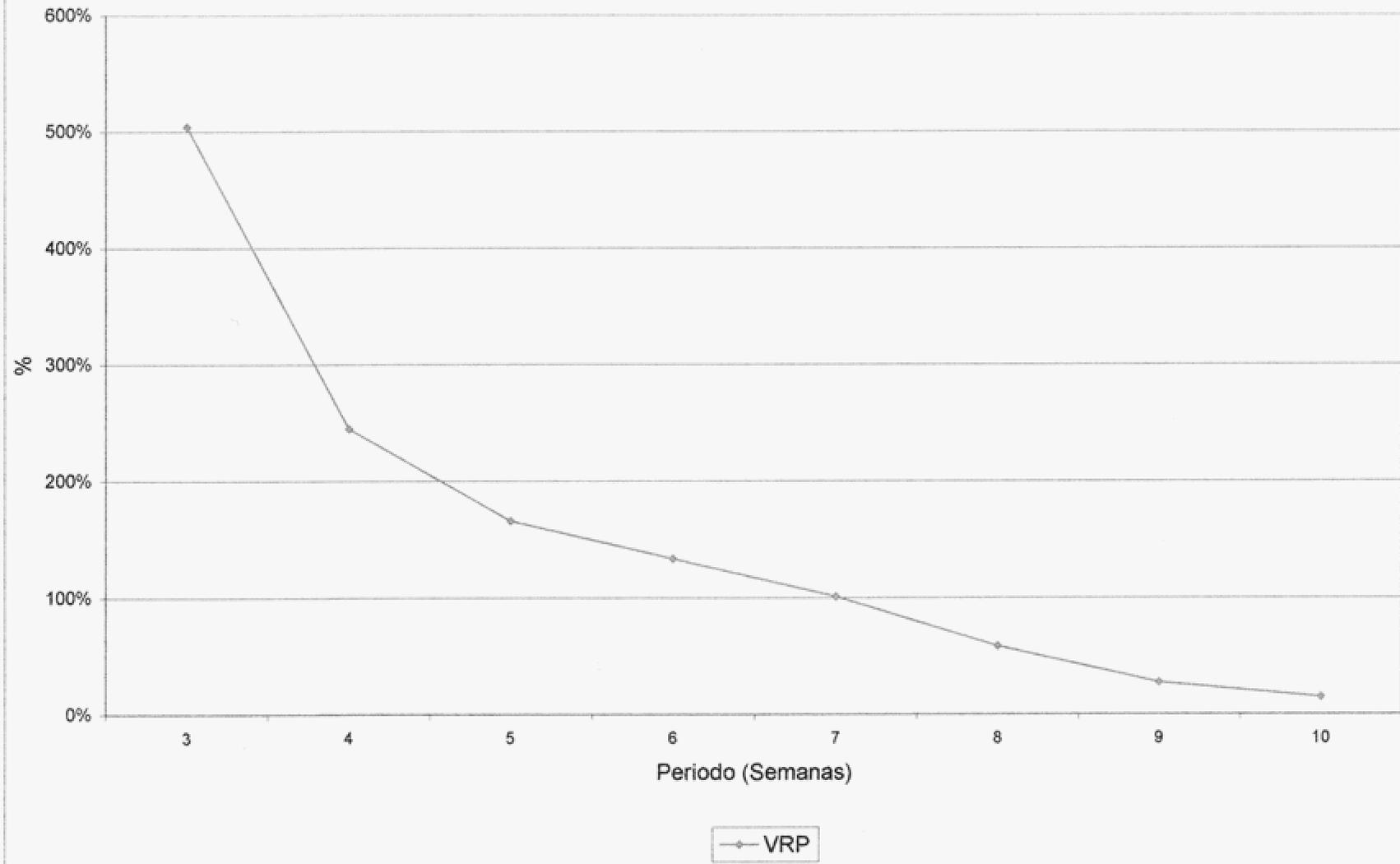


Grafico VRP vs. Tiempo, periodos 11 al 43

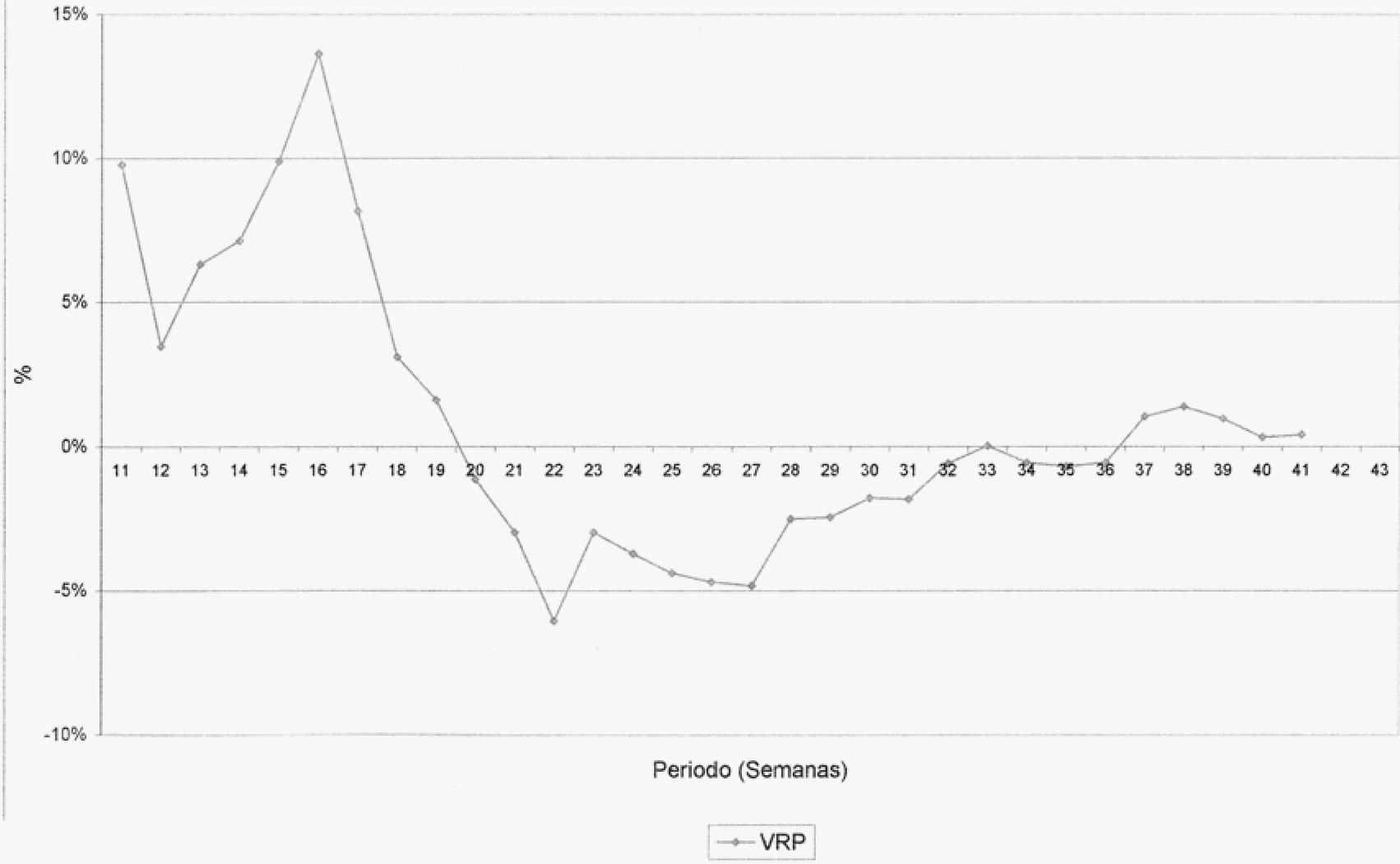
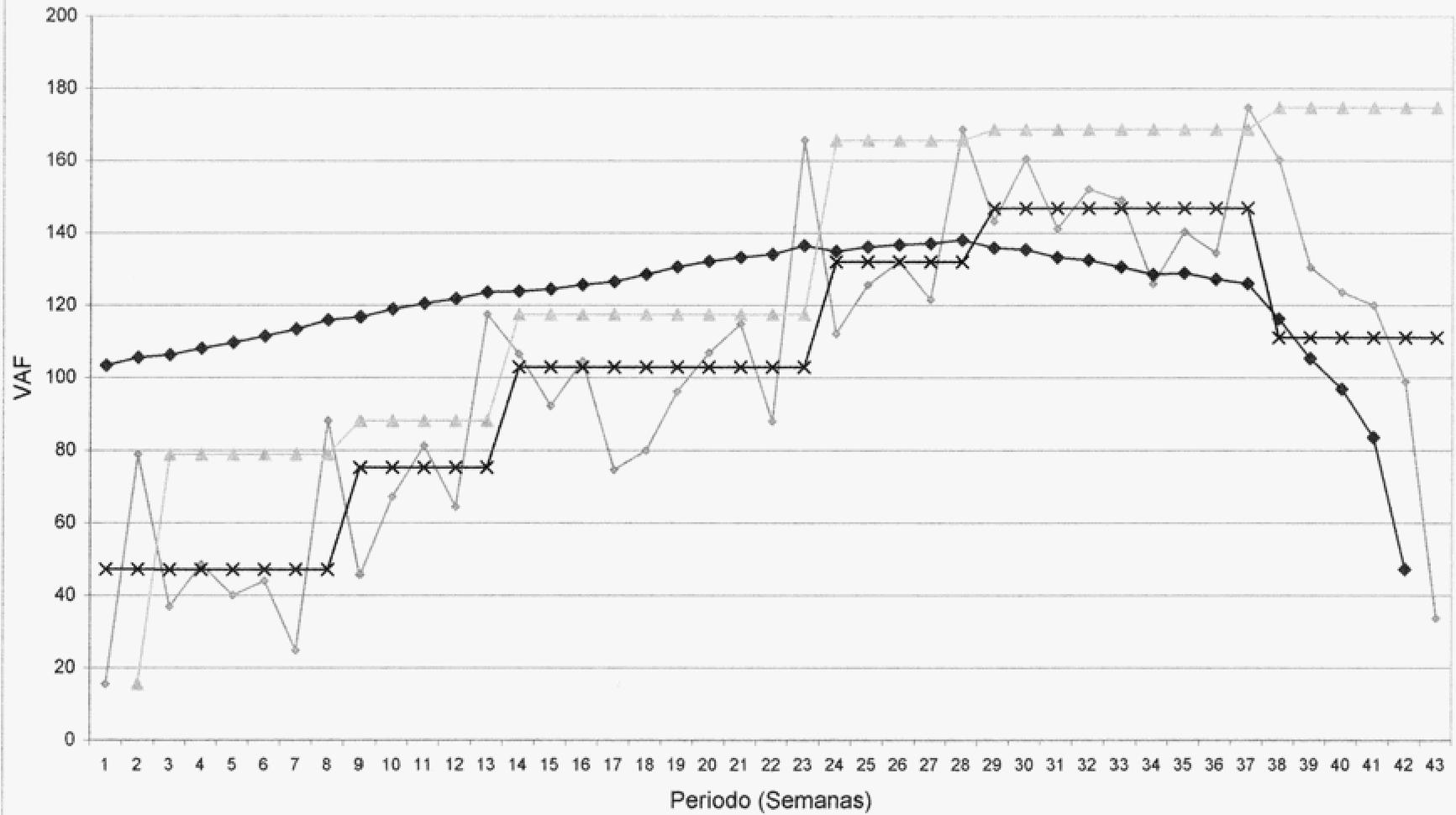
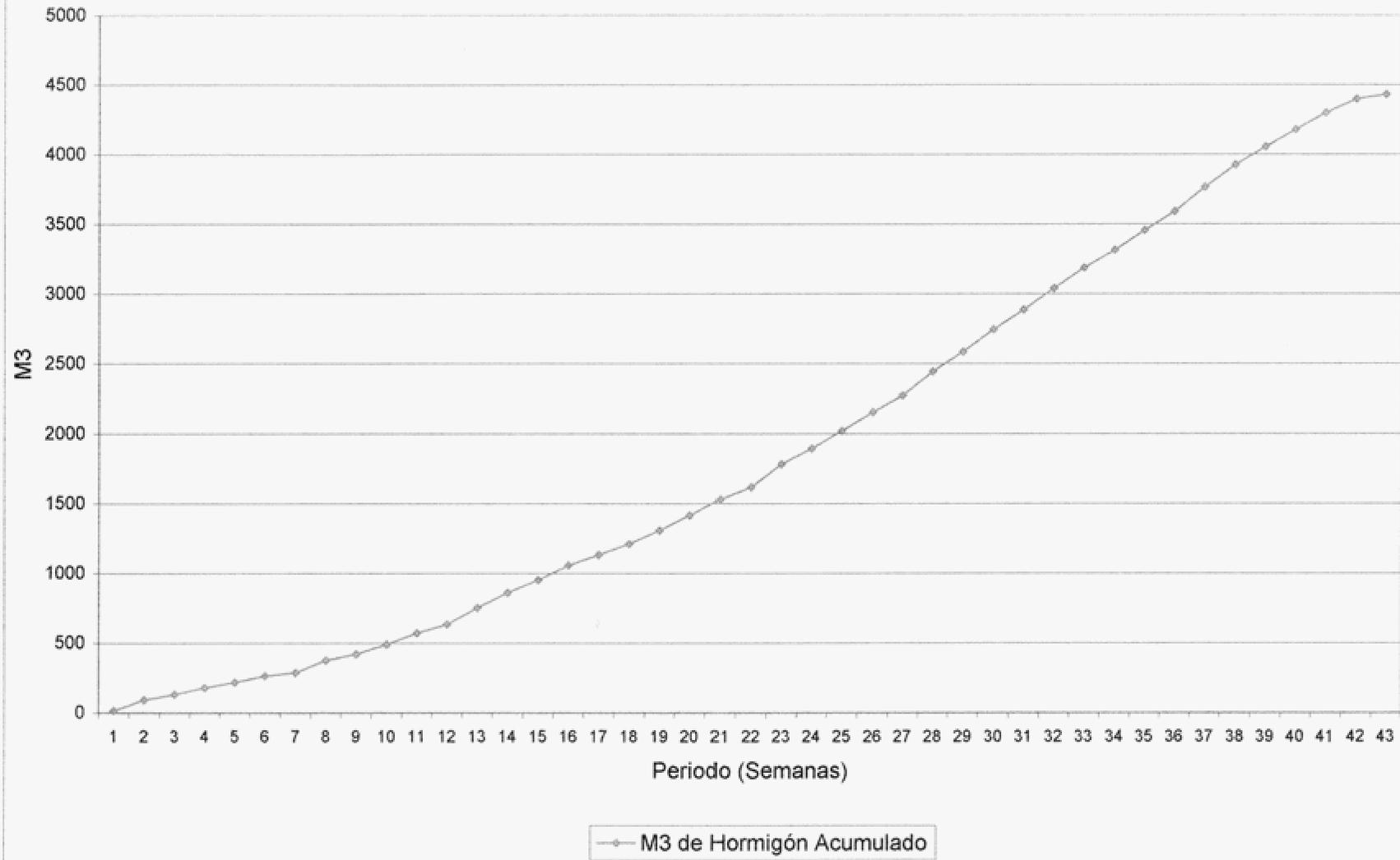


Gráfico Cantidad de Trabajo vs. Tiempo



—◆— M3 de Hormigón Semanal —◆— Proyeccion lineal M3 semanal —▲— Benchmark —x— Promedio Periodos

Gráfico Cantidad de Trabajo Acumulado vs. Tiempo



CUADRO RESUMEN PPM

Total de Hormigón según cubicación:

Periodo	Desde	Hasta
1	Lunes, 11 de Julio de 2005	Domingo, 17 de Julio de 2005
2	Lunes, 18 de Julio de 2005	Domingo, 24 de Julio de 2005
3	Lunes, 25 de Julio de 2005	Domingo, 31 de Julio de 2005
4	Lunes, 01 de Agosto de 2005	Domingo, 07 de Agosto de 2005
5	Lunes, 08 de Agosto de 2005	Domingo, 14 de Agosto de 2005
6	Lunes, 15 de Agosto de 2005	Domingo, 21 de Agosto de 2005
7	Lunes, 22 de Agosto de 2005	Domingo, 28 de Agosto de 2005
8	Lunes, 29 de Agosto de 2005	Domingo, 04 de Septiembre de 2005
9	Lunes, 05 de Septiembre de 2005	Domingo, 11 de Septiembre de 2005
10	Lunes, 12 de Septiembre de 2005	Domingo, 18 de Septiembre de 2005
11	Lunes, 19 de Septiembre de 2005	Domingo, 25 de Septiembre de 2005
12	Lunes, 26 de Septiembre de 2005	Domingo, 02 de Octubre de 2005
13	Lunes, 03 de Octubre de 2005	Domingo, 09 de Octubre de 2005
14	Lunes, 10 de Octubre de 2005	Domingo, 16 de Octubre de 2005
15	Lunes, 17 de Octubre de 2005	Domingo, 23 de Octubre de 2005
16	Lunes, 24 de Octubre de 2005	Domingo, 30 de Octubre de 2005
17	Lunes, 31 de Octubre de 2005	Domingo, 06 de Noviembre de 2005
18	Lunes, 07 de Noviembre de 2005	Domingo, 13 de Noviembre de 2005
19	Lunes, 14 de Noviembre de 2005	Domingo, 20 de Noviembre de 2005
20	Lunes, 21 de Noviembre de 2005	Domingo, 27 de Noviembre de 2005
21	Lunes, 28 de Noviembre de 2005	Domingo, 04 de Diciembre de 2005
22	Lunes, 05 de Diciembre de 2005	Domingo, 11 de Diciembre de 2005
23	Lunes, 12 de Diciembre de 2005	Domingo, 18 de Diciembre de 2005
24	Lunes, 19 de Diciembre de 2005	Domingo, 25 de Diciembre de 2005
25	Lunes, 26 de Diciembre de 2005	Domingo, 01 de Enero de 2006
26	Lunes, 02 de Enero de 2006	Domingo, 08 de Enero de 2006
27	Lunes, 09 de Enero de 2006	Domingo, 15 de Enero de 2006
28	Lunes, 16 de Enero de 2006	Domingo, 22 de Enero de 2006
29	Lunes, 23 de Enero de 2006	Domingo, 29 de Enero de 2006
30	Lunes, 30 de Enero de 2006	Domingo, 05 de Febrero de 2006
31	Lunes, 06 de Febrero de 2006	Domingo, 12 de Febrero de 2006
32	Lunes, 13 de Febrero de 2006	Domingo, 19 de Febrero de 2006
33	Lunes, 20 de Febrero de 2006	Domingo, 26 de Febrero de 2006
34	Lunes, 27 de Febrero de 2006	Domingo, 06 de Marzo de 2006
35	Lunes, 06 de Marzo de 2006	Domingo, 12 de Marzo de 2006
36	Lunes, 13 de Marzo de 2006	Domingo, 19 de Marzo de 2006
37	Lunes, 20 de Marzo de 2006	Domingo, 26 de Marzo de 2006
38	Lunes, 27 de Marzo de 2006	Domingo, 02 de Abril de 2006
39	Lunes, 03 de Abril de 2006	Domingo, 09 de Abril de 2006
40	Lunes, 10 de Abril de 2006	Domingo, 16 de Abril de 2006
41	Lunes, 17 de Abril de 2006	Domingo, 23 de Abril de 2006
42	Lunes, 24 de Abril de 2006	Domingo, 30 de Abril de 2006
43	Lunes, 01 de Mayo de 2006	Domingo, 07 de Mayo de 2006

	Real Cubicación		Real en Obra		PPM	PPM Acumulado	Perdidas Presupuestadas	Satisfactorio o No Satisfactorio
	Semanal M3	Acumulado M3	Semanal M3	Acumulado M3				
	15,6	15,6	22,5	22,5	44,7%	44,7%		NS
	78,9	94,4	82,5	105,0	4,6%	11,2%		S
	36,9	131,3	37,5	142,5	1,7%	8,5%		S
	48,8	179,9	64,5	207,0	32,8%	15,1%		NS
	39,9	219,8	52,5	259,5	31,5%	18,1%		NS
	43,9	263,7	59,5	319,0	35,5%	21,0%		NS
	24,8	288,6	26,0	345,0	4,7%	19,6%		S
	88,2	376,8	120,0	465,0	36,1%	23,4%		NS
	45,6	422,3	59,0	524,0	29,5%	24,1%		NS
	87,2	489,5	71,5	595,5	6,4%	21,6%		S
	81,3	570,8	86,5	682,0	6,4%	19,5%		S
	64,4	635,3	70,0	752,0	8,6%	18,4%		S
	117,6	752,9	127,0	879,0	8,0%	16,8%		S
	106,6	859,4	115,5	994,5	8,3%	15,7%		S
	92,2	951,7	100,0	1094,5	8,4%	15,0%		S
	104,6	1056,3	119,0	1213,5	13,7%	14,9%		NS
	74,6	1130,9	75,5	1289,0	1,2%	14,0%		S
	80,0	1210,8	84,0	1373,0	5,1%	13,4%		S
	96,2	1307,0	97,0	1470,0	0,9%	12,5%		S
	106,9	1413,9	108,0	1578,0	1,1%	11,6%		S
	114,8	1528,7	119,0	1697,0	3,6%	11,0%		S
	88,0	1616,7	89,5	1786,5	1,7%	10,5%		S
	165,7	1782,4	168,0	1954,5	1,4%	9,7%		S
	112,3	1894,6	114,0	2068,5	1,5%	9,2%		S
	125,7	2020,3	128,0	2196,5	1,8%	8,7%		S
	132,1	2152,5	142,0	2338,5	7,5%	8,6%		NS
	121,6	2274,1	142,0	2480,5	16,8%	9,1%		NS
	168,7	2442,8	172,0	2652,5	1,9%	8,6%		S
	143,3	2586,1	146,5	2799,0	2,2%	8,2%		S
	160,6	2746,7	162,5	2961,5	1,2%	7,8%		S
	141,2	2887,9	145,0	3106,5	2,7%	7,6%		S
	152,2	3040,0	154,5	3261,0	1,5%	7,3%		S
	149,2	3189,3	158,5	3419,5	6,2%	7,2%		NS
	125,9	3315,2	130,0	3549,5	3,2%	7,1%		S
	140,4	3455,6	142,5	3692,0	1,6%	6,8%		S
	134,6	3590,1	142,5	3834,5	5,9%	6,8%		NS
	174,8	3764,9	176,5	4013,0	2,1%	6,6%		S
	160,3	3925,2	165,0	4178,0	2,9%	6,4%		S
	130,5	4055,7	137,0	4315,0	5,0%	6,4%		NS
	123,7	4179,3	126,5	4441,5	2,3%	6,3%		S
	120,0	4299,3	122,5	4564,0	2,1%	6,2%		S
	99,0	4398,3	100,0	4664,0	1,0%	6,0%		S
	33,7	4432,0	35,0	4699,0	4,0%	6,0%		S

EVALUACION DEL DESEMPEÑO

Satisfactorio: S
No Satisfactorio: NS

Gráfico Perdidas Semanales vs. Tiempo

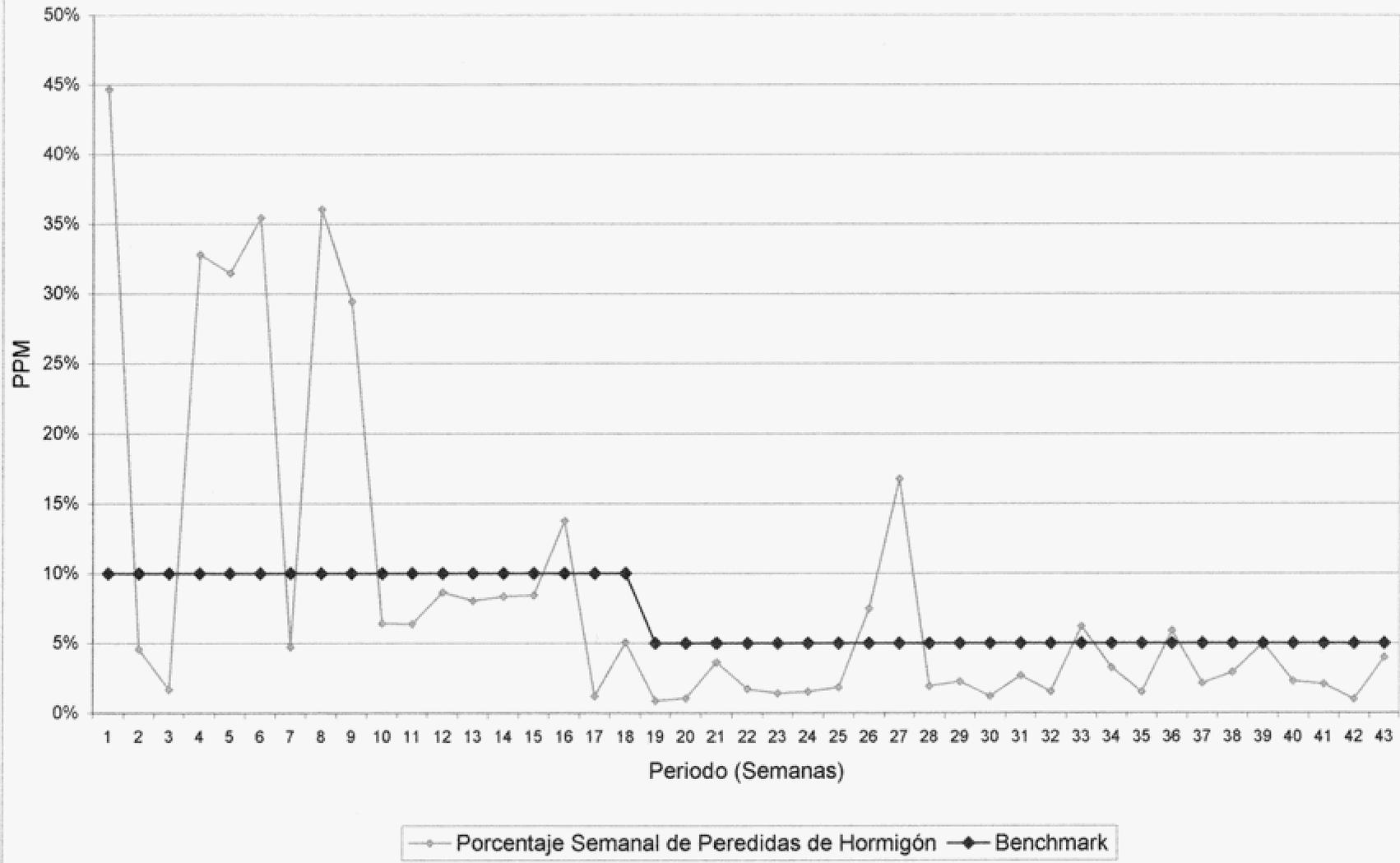


Gráfico Perdidas Acumuladas vs. Tiempo

