

**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA
ESCUELA DE CONSTRUCCION CIVIL
INSTITUTO DE OBRAS CIVILES**



**“ADMINISTRACION DE MOLDAJES
EN OBRAS DE EDIFICACION”**

**Tesis presentada a la Escuela de Construcción Civil de la
Universidad Austral de Chile, para optar al
Titulo de Constructor Civil.**

**Profesor Guía:
Heriberto Vivanco Bilbao.**

**Alumno:
Cristián Cáceres Gutiérrez.**

VALDIVIA, AGOSTO 2005.

INDICE

| | |
|--|----|
| Introducción | 1 |
| Objetivos | 3 |
| Capítulo I. “Empresas Rentables y Competitivas” | 5 |
| 1.1 Análisis Previo | 6 |
| 1.2 Características más relevantes de un proyecto de edificación | 6 |
| 1.2.1 Condiciones de una propuesta | 7 |
| 1.2.2 Volúmenes de obra | 7 |
| 1.3 Análisis Económico | 8 |
| 1.4 Proceso administrativo | 10 |
| 1.4.1 Descripción del proceso administrativo | 10 |
| 1.4.2 Características del proceso administrativo | 11 |
| Capítulo II. “Planificación del moldaje en la obra civil” | 12 |
| 2.1 Generalidades | 13 |
| 2.2 Factores más influyentes en la programación del moldaje | 13 |
| 2.2.1 Diagrama de Factores más influyentes | 14 |
| 2.2.2 Cubicaciones | 14 |
| 2.3 Programa de volúmenes de obra en el tiempo | 15 |
| 2.4 Programación de equipo requerido | 16 |
| 2.4.1 Procedimiento para la estimación del equipo en el tiempo | 18 |
| 2.5 Distribución del personal en el tiempo | 23 |
| 2.5.1 Proyección del personal en el tiempo | 24 |
| 2.6 Programación de equipos de apoyo | 27 |
| 2.7 Faena de devolución | 29 |
| 2.7.1 Inicio de devolución de moldajes | 29 |
| 2.7.2 Selección, reparación y limpieza | 30 |

| | | |
|----------------------|--|-----------|
| Capítulo III. | “Organización y Dirección para el logro de los objetivos” | 31 |
| 3.1 | Generalidades | 32 |
| 3.2 | Organización | 32 |
| 3.2.1 | Bases para el trabajo | 32 |
| 3.3 | Estructura organizacional | 33 |
| 3.3.1 | Manejo disciplinario | 33 |
| 3.3.2 | Coordinación | 34 |
| 3.3.3 | Esquema de estructura organizacional | 34 |
| 3.4 | Implementación de tecnología en moldajes modulares | 35 |
| 3.4.1 | Cambio en los criterios sobre gastos de obra | 35 |
| 3.4.2 | Composición básica de los moldajes modulares | 36 |
| 3.4.3 | Paralelo entre moldaje tradicional y modular | 37 |
| 3.4.4 | Características generales del moldaje metálico | 38 |
| 3.5 | Creación de organismos especializados en la administración del moldaje | 38 |
| 3.6 | Secuencia de trabajo y movimiento interno de moldaje | 40 |
| 3.7 | Dirección de obra | 42 |
| 3.8 | Logística de trabajo y uso de moldaje en obra | 43 |
| 3.8.1 | Ciclos de moldaje | 43 |
| 3.8.2 | Importancia del plano de diseño en el esquema direccional | 43 |
| 3.9 | Criterios para la elección del moldaje en la ejecución | 44 |
| 3.10 | Cuidado del moldaje | 45 |
| Capítulo IV. | “Control y Evaluación de Resultados” | 47 |
| 4.1 | Generalidades | 48 |
| 4.2 | Análisis de producción en el tiempo | 48 |
| 4.2.1 | Concepto de factor de producción | 49 |
| 4.2.2 | Diferencia entre eficiencia y producción óptima del recurso | 51 |
| 4.2.3 | Creación de un sistema de recolección de información | 53 |
| 4.2.4 | Análisis del factor de producción a lo largo del Proyecto | 53 |
| 4.3 | Análisis de costos de ejecución | 55 |
| 4.3.1 | Rotación mensual en faena | 55 |

| | |
|---------------------|----|
| Conclusiones | 57 |
| Anexos | 59 |
| Bibliografía | 60 |

INTRODUCCION

Aunque hace mas de 65 años que se han estado ofreciendo al mercado paneles prefabricados, la demanda por ellos fue creciendo progresivamente a medida que el costo de la mano de obra iba en aumento, constatando que era más rentable comprar o arrendar moldajes industriales que seguir construyéndolos de madera a medida para cada ocasión.

La naturaleza visco plástica del hormigón fresco requiere que éste sea moldeado lo más fielmente posible a la forma geométrica del elemento en construcción, por lo que los moldajes surgen como una necesidad imprescindible desde que se emplea el uso masivo del hormigón.

La utilización de la madera de álamo inicialmente, y posteriormente de pino, transformada a tablas, cuartones y tablones, fueron alguna vez los materiales predominantes, ya sea como cara superficial del moldaje o como elemento resistente de ésta. El moldaje se construía en obra, muchas veces sobredimensionado, con el consiguiente mayor consumo de mano de obra y materiales; otras veces estaba subdimensionado, agravando el riesgo de accidentes en obra y perjudicando la buena ejecución del proyecto. La reutilización del material era baja, llegando a tres o cuatro veces, dependiendo de la similitud geométrica de los elementos hormigonados, del cuidado en el uso y del cuidado en el descimbre. Con lo anterior la calidad en las terminaciones superficiales obtenidas en el hormigón era baja, y en general necesitaban ser enlucidas con estuco de cemento o yeso.

Todos los factores antes mencionados, se traducen en mayores costos de mano de obra, materiales y revestimientos necesarios para mejorar las terminaciones; como también mayores tiempos de trabajo, disminuyendo la productividad y la economía de la obra.

Planteado de esta forma, es un desafío importante para las empresas constructoras que se adjudican obras de edificación, industriales o civiles de gran envergadura, que uno de los factores determinantes para la obtención de resultados positivos es el manejo adecuado de los recursos, ya que la construcción no se encuentra ajena a esto siendo primordial conjugar variables tanto técnicas, como económicas y administrativas.

Este es el caso del moldaje en la obra civil, el cual, debido a su incidencia en los costos de obra, precisa de una especial atención para obtener los resultados óptimos para el proyecto.

Es motivo de esta memoria de título, el análisis detenido de este recurso, destacando los tópicos más relevantes a considerar en la utilización de métodos administrativos, que resulten innovadores respecto al manejo de los recursos, basándose en la experiencia obtenida en los Proyectos de Edificación:

- Ampliación y Remodelación Escuela Teniente Merino Correa, Valdivia. (2003)
- Nuevo Liceo H-C, Valdivia. (2004)
- Teja Centro Edificio A-B, Valdivia. (2004)
- Teja Centro Edificio C, Valdivia. (2005)

OBJETIVO GENERAL

Proporcionar a futuros profesionales, los antecedentes necesarios para considerar una adecuada administración del recurso moldaje, como un factor determinante para la obtención de resultados óptimos para la obra civil en faenas de edificación, incentivando el uso de la tecnología, desarrollo, aplicación de materiales nuevos y la rigurosidad en el manejo de la información.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- a) Transmitir la experiencia real e información útil obtenida en cuatro faenas de edificación con la utilización de la última tecnología en moldajes modulares, que oriente respecto a metodologías de trabajo utilizadas en terreno para facilitar la obtención de rendimientos acorde a las exigencias productivas actuales.
- b) Sistematizar y entregar procedimientos para la planificación y el control del recurso moldaje, entregando herramientas para la toma de decisiones en el corto, mediano y largo plazo en pos de las metas empresariales.
- c) Entregar al lector los principales conceptos que se manejan en la administración del recurso, permitiendo mediante ejemplos, el análisis de los índices de eficiencia y producción obtenidos, dados por una óptima combinación entre calidad, seguridad y economía.

DESCRIPCIÓN GLOBAL DE LOS PROYECTOS

La actividad económica en Chile, permite encontrar una gran cantidad de empresas constructoras, posicionadas a lo largo del país, en distintos tipos de obras civiles, viales, edificación, portuarias, etc.

Es este el caso de Soc. Inmobiliaria e Inv. Los Avellanos Ltda., empresa constructora Valdiviana, en busca de aumentar su producción y posicionarse en el mercado regional, a aprovechado los constantes cambios y crecimiento demográfico de Valdivia, otorgando a éste grandes proyectos de construcción, llevando a que organismos externos e internos realicen importantes inversiones, destinadas a generar la infraestructura necesaria para solventar estos grandes cambios en nuestra ciudad.

Ampliación y Remodelación Escuela Teniente Merino Correa, y Nuevo Liceo H-C; ambas obras publicas, Ministeriales, producto de la ampliación de jornadas completas a escolares; son edificaciones destinadas a recintos educacionales, una Escuela de Educación Básica y un Liceo de Educación Media respectivamente. Estas edificaciones, de tres pisos ambas, conformados estructuralmente de hormigón armado y provisto de la infraestructura necesaria para impartir clases a alumnos en las distintas Jornadas Estudiantiles.

Teja Centro Edificio A-B y C, son obras privadas, habitacionales, edificios Inmobiliarios destinados a crear departamentos como viviendas. Estas edificaciones, de cinco y diez pisos respectivamente, conformadas estructuralmente de hormigón armado y provisto del mobiliario y terminaciones necesarias para la venta y/o arriendo del inmueble.

CAPÍTULO I
“Empresas Rentables y competitivas”

1.1 Análisis previo

En una obra de edificación, donde cada una de las disciplinas involucradas aporta distintas variables, el trabajo conjunto y coordinado es imprescindible, sin embargo, cada una deberá trabajar en el manejo de sus costos y resultados productivos de una manera independiente, basándose en esquemas administrativos aplicables a cada realidad.

Sea el caso que fuere, obras públicas o privadas, la ejecución de este tipo de obras, donde toda empresa interesada deberá cumplir con ciertas características, destacando entre estas, gestión, experiencia y capacidad, entre otras, necesarias para abordar las diferentes etapas de construcción a las que postule. No obstante, esto no será suficiente, debiendo mostrar un nivel de competitividad de costos que llene las expectativas del cliente y le permita acceder a una propuesta, con presupuestos en similares o mejores condiciones que los demás empresas. Son entonces, éstos los objetivos a los que debe apuntar cualquiera sea el sistema administrativo implantado.

1.2 Características más relevantes de un proyecto de edificación

La realidad Chilena permite subdividir las obras de edificación a grandes rasgos, dependiendo del propietario o mandante que requiera ejecutar el proyecto; Ministeriales, Serviu, Municipales, Privados, etc., los cuales presentan elementos o condiciones constructivas que poseen una gran similitud.

No obstante lo anterior, existen características propias de los diferentes proyectos, que de una u otra forma determinarán el tipo de administración que será desarrollada, estas tendrán relación directa con el tipo de contrato y el nivel de inversión o envergadura de la obra que será ejecutada.

1.2.1 Condiciones de una propuesta

Las condicionantes de una propuesta determinan el tipo de contrato (incluidas sus variantes) que darán inicio a los trabajos, estos son:

a) Contrato por Obra Vendida.

Presenta las siguientes variantes:

- Serie de precios unitarios.
- Por suma alzada.
- Por concurso oferta.

b) Contrato por Administración delegada.

c) Contrato por Administración directa.

Las características del proyecto darán pie a la elección del contrato más conveniente para las partes, en los casos de estudio se utilizó la variante “Contrato por suma alzada”.

1.2.2 Volúmenes de obra

Los volúmenes de obra, tendrán relación directa al monto de la inversión proyectada. La naturaleza de los trabajos contempla renovación de infraestructura ya existente y la construcción de Edificios, cuyos volúmenes de Hormigón y Moldaje estimado se pueden encontrar en el **Anexo N° 1 “Volúmenes de obra proyectado”**.

En la actualidad la ejecución de obras de edificación, cada vez de mayor envergadura, muestra un creciente incremento de estos volúmenes. Esto, unido a la reducción cada vez mayor de los plazos de ejecución, ha transformado al manejo de recursos en una variable determinante, en la obtención de resultados favorables para cualquier empresa constructora, y ha dado pie a la

necesidad imperiosa de generar un proceso administrativo en donde la planificación, organización, dirección y control juegan un papel fundamental.

1.3 Análisis económico

La incidencia del recurso moldaje en el costo global de la Obra Civil varía entre un 30% y un 55%, dependiendo esto del grado de dificultad que plantee la construcción. Es justamente esta razón y, la posibilidad que otorga la nueva tecnología de transformar su ejecución en un proceso mecánico y con altos grados de especialización, la que permite plantear los objetivos bajo la siguiente perspectiva.

- **Competitividad:** Se obtiene a partir del logro de altos rendimientos, otorgando una ventaja comparativa con respecto a las demás empresas constructoras, la obtención de este objetivo involucra el uso de la última tecnología en equipos y materiales, conjugando con esto, un sistema de gestión eficiente y la utilización de la mano de obra calificada para el desarrollo de cada función.

- **Rentabilidad:** dependerá de la capacidad de la empresa de mantener bajo control cada uno de los costos que involucra la ejecución, principalmente lo que respecta a mano de obra, arriendo o compra de equipo, ejerciendo sobre éstas un férreo seguimiento, el cual, permitirá detectar a tiempo, cuando la eficiencia de estas variables se encuentre bajo los estándares permisibles.

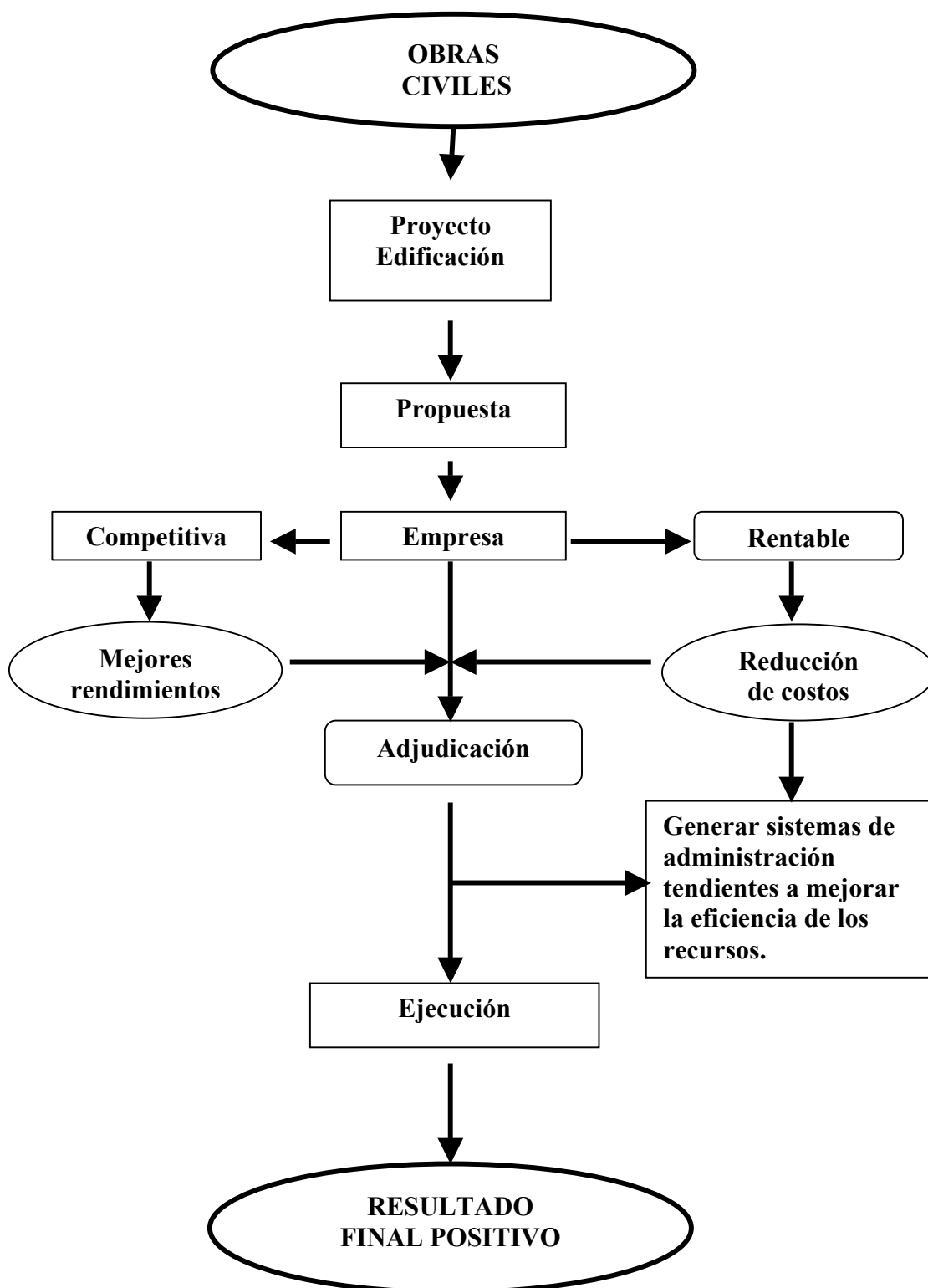
Si bien es cierto que la obra civil involucra variadas disciplinas, será el moldaje, el que debido a su incidencia en los costos, amerite un análisis más detallado de su proceso administrativo, ya que, en gran medida será este el que asegure resultados óptimos acorde a las exigencias del proyecto.

Un buen estudio y la programación adecuada del moldaje permitirán una reducción considerable en los costos de ejecución, obteniendo ahorros importantes. Además, este por tener un alto porcentaje de incidencia en el

costo total, posee la capacidad de absorber falencias económicas y constructivas en otros procesos de construcción.

Un buen resumen de lo planteado con anterioridad lo entrega el diagrama de flujos que se entrega a continuación.

Esquema General



1.4 Proceso administrativo

Para una empresa, es necesario establecer una estructura que permita la obtención de objetivos antes planteados. Para ello, se deberá analizar un sistema administrativo, que permita una mejora del moldaje como el factor más incidente en la obra civil.

1.4.1 Descripción del proceso administrativo.

- **Planificar:** Consiste en determinar la meta u objetivo que se pretende alcanzar, lo anterior permite expresar los pasos que se deben dar para alcanzarlo. Es fundamental que en esta etapa se incluya el cumplimiento de normas o condiciones del proyecto.
- **Organizar:** Una vez fijados los objetivos y los pasos a seguir, es necesario organizar los recursos para poner los planes en práctica. En esta etapa es muy importante tener muy claro las actividades que se van a desarrollar y quienes conformarán los equipos de trabajo, estableciendo un orden jerárquico, determinando quien y quienes serán los encargados de exigir y rendir cuentas durante el desarrollo del trabajo. Una de las condiciones para el cumplimiento de los fines de la organización radica en que esta debe estar bien equilibrada, permitiendo una adecuada coordinación entre sus distintos componentes.
- **Dirigir:** Poner lo planificado en acción, estableciendo el trabajo de acuerdo a las normas de proyecto y a la logística de trabajo, determinada en la etapa de organización.
- **Controlar:** Finalmente se deberá verificar constantemente si lo planificado se ha cumplido realmente, para ello será preciso establecer un proceso sistemático de control que permita acciones correctivas inmediatas ante cualquier eventualidad.

1.4.2 Características del proceso administrativo

El logro de altos rendimientos y bajos costos se encuentra ligado directamente al proceso administrativo, ya que será este último el encargado de la administración eficiente de todos los recursos.

Si el proceso se analiza detenidamente, es posible dividirlo en dos partes, cada una de ellas, vinculada a la obtención de un objetivo en particular.

En un comienzo la competitividad establecerá los parámetros más importantes, ya que, esta es la característica perceptible que logrará que la empresa amerite la ejecución de algún proyecto, ofreciendo al cliente menores plazos de ejecución y por consiguiente menores costos en el presupuesto. Este objetivo es asociado a la **organización y la dirección**, destacando a éstas como las responsables de generar las condiciones necesarias para la obtención de mejores rendimientos.

En segundo lugar, la rentabilidad como fin último de la empresa, relaciona a la **planificación y el control** como actividades complementarias y de las cuales dependerán muchas de las decisiones que se tomen durante el transcurso de la obra, permitiendo corregir y detectar oportunamente contingencias subestándares a lo largo del proyecto.

Un resumen de lo planteado con anterioridad, pero en orden de ejecución, es el siguiente:

- Planificación.
- Organización.
- Dirección.
- Control.

CAPÍTULO II
“Planificación del moldaje en la obra civil”

2.1 Generalidades

La administración del moldaje, comienza con una proyección detallada de todas las actividades a realizar. Esta programación abarca ámbitos como el económico, los volúmenes de obra a ejecutar, adquisición y/o arriendo de equipos, personal, compra de materiales fungibles, subcontratos, etc.

La planificación como actividad cumple un claro objetivo, este es fijar una base de comparación, para así facilitar un mejor control, evaluando paulatinamente los resultados que se obtienen.

Es necesario tener en cuenta que como resultado, la planificación entrega una estimación de futuro, por lo tanto, dependerá de la rigurosidad del programador la exactitud de los planes, esto último es muy importante debido a que estos son la base para el presupuesto del proyecto.

2.2 Factores más influyentes en la programación del moldaje

Entre los principales factores que influyen en la programación se cuenta:

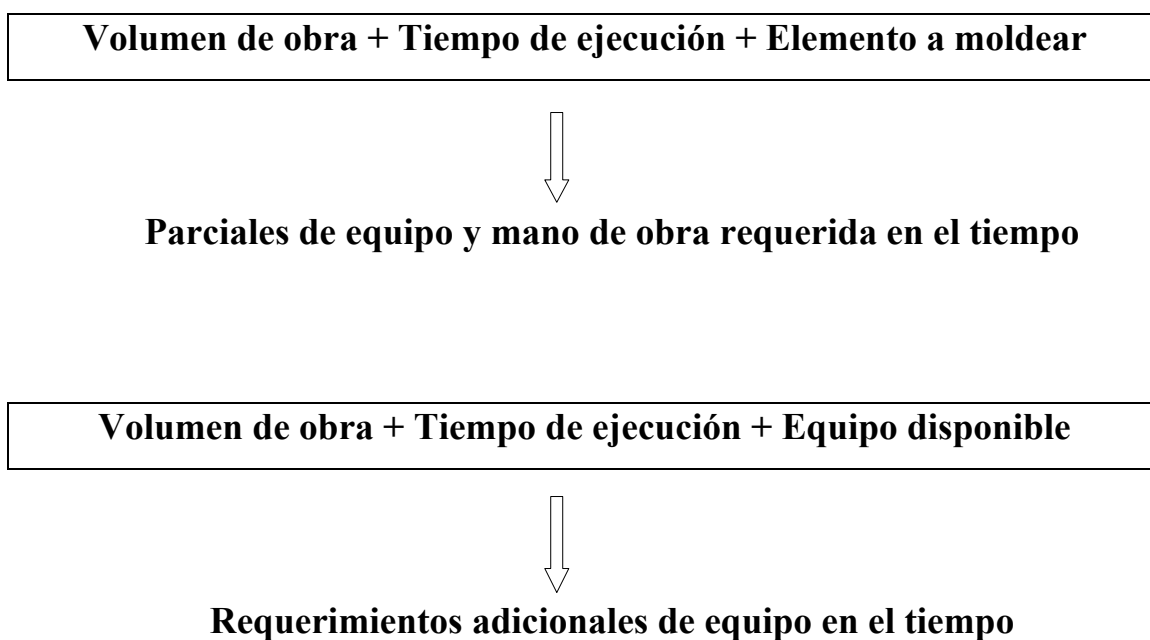
- Volúmenes de obra.
- Tiempo de ejecución.
- El tipo de elemento a moldear.
- El equipo y material disponible.

| | |
|---|---|
| Volumen de obra | Cantidad de M2 de moldaje a ejecutar |
| Tiempo de ejecución | Tiempo disponible para la ejecución (días, semanas, meses, años, etc.). |
| Tipo de elemento a moldear | Proporciona rendimiento estándar para los elementos |
| Cantidad de equipo y material disponible | Referente a los medios con que cuenta la empresa |

Estas variables permiten determinar los parciales de obra a ejecutar en el tiempo, el recurso humano y la cantidad adicional de equipo necesario para el desarrollo de los trabajos.

2.2.1 Diagrama de los factores más influyentes

Una adecuada combinación de estos factores permite desarrollar el siguiente esquema, en donde se aprecia con mayor claridad lo expuesto.



2.2.2 Cubicación

Una de las actividades que da partida a la programación es la cubicación del proyecto, esta es una tarea importante y delicada, ya que permitirá vislumbrar y entregar la expectativa generalizada de las distintas partidas.

La cubicación en si generará una base de datos, la cual, es conveniente trabajar mediante herramientas computacionales como Excel o Access, debido a la gran cantidad de información que será almacenada y a la posibilidad que otorgan de automatizar procesos de cálculo, disminuyendo considerablemente la posibilidad de error y el tiempo de trabajo.

Una de las particularidades más importantes de la cubicación es que permite establecer relaciones entre las distintas partidas, datos muy importantes al generar la automatización de los cálculos, sentando además un precedente para cubicaciones primarias en terreno y utilizables en proyectos de similares características.

2.3 Programación de volúmenes de obra en el tiempo

La programación de moldaje en el tiempo, entre otras cosas, deberá considerar la programación maestra del proyecto, la cual involucra todas las disciplinas. La curva que se obtiene posee una marcada tendencia a una “Campana de Gauss”, la cual para efectos de análisis puede ser idealizada de esa forma..

El hecho de presentar esta característica se puede resumir en los siguientes puntos:

a) Inicio de la curva

1. Inercia en el inicio de los trabajos.
2. Estructuración y afianzamiento de los equipos y cuadrillas.
3. Puesta en marcha de servicios anexos como bodega, casino, oficinas, etc.
4. Reclutamiento y proceso de selección del personal.
5. Cursos de inducción e instrucción para el personal.
6. Apertura paulatina de los frentes de trabajo.

b) Transición de la curva

7. Igualdad en calidad del personal
8. Constancia en la ejecución de los trabajos
9. Confianza y animosidad en los trabajadores.
10. Rendimientos se mantienen.

c) Final de la curva

11. Decaimiento natural, debido al término de frentes de trabajo.
12. Realización de elementos de menor magnitud, y que además poseen bajos rendimientos, por ejemplos escalas de acceso, vigas de coronación, fundaciones menores, etc.
13. Inicio del proceso de terminación, heroseamiento y arquitectura de los elementos.
14. Desmotivación y agotamiento natural del personal.

De la misma forma, en el curso normal de una obra se confirma lo anteriormente expuesto, observándose notoriamente tres etapas muy marcadas dentro de esta:

Etapas 1- Período de avance lento, con pendiente (velocidad) en ascenso hasta lograr una constante.

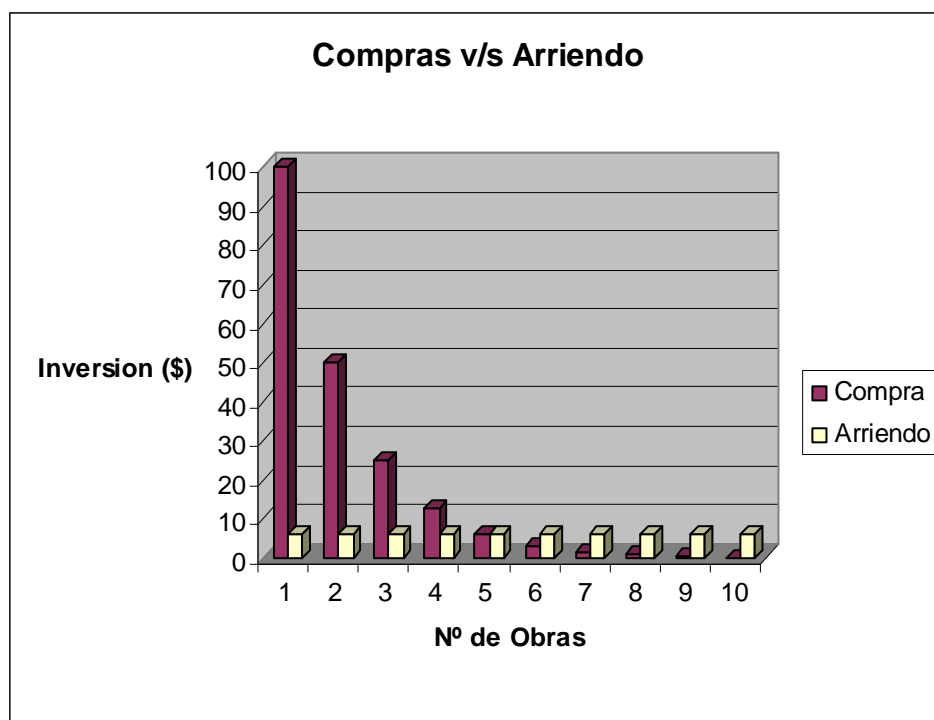
Etapas 2- Velocidad de avance constante de duración mayor al resto de las etapas.

Etapas 3- Velocidad de avance decreciente, hasta cumplir con la totalidad de la obra, similar a etapas 1, pero en descenso.

2.4 Programación de equipo requerido

El suministro de moldaje puede ser dividido en dos grandes partidas: **Compra y/o Arriendo** de equipo. El nivel de compra o arriendo dependerá de stock disponible (de propiedad de la empresa) para afrontar la ejecución de la obra y del nivel de inversión que la empresa desee concretar para suplir o renovar la tecnología con la que cuenta.

Otro de los criterios aplicables para la compra de moldaje es analizar los usos futuros que este pueda tener, ya que una gran cantidad de usos durante una obra u obras sucesivas, puede lograr equiparar una alta inversión inicial con el costo total por arriendo que se obtendría en el mismo período. La forma en que decrece la inversión inicial de compra se aprecia en el siguiente gráfico.



Se puede ver que la forma en que decae la inversión inicial no es lineal, más bien decae en forma violenta en los primeros usos, disminuyendo su velocidad hasta volverse asintótica al eje de los usos en el tiempo.

El tiempo requerido para comenzar a recibir beneficio económico, dependerá de la envergadura de la inversión, la cual determinará el número de usos necesarios para que esta sea absorbida. En el ejemplo, la inversión se equipara al costo de arriendo en el quinto uso, esto significa que a partir de ese instante el gasto inicial tendrá un balance positivo para la empresa.

Lo anterior no implica un descarte de recurrir al arriendo de moldaje como alternativa, ya que, en faenas de gran envergadura, la situación resultante deriva, por lo general, en un sistema mixto que incluye compra y arriendo, siendo el moldaje en compra una constante determinada por la

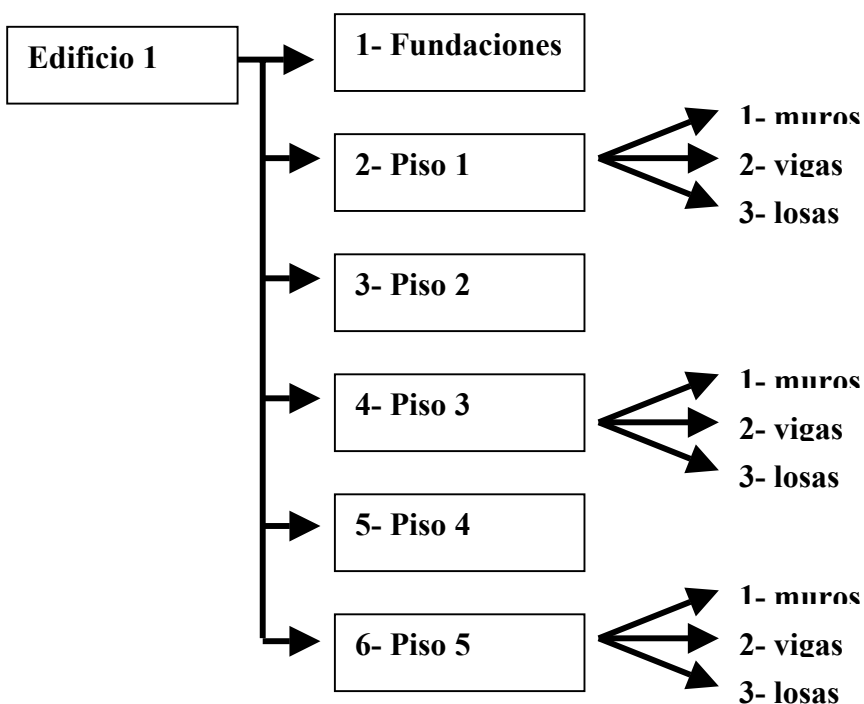
empresa y el arriendo cumplirá la función de satisfacer los requerimientos adicionales en el rango de tiempo peak de producción.

Sin embargo, el arriendo de moldajes, es la alternativa más común a utilizar en obras de mediana envergadura, ya que estas en su mayoría, no otorgan una capacidad económica tal, para poder invertir en la adquisición de moldajes.

2.4.1 Procedimiento para la estimación de equipo en el tiempo

A continuación se entrega un procedimiento sencillo para la estimación de moldaje en el tiempo.

Paso 1- De acuerdo a la amplitud del proyecto será necesario dividirlo completamente en áreas de trabajo, y estas a su vez en sub-áreas, estructurándose de la siguiente forma.



La sectorización permitirá una codificación de las actividades de modo de simplificar el manejo de la información, para ello es recomendable generar un sistema de identificación numérico literal para las actividades, semejante al siguiente esquema.

| Nombre del sector | Código | Nombre Area | Código | Nombre Actividad | código | Tipo moldaje |
|-------------------|--------|-------------|--------|------------------|--------|--------------|
| Edificio 1 | E 1 | Fundación | P0 | Cimientos | 010 | A |
| | | | | Sobrecimientos | 010 | A |
| | | Piso 1 | P1 | Muros | 110 | A |
| | | | | Vigas | 120 | B |
| | | | | Losa | 130 | C |
| | | Piso 2 | P2 | Muros | 210 | A |
| | | | | Vigas | 220 | B |
| | | | | Losa | 230 | C |
| | | Edificio 2 | E 2 | Fundación | P0 | Cimientos |
| Sobrecimientos | 010 | | | | | A |
| Piso 1 | P1 | | | Muros | 110 | A |
| | | | | Vigas | 120 | B |
| | | | | Losa | 130 | C |

Paso 2- Usando las cubicaciones por elemento y estimando el número de ciclos o repeticiones de cada estructura, se obtiene el total de metros cuadrados a moldear con los distintos tipos de moldaje distribuido en el tiempo.

| Código Sector | Código Area | Código Actividad | Tipo Moldaje | Cantidad a Moldear (m2) | Meses | | | | |
|---------------|----------------|------------------|--------------|-------------------------|--------------|------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| E1 | P0 | 010 | Tipo A | 800 | 500 | 300 | | | |
| | | 010 | Tipo A | 500 | | 500 | | | |
| | P1 | 110 | Tipo A | 1.160 | | 300 | 860 | | |
| | | 120 | Tipo B | 141 | | | 141 | | |
| | | 130 | Tipo C | 780 | | | 450 | 330 | |
| | P2 | 210 | Tipo A | 733 | | | | 733 | |
| | | 220 | Tipo B | 88 | | | | 88 | |
| | | 230 | Tipo C | 532 | | | | 201 | 331 |
| | P3 | 310 | Tipo A | 556 | | | | | 556 |
| | | 320 | Tipo B | 77 | | | | | 77 |
| | | 330 | Tipo C | 0 | | | | | 0 |
| | Totales | | | | 5.367 | 500 | 1.100 | 1.451 | 1.352 |

M2 a moldear / Ciclos mensuales por elemento = M2 x tipo en el tiempo
(considerando un uso mensual para el equipo)

Paso 3- Con la distribución (por tipo de moldaje) determinar la cantidad de rotaciones o usos mensuales **críticos o mínimos**, exigibles a cualquiera de los distintos sistemas. Esta se obtendrá basada en la tasa de arriendo establecida por el proveedor y el valor empresa obtenido para la ejecución de un metro cuadrado.

Bajo estas consideraciones el número de usos queda determinado por la siguiente ecuación.

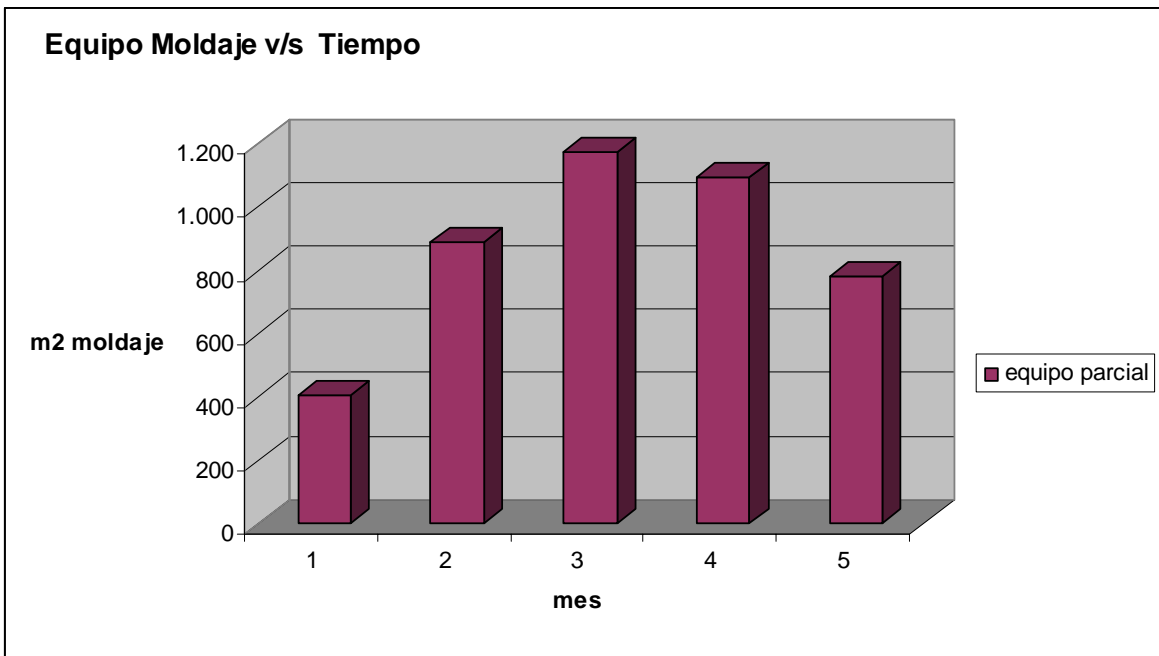
$$\text{Rotación} = \frac{\text{Tasa de arriendo}}{\text{Valor m2 empresa}}$$

Si por ejemplo consideramos que el valor empresa de ejecutar un metro cuadrado de moldaje es de \$5.450 pesos/m2 y la tasa de arriendo mensual de \$6.720 pesos/m2 y aplicamos un factor del 15% (factor transporte, a criterio del programador), las rotaciones críticas exigibles quedan determinadas por

$$\text{Rotación} = \frac{6.720 * 1,15}{5.450} = 1,42 \text{ Usos / mes}$$

Paso 4- Considerando la cantidad de usos mensuales esperada, calcular el requerimiento de equipo para la duración del proyecto.

| Total Proyecto | Usos/ Mes | Ft | Mes | | | | |
|--|--------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Total M2 / Mes | | | 500 | 1.100 | 1.451 | 1.352 | 964 |
| Total M2 / Mes Acumulado | | | 500 | 1.600 | 3.051 | 4.403 | 5.367 |
| Total M2 Equipo / Mes | 1,42 | 15% | 405 | 891 | 1.175 | 1.095 | 781 |
| Total M2 Equipo / Mes Acumulado | | | 405 | 1.296 | 2.471 | 3.566 | 4.347 |



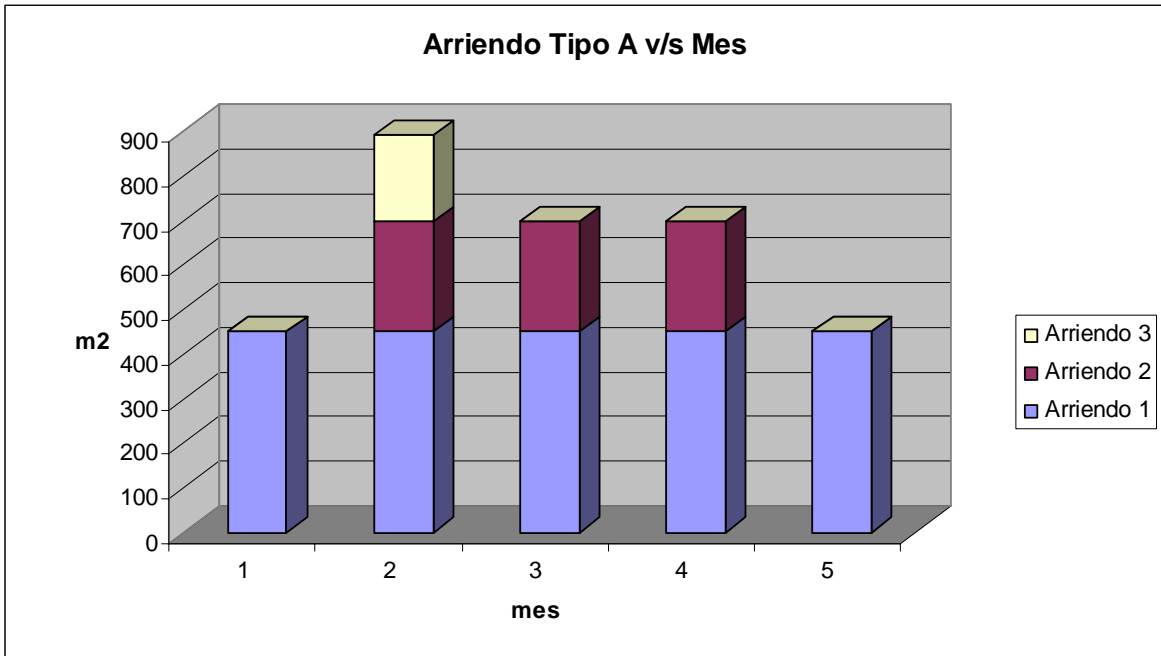
Paso 5- Separar las necesidades de arriendo, por tipo de moldaje y cantidad que se requiere.

Una tarea que será de utilidad es dividir los tipos de arriendo en unidades constantes en el tiempo, esto permitirá determinar con mayor certeza cuando, que y cuanto solicitar, además permite clarificar el proceso de devolución de moldaje.

Cada unidad representa una fracción del moldaje que se arrendará en el mes, por lo que el total corresponde a la suma de estos parciales.

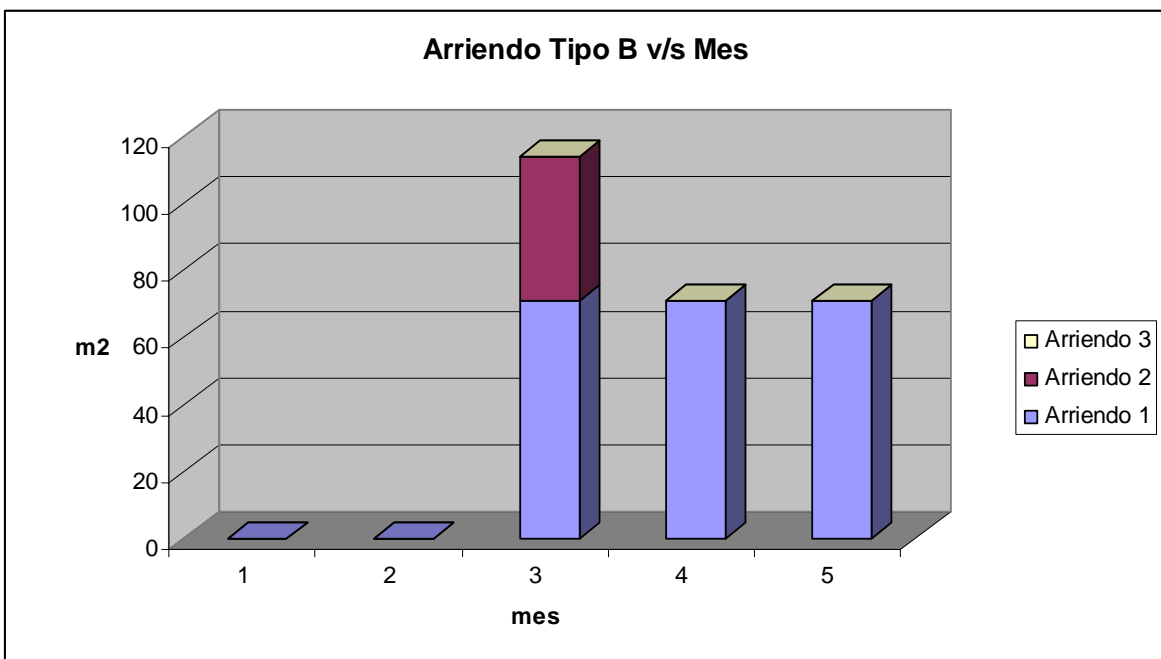
a) Comportamiento Moldaje Tipo A

| Mes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------------------|-----|-------|-----|-----|-----|
| Total a moldear equipo Tipo A | 500 | 1.100 | 860 | 733 | 556 |
| Necesidad de equipo Tipo A | 405 | 891 | 697 | 594 | 450 |
| Arriendo 1 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 |
| Arriendo 2 | 0 | 247 | 247 | 247 | 0 |
| Arriendo 3 | 0 | 194 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | |



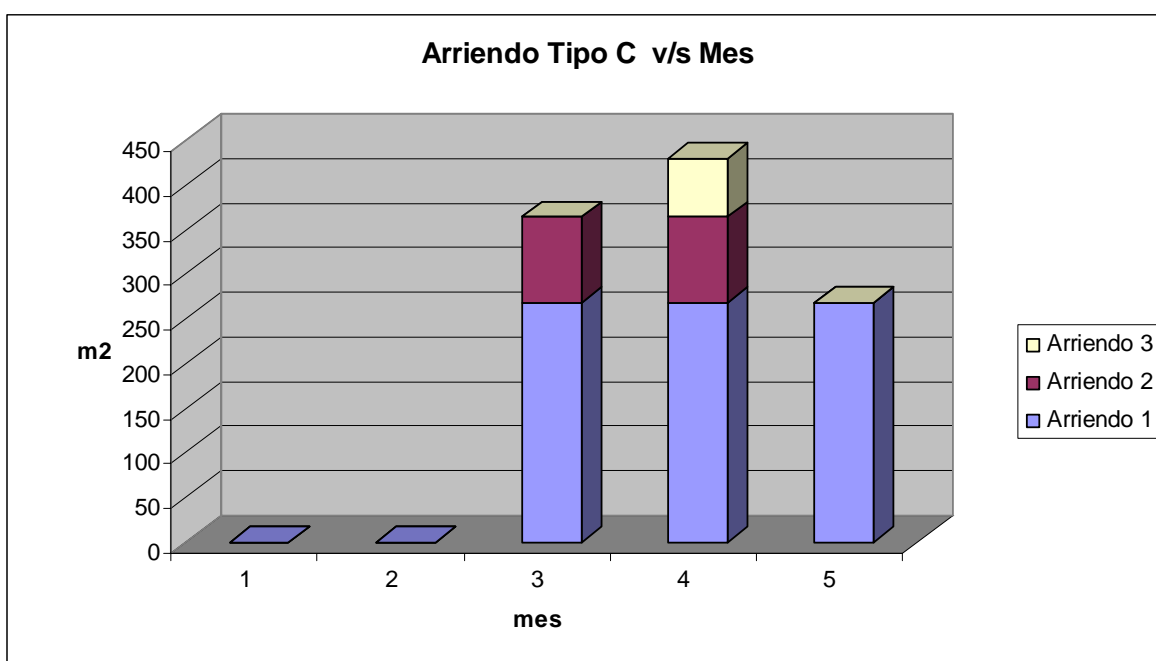
b) Comportamiento Moldaje Tipo B

| Mes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------------------|---|---|-----|----|----|
| Total a moldear equipo Tipo B | 0 | 0 | 141 | 88 | 77 |
| Necesidad de equipo Tipo B | 0 | 0 | 114 | 71 | 62 |
| Arriendo 1 | 0 | 0 | 71 | 71 | 71 |
| Arriendo 2 | 0 | 0 | 43 | 0 | 0 |
| Arriendo 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |



c) Comportamiento Moldaje Tipo C

| Mes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------------------|---|---|-----|-----|-----|
| Total a moldear equipo Tipo C | 0 | 0 | 450 | 531 | 331 |
| Necesidad de equipo Tipo C | 0 | 0 | 364 | 430 | 268 |
| Arriendo 1 | 0 | 0 | 268 | 268 | 268 |
| Arriendo 2 | 0 | 0 | 96 | 96 | 0 |
| Arriendo 3 | 0 | 0 | 0 | 66 | 0 |
| | | | | | |



2.5 Distribución de personal en el tiempo

La distribución de la mano de obra en el tiempo, al igual que el arriendo de equipo, será un factor determinante en el manejo de los costos del proyecto. Esta depende directamente de la curva de obra a ejecutar y de los rendimientos estándares establecidos en la etapa de estudio de propuesta.

El resultado será, por razones obvias, una curva de similares características a la distribución de obra, la cual reúne el total de horas hombre a gastar en el mismo período de tiempo.

Uno de los criterios más importantes a utilizar por el administrador en el manejo del personal, consiste en fijar metas superiores a las establecidas por programa. Esto le permitirá manejar, en todo momento, una reserva importante de horas hombre ante cualquier contingencia, logrando una eficiencia mayor del recurso o en su defecto una igual a lo programado.

Lo anterior, se logra a través de una disminución de personal proyectado y una correcta dirección en terreno, logrando un mejoramiento de los rendimientos.

La eficiencia depende exclusivamente del nivel de compromiso y ambición del administrador del proyecto, sin dejar de ser realistas.

2.5.1 Proyección de personal en el tiempo

Una de las principales preocupaciones del administrador es determinar la secuencia de contratación de personal, ya que una dotación insuficiente afectará el cumplimiento de hitos establecidos por programa.

Para comprender lo anterior, se usará el ejemplo ocupado en el ítem 2.4.1 “procedimiento para la estimación del equipo en el tiempo”. Para comenzar se hace necesario determinar un rendimiento estándar para cada tipo de elemento.

- Moldajes de muros

| | | | |
|--------------------|---|--|---|
| 243 m ² | → | 54 horas (6días) * 8 hombres (carpinteros) | |
| 243 m ² | → | 432 HH | } x = 1,78 HH/m ² ó x = 0,56 m ² /HH |
| 1 m ² | → | x HH/m ² | |

- Moldajes de vigas

| | | | |
|-------------------|---|--|--------------------------------|
| 59 m ² | → | 18 horas (2días) * 8 hombres (carpinteros) | |
| 59 m ² | → | 144 HH | } x = 2,44 HH/m ² ó |
| 1 m ² | → | x HH/m ² | |

- Moldajes de losas

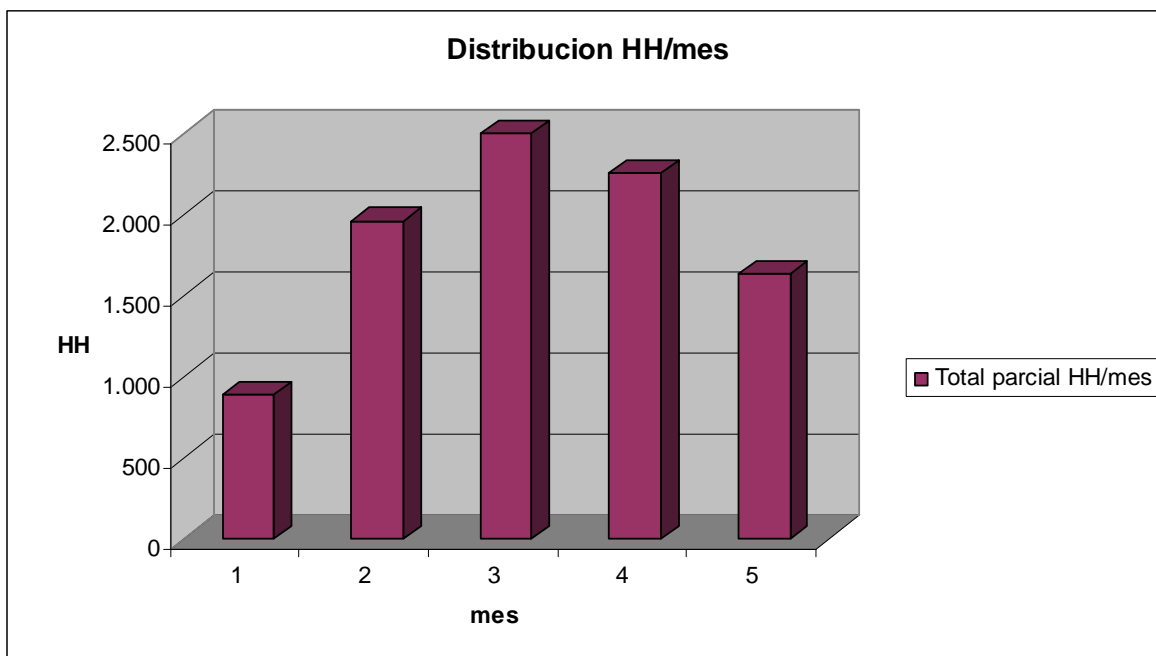
| | | | |
|--------------------|---|--|--------------------------------|
| 130 m ² | → | 22,5 horas (2,5días) * 8 hombres (carpinteros) | |
| 130 m ² | → | 180 HH | } x = 1,38 HH/m ² ó |
| 1 m ² | → | x HH/m ² | |

| Descripción | Rendimientos | |
|------------------------|------------------------|-------------------------|
| Moldaje Tipo A (muros) | 1,78 HH/m ² | 0,56 m ² /HH |
| Moldaje Tipo B (vigas) | 2,44 HH/m ² | 0,41 m ² /HH |
| Moldaje Tipo C (losas) | 1,38 HH/m ² | 0,72 m ² /HH |

| Cuadrilla Tipo | |
|----------------|---------------------------------|
| Descripción | Cantidad Hombres / cuadrilla |
| Capataz (1/25) | 0,04 |
| Carpinteros | 8 |
| Jornal | 4 |
| Total | 12,04 |

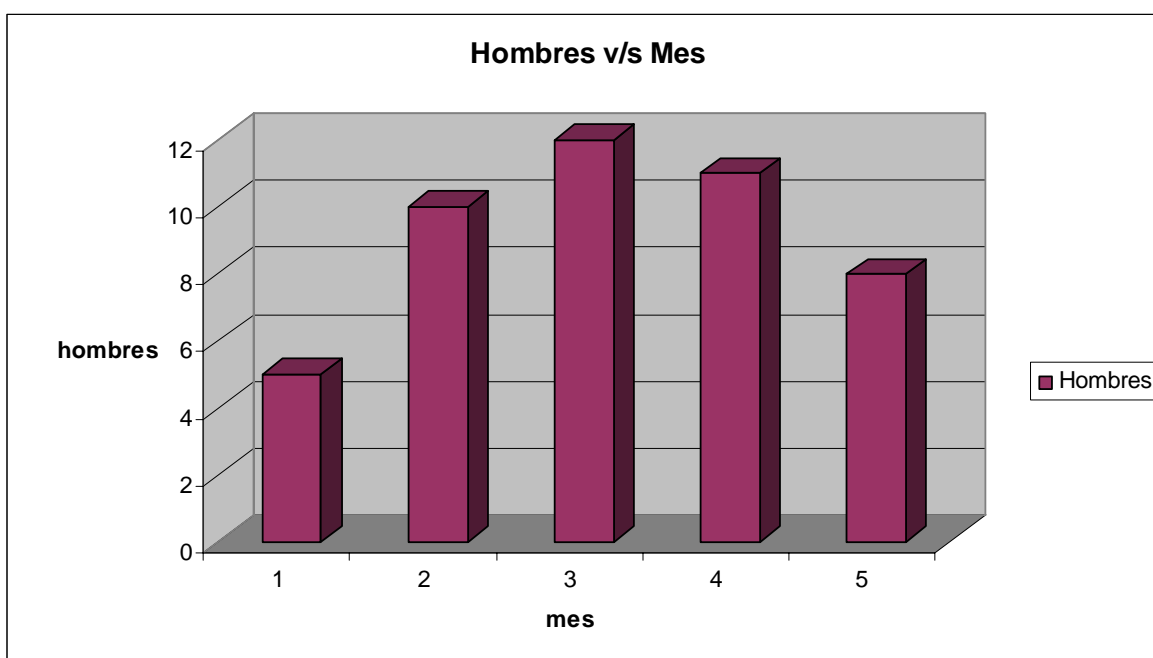
Estos rendimientos son utilizados sobre la tabla de distribución de obra, surgiendo de esta forma la distribución de los parciales Horas Hombre a lo largo del proyecto.

| Tipo Moldaje | m2 a Moldear | Rendim. HH/m2 | HH totales | Meses | | | | |
|-----------------------------|--------------|---------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Tipo A | 800 | 1,78 | 1.424 | 890 | 534 | | | |
| Tipo A | 500 | 1,78 | 890 | | 890 | | | |
| Tipo A | 1.160 | 1,78 | 2.065 | | 534 | 1.531 | | |
| Tipo B | 141 | 2,44 | 344 | | | 344 | | |
| Tipo C | 780 | 1,38 | 1.076 | | | 621 | 455 | |
| Tipo A | 733 | 1,78 | 1.305 | | | | 1.305 | |
| Tipo B | 88 | 2,44 | 215 | | | | 215 | |
| Tipo C | 532 | 1,38 | 734 | | | | 277 | 457 |
| Tipo A | 556 | 1,78 | 990 | | | | | 990 |
| Tipo B | 77 | 2,44 | 188 | | | | | 188 |
| Tipo C | 0 | 1,38 | 0 | | | | | 0 |
| Total parcial HH/mes | | | | 890 | 1.958 | 2.496 | 2.252 | 1.635 |
| Total acumulado HH/mes | | | | 890 | 2.848 | 5.344 | 7.596 | 9.231 |



Finalmente con el esquema de cuadrillas tipo se determina las cantidades (incluidas las categorías) del personal para su contratación mensual. Para el cálculo se considerará un total de 180 horas / mes efectivamente trabajadas y un nivel de eficiencia esperado de 85%.

| Detalle | Unidad | Meses | | | | |
|-----------------------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Programado Total parcial | HH/mes | 890 | 1.958 | 2.496 | 2.252 | 1.635 |
| Esperado (85% eficiencia) | HH/mes | 757 | 1.665 | 2.122 | 1.915 | 1.390 |
| Esperado (recurso humano) | Hombre/mes | 5 | 10 | 12 | 11 | 8 |
| Total cuadrilla (12,04 H/c) | Cuadrilla/mes | 0,42 | 0,83 | 1,00 | 0,91 | 0,66 |
| Capataz (0,04 H/c) | Hombre/mes | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Carpintero (8 H/c) | Hombre/mes | 4 | 7 | 8 | 8 | 6 |
| Jornal (4 H/c) | Hombre/mes | 2 | 4 | 4 | 4 | 3 |



Del gráfico se desprende también el momento, en el cual, debe comenzar la reducción de personal, manteniendo de esta forma la eficiencia esperada.

2.6 Programación de equipo de apoyo

Estos son los necesarios para la colocación y traslado de moldajes, los cuales deben ser planteados, basándose en distintas consideraciones, entre las que se incluyen:

- **Tipo de elemento a moldear:** Define el tipo de moldaje a utilizar más adecuado para la ejecución, variando de esta forma su maniobrabilidad (manual, semimanual, pesado).

- **Material disponible para la ejecución:** Igual que el ítem anterior, lo cual dependerá del tipo moldaje con que se cuente.

- **Dificultades de acceso:** En caso de presentar dificultades de acceso se debe considerar el uso de grúas pluma u otro equipo que se acomode a las necesidades.

- **Posibilidad de generar ciclos repetitivos en el elemento:** Dada esta característica, se justifica el tener un segundo equipo ya que se alcanzarían mejores rendimientos.

- **Extensión o envergadura de los elementos:** En áreas de trabajo muy extensas y en donde se necesita un constante movimiento de materiales.

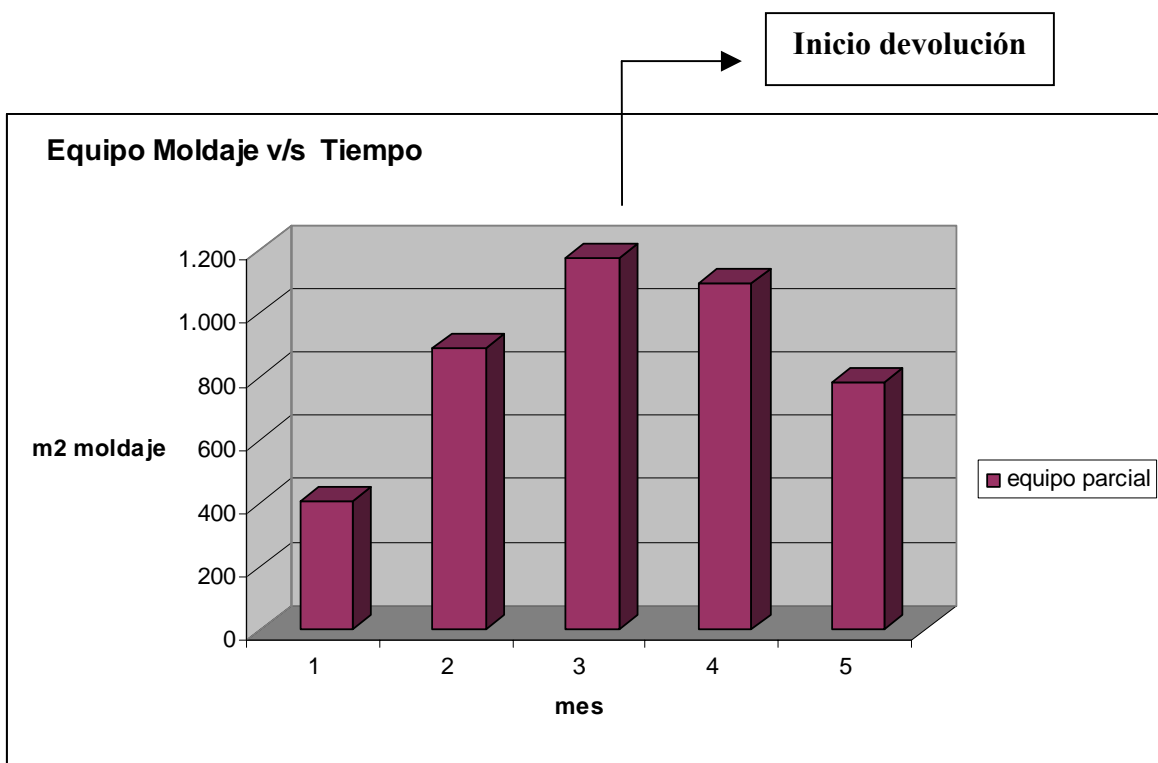
- **Evaluación costo - beneficio:** Debe evaluarse el costo beneficio de ocupar un equipo; para esto será necesario, parametrizar su uso otorgándole un rendimiento mínimo, el cual debe ser mayor al trabajo en forma tradicional.

La programación de los equipos debe ser efectuada evitando generar tiempos muertos debido al alto costo que estos tienen.

El control de los equipos, aplicando rendimientos v/s producción, permite detectar cuando un equipo no esta cumpliendo con su función, dando el criterio para proceder a su desmovilización o redistribución en la misma obra.

2.7 Faena de devolución

Una vez programado el requerimiento de moldaje en arriendo y/o compra, si es que hubiera, es claro la necesidad de anexar un programa que involucra la devolución del moldaje en arriendo que deja de prestar utilidad, lo cual es posible determinar en la curva de parciales moldajes y este es donde la pendiente comienza su descenso (ver gráfico).



2.7.1 Inicio de devolución de moldaje

Antes de iniciar la devolución es necesario:

- Determinar aproximadamente la fecha o período (otorgar holgura) de inicio de la desmovilización, para evitar entrar a un nuevo ciclo de arriendo y dar tiempo a una adecuada selección de moldaje que será devuelto.
- Determinar de antemano la cantidad y el tipo de moldaje a devolver pensando en el material que se necesita para afrontar el saldo de los elementos.

c) Programar el medio o equipo a utilizar en el traslado (capacidad, precio del flete, tiempo del traslado).

d) Generar registro del material devuelto, para controlar exactamente el material en despacho.

2.7.2 Selección reparación y limpieza

El proceso de devolución del moldaje resulta ser un factor de castigo a el índice de usos / mes mínimo establecido sin programar curva, ya que ante grandes cantidades de material el proceso de recolección, clasificación y reacondicionamiento de piezas defectuosas desplazará el tiempo en obra del moldaje en arriendo y por ende el costo final.

En etapa de contrato con la empresa proveedora, se fijará además del precio por arriendo y/o compra, el costo por pérdida, reparación y limpieza de equipos que serán devueltos para ingresar a un nuevo ciclo de arriendo.

Este costo corresponderá a un porcentaje del precio de compra, por lo cual se deberá evaluar –de acuerdo a la realidad del proyecto- la adquisición de la maquinaria, herramientas y materiales utilizados en su reparación y limpieza antes de ser devuelto. La adquisición de la maquinaria, materiales y el uso de Horas Hombre debe estar completamente justificada comparando costo de reparación >>> inversión.

CAPITULO III
“Organización y Dirección
para el logro de los objetivos”

3.1 Generalidades

Debido a la natural diferencia entre los distintos proyectos y las políticas administrativas de las empresas constructoras, es que, entregar un modelo universal de organización y dirección para ser aplicado resulta muy difícil. Sin embargo, es posible rescatar a través de la experiencia, ideas y medidas que sirvan de marco general al logro de los objetivos.

3.2 Organización

La organización, como actividad, será la encargada de generar en obra las condiciones óptimas para mejorar el desempeño de los recursos, mejorando de esta forma los rendimientos que se obtengan.

Destaca entre las actividades a desarrollar la determinación del organigrama funcional que identifique el flujo en la toma de decisiones, el establecimiento de la secuencia de trabajo y la creación e implementación de organismos que servirán de apoyo en la ejecución de las tareas. Entre estos se pueden encontrar, talleres, bodegas, pañoles, entre otros.

3.2.1 Bases para el trabajo

Una de las primeras medidas a tomar, es fijar las bases en que se sustentará el trabajo, las cuales deben apuntar al logro de los objetivos surgidos de la etapa de planificación, siendo estos la obtención de mejoras en los índices de producción y seguridad, construyendo al mismo tiempo bajo estrictos estándares de calidad.

Una secuencia lógica de trabajo sería:

- 1- Creación de una estructura organizacional, que establezca claramente las funciones y responsabilidades que cabe a cada miembro o entidad de la estructura.

2- Implementación de la tecnología en moldajes modulares, la cual debe permitir mejorar el proceso constructivo en función al tipo de elemento a moldear, permitiendo obtener una óptima calidad en el acabado del hormigón.

3- Creación de organismos anexos que faciliten la administración, manejo y control del moldaje, apoyando en faenas de almacenamiento, selección, distribución y mantención del equipo.

4- Establecer secuencia de trabajo, que permita optimizar tanto el equipo como el recurso humano directo involucrado en la confección de los moldes.

3.3 Estructura organizacional

En una obra en construcción debido a sus características, es necesario separar la estructura organizacional en dos partes, diferenciando (a un mismo nivel) el manejo de las disciplinas civiles de la coordinación de trabajos en terreno.

Además, una subdivisión de áreas, que permitirá sectorizar el mando y las responsabilidades. Cada área se conformará ocupando como criterio una división interna del proceso productivo que llevará a cabo en la obra.

3.3.1 Manejo Disciplinario

Subdivide la obra civil en tres disciplinas, hormigones, enfierradura y moldaje. Cada una trabajará como una entidad independiente, con una estructura jerárquica definida, la que incluye Capataces y Personal perteneciente a la especialidad; su trabajo será desempeñado sin importar el área.

El Capataz será responsable tanto de la administración del recurso como la ejecución en terreno, para lo cual deberá regirse por la pauta diaria de prioridades.

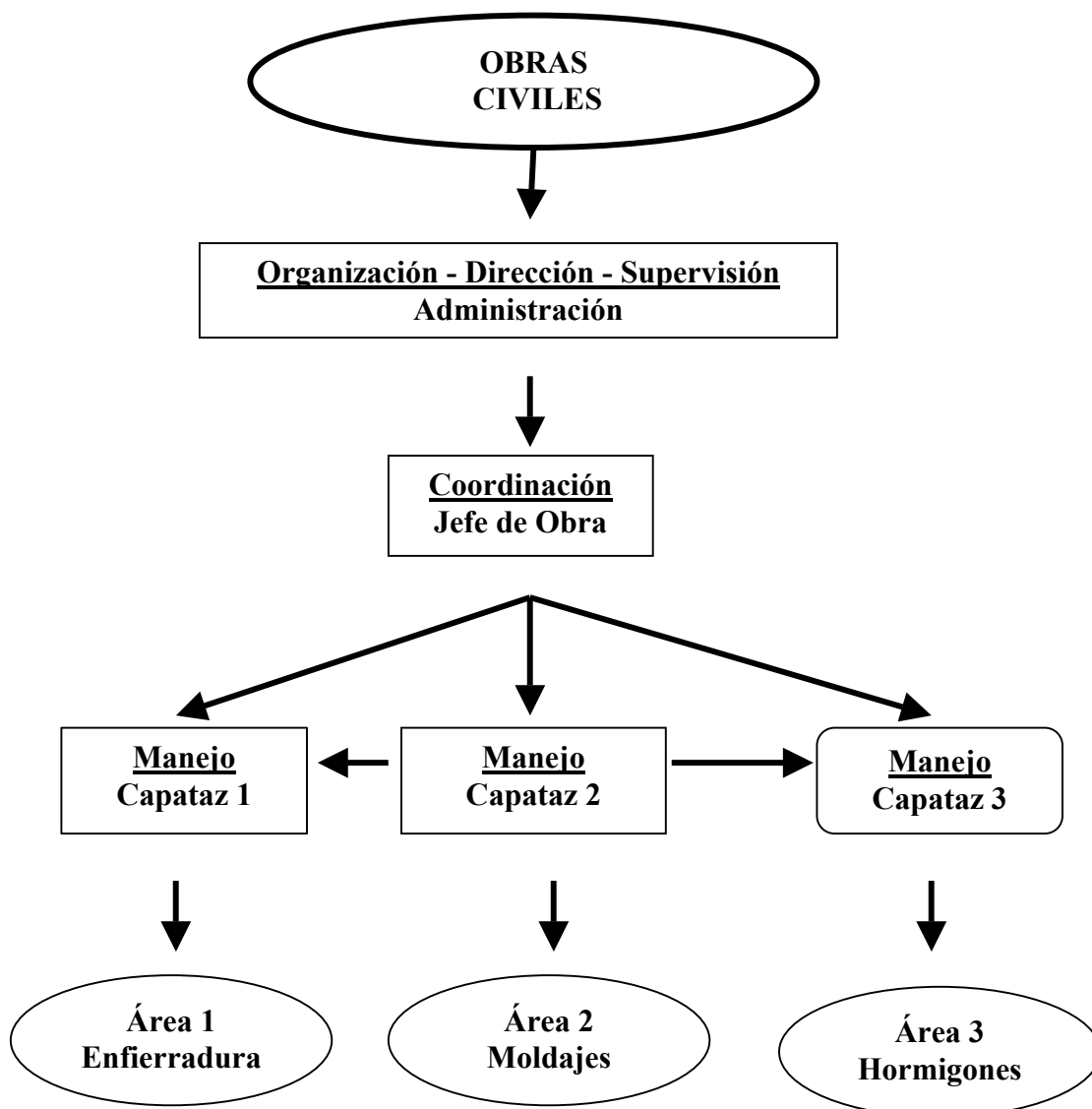
El moldaje será abordado, debido a su importancia, en forma diferente, para lo cual se divide la mano de obra, carpinteros, en personal de ejecución, los que conforman el personal permanente en las áreas y los jornales, personal utilizado en el suministro y distribución del equipo en terreno.

3.3.2 Coordinación de terreno

Todas las áreas de trabajo poseerá un único “Jefe de Obra”, el cual tiene como función principal el coordinar las disciplinas, direccionando las actividades según el programa de avance. Para ello se debe apoyar en la supervisión estable de terreno de la Administración de Obra, que direccionará el avance de esta.

3.3.3 Esquema de estructura organizacional

La estructura organizacional planteada para la ejecución de la obra civil en el proyecto, permite apreciar el siguiente esquema:



3.4 Implementación de tecnología en moldajes modulares

3.4.1 Cambio en los criterios sobre gastos de obra

Uno de los cambios más novedosos, en el criterio para la toma de decisiones sobre los gastos de obra, es aquel que dice que **“Para bajar el costo total de una construcción es necesario pagar más por algunas partidas”**, la idea apunta a eliminar o disminuir con esto, la ejecución de algunas tareas en la secuencia constructiva.

Lo anterior se aplica, por ejemplo, a la elección de un buen tipo de moldajes, evitando de esta forma reparaciones posteriores del hormigón. Cabe mencionar que frecuentemente la ejecución de una obra de hormigón se juzga por su aspecto, el cual depende en gran medida de la calidad de los moldajes.

Desde un punto de vista económico la eliminación o disminución de las faenas de reboque significa una disminución de costos importante tanto para el contratista como para el mandante de la obra.

La decisión que involucra la utilización de tecnología de moldajes se torna muy importante en obras industriales, ya que en ellas, la generalidad de los elementos de hormigón no llevará ningún tipo de reboque o recubrimiento para la mejora de las superficies de hormigón, evitando de esta forma posibles desprendimientos debido a las continuas vibraciones que sufren las distintas plantas.

3.4.2 Composición básica de los moldajes modulares

Los encofrados están compuestos básicamente de cuatro elementos:

- **Superficie de contacto con el hormigón:** Cara del moldaje que estará en contacto con el hormigón y que en definitiva otorgará la calidad al acabado (placa de madera, placa metálica).
- **Elementos de rigidización:** Son aquellos que proporcionan a la cara de contacto con el hormigón una adecuada rigidez (bastidores de acero).
- **Sistema de estabilización:** Destinado a mantener en su lugar el moldaje (Puntales, barras de anclaje, tuercas, etc.).

- **Elementos de aplome y alineación:** Son los elementos constitutivos del moldaje cuya finalidad es de proporcionar la verticalidad y la alineación horizontal de los distintos paneles.

3.4.3 Paralelo entre moldaje tradicional y modular

En la construcción es posible encontrar fundamentalmente dos tipos de moldaje:

- Moldajes de madera.
- Moldajes modulares
 - bastidores y placas metálicas.
 - bastidores metálicos y placas de madera.

La carpintería tradicional utiliza madera por excelencia, lo que significa un gasto muy elevado de horas hombre en el armado y descimbre de este, además de la gran cantidad de materiales utilizados en la confección de cualquier tipo de molde. Esto se traduce en un incremento importante al presupuesto del proceso constructivo. Lo anterior se ve acrecentado debido al reducido número de usos que se puede dar a cada elemento de moldaje sin perjudicar la calidad en el acabado del hormigón, producto de las deformaciones naturales que experimenta la madera al estar en contacto con la humedad y el deterioro inevitable del proceso de descimbre.

La incorporación gradual del sistema de moldajes modulares ha convertido al recurso en un método industrializado con considerables mejoras, principalmente en los rendimientos y el acabado del hormigón. Además, la inclusión de estos paneles aumentó la resistencia admisible a la presión de hormigonado, permitiendo abarcar elementos en un menor número de ciclos.

Tanto la cara de contacto con el hormigón, elementos de rigidización y sistema de estabilización difiere del moldaje tradicional, pero no así su función, que es la de moldear el hormigón fresco. Un cuadro general nos indica que los antiguos elementos estructurales de madera, son reemplazados por elementos de menor peso y mayor capacidad de absorción de las solicitaciones requeridas, siendo más fácil su instalación y de menor costo en el largo plazo por la recuperabilidad de sus elementos.

Su versatilidad, simplicidad, rapidez de montaje, durabilidad y resistencia del material, son algunas de las ventajas que garantizan un buen desempeño y beneficio económico con cualquiera de los tipos de moldajes metálicos que se desee utilizar.

3.4.4 Características generales del moldaje metálico.

El mercado ofrece una amplia gama de moldajes, cada uno con diferentes aplicaciones según las formas.

Las ventajas que se deben considerar y que se pueden destacar del sistema son las siguientes:

- 1- Posee una alta rigidez e indeformabilidad.
- 2- Alta hermeticidad.
- 3- Es de rápida conexión.
- 4- Reducido número de piezas.
- 5- Amplia variedad de paneles en ancho y en altura, sencillez en el armado y descimbre.
- 6- Se puede utilizar vertical u horizontal.
- 7- Se obtiene un excelente acabado superficial.

3.5 Creación de organismos especializados en la administración del moldaje

Para la obtención de los resultados óptimos se consideró implementar un plan de acción, que consistía en la creación de dos organismos especializados exclusivamente en el manejo y administración del moldaje.

Oficina de Control y Diseño de Moldaje

Este organismo consideró la incorporación de Diseñadores de moldajes calificados, en conjunto a la Dirección de Obra, los cuales se harán cargo de la entrega de los planos de diseño para todos los elementos que sean requeridos, generando la requisición de material interna y estableciendo la logística de trabajo con que será abordada la ejecución. Los Diseñadores son parte del apoyo tecnológico que otorgan las empresas proveedoras de moldajes metálicos en Chile.

Taller y Bodega de Moldaje

Con el equipamiento necesario para la clasificación, almacenamiento, control, entrega y recepción. Entre su gran cantidad de funciones se incluye el prearmado de moldajes para elementos como pilares, estanques, etc. apoyando de esta forma las labores de terreno.

El despacho a terreno se efectuará mediante una solicitud de material, emanada del capataz, facilitando de esta forma el control de las existencias.

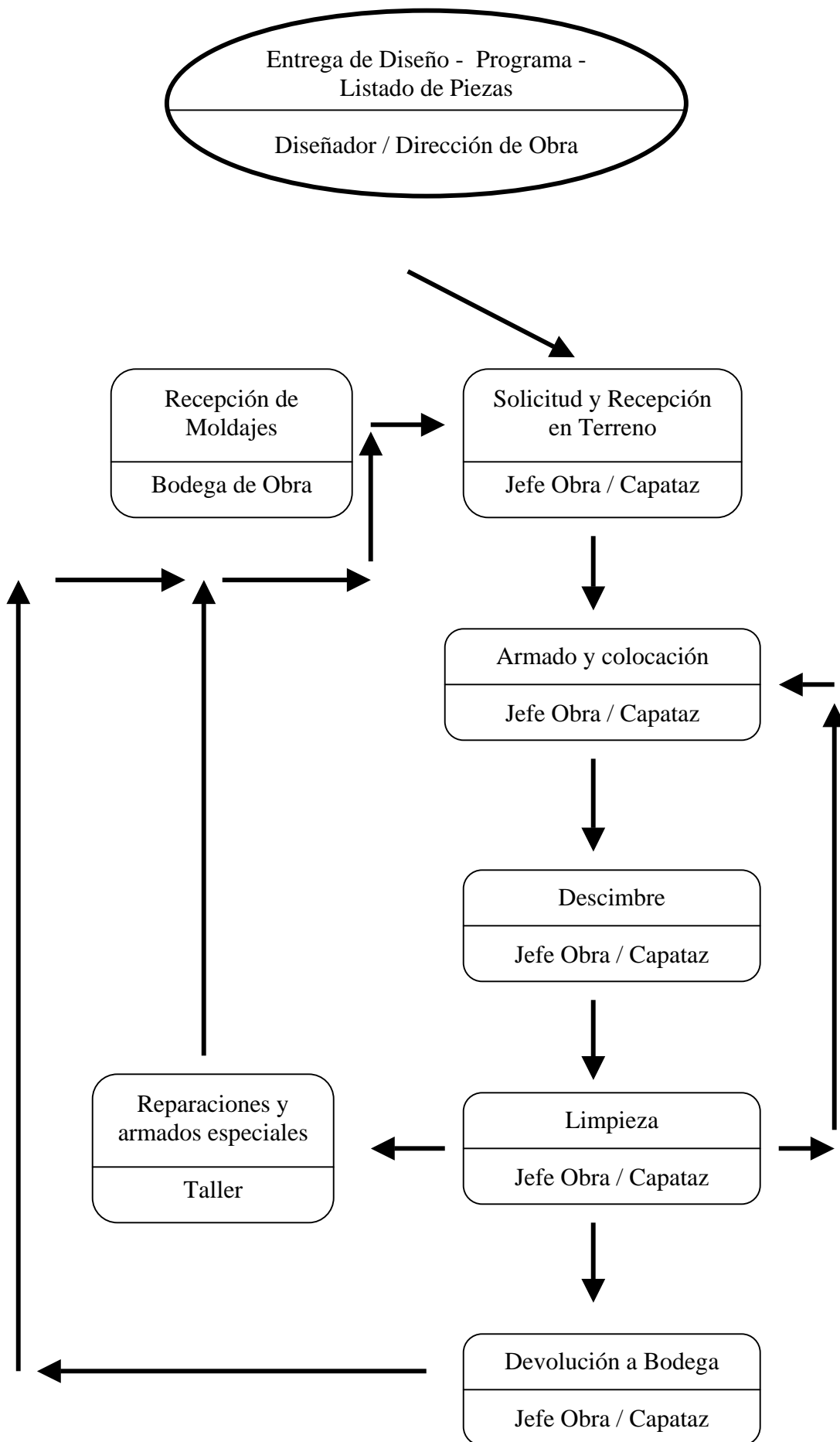
Se incluye además un taller de reparación misceláneo, con implementación y personal (soldador, carpintero) dedicado a la limpieza, reparación u recambio de elementos y placas en mal estado.

Ambos organismos deberán trabajar en forma sincronizada y para ellos deben contar con una estructura y funciones definidas, como por ejemplo:

1. Control de existencias y administrativo: Se encarga de generar las requisiciones y existencias en obra.
2. Transporte y manejo de equipos: Encargado de distribuir y gestionar el despacho a terreno de las solicitudes de equipo, además del movimiento a terreno también considera la distribución interna en bodega.
3. Control de egresos e ingresos de bodega: Mantiene una estrecha relación con el control administrativo ya que será una fuente de información permanente.

3.6 Secuencia de trabajo y movimiento interno de moldaje

Creado los organismos dedicados a la distribución y control del moldaje en terreno, se hace necesario establecer la secuencia de trabajo del equipo, un buen ejemplo se refleja en siguiente esquema:



Como es posible apreciar, el flujo considera el circuito del equipo desde que ingresa a faena, cuando inicia un ciclo de utilización, además incluye a los responsables de cada etapa.

La secuencia de trabajo deberá ser una actividad conocida y respetada por todos los involucrados, esto para asegurar que el resultado de la organización sea eficiente y efectivo.

3.7 Dirección de Obra

Uno de los mayores desafíos para todo profesional de la construcción surge en el instante que debe poner en práctica todo lo planificado, ya que deberá poner a prueba todas sus cualidades de líder dentro de un grupo de trabajo, tanto a un nivel profesional como con personal directo relacionado a las labores de terreno.

En una faena de edificación, la dirección de personal directivo resulta aún más compleja, debido al gran número de personas involucrado en las tareas.

Por tal motivo es que resulta imprescindible establecer una metodología de ejecución, la cual, debe estar basada fuertemente en el trabajo de equipo, involucrando de esta forma todo el personal en el logro de los objetivos establecidos por la empresa.

Una vez escogido el sistema de moldajes y el personal adecuado para la confección de los moldes, la próxima etapa será establecer una logística adecuada, que permita transformar el recurso en un sistema mecanizado con altos grados de especialización, logrando de esta forma los mejores rendimientos y los consiguientes ahorros en los costos de ejecución.

3.8 Logística de trabajo y uso de moldaje en obra

3.8.1 Ciclos de moldaje

Una forma de mejorar los rendimientos y optimizar el uso del recurso, es lograr que las faenas se realicen en forma cíclica, es decir, con una cierta, frecuencia, en forma repetitiva y con cuadrillas especializadas.

Para determinar el número de los ciclos en la ejecución del moldaje, el diseñador realizará un análisis detallado de la programación, definiendo la secuencia constructiva de la estructura; analiza la repetitividad de los elementos y ve la disponibilidad de recursos (mano de obra y moldaje).

Como resultado de este análisis el diseñador determina el número de ciclos dándole de esta forma la continuidad a las cuadrillas de carpintería y hormigón.

El uso repetitivo de un moldaje tiene dos variaciones, uso idéntico y uso similar:

- **Uso repetitivo idéntico:** Significa que tanto la configuración horizontal como la vertical de la modulación no cambia.
- **Uso repetitivo similar:** Es cuando solo una de las configuraciones modulares es idéntica.

3.8.2 Importancia del plano de diseño en el esquema direccional

Para lograr lo anterior, el equipo de diseño, tendrá por misión generar los **planos de diseño de moldaje** mediante la utilización de un software utilizado por la empresa proveedora.

La relevancia del plano de diseño, se puede resumir en dos puntos:

- Incluye un listado de las piezas y paneles requeridos para la ejecución del elemento. Este listado servirá para la generación del requerimiento efectivo de moldaje, llevándose un control por medio de una planilla electrónica de las existencias y el material diseminado en terreno. El enfoque principal de la utilización de este sistema apunta a controlar el traslado, uso y destino del moldaje dentro de la faena.
- Otra de las finalidades del plano de diseño es la de señalar claramente cuales son los tramos ciclos en los que se dividirá la estructura para ejecución e indicará si una vez descimbrada se utilizará el moldaje en la etapa siguiente.

Como norma toda confección de moldaje será ejecutada en forma estricta de acuerdo a los planos de diseño de moldaje, o en su defecto bajo la supervisión del equipo diseñador, evaluando soluciones alternativas o recurriendo al material disponible en el lugar para efecto de disminuir el tiempo de ejecución.

3.9 Criterio para la elección del moldaje en la ejecución

La utilización de los distintos sistemas de moldaje determinada los rendimientos esperados para cada elemento y el número de ciclos que sería ejecutado.

Los criterios para elegir tipo de moldaje a utilizar en la ejecución, pueden variar según las condiciones de la Empresa, sin embargo es útil destacar las siguientes:

- Dimensiones de elementos a moldear unitarias.
- Dimensiones de elementos a moldear totales.
- Maquinaria de apoyo.
- Análisis de piezas por metro cuadrado.
- Análisis de precios.

Un estudio de estos criterios, entrega importantes herramientas para la toma de decisiones, permitiendo optimizar el recurso al escoger el tipo más adecuado de moldaje para los requerimientos.

3.10 Cuidado del moldaje

Considerando que el recurso moldaje es un recurso caro y escaso es que se debe establecer normas mínimas en el manejo y cuidado del moldaje, las cuales son impartidas al personal con el fin de no provocarle daños que aumenten los costos y que alteren la continuidad normal del proyecto disminuyendo su vida útil.

Algunos de los aspectos que se deben considerar son:

- 1- Prohibición de perforar placas o realizar cualquier modificación en los paneles.
- 2- No se debe acopiar ningún material sobre los paneles.
- 3- Evitar en lo posible golpear las tuercas con martillo o algún elemento contundente que no sea la herramienta especial para dar el toque a la pieza.
- 4- Se debe evitar que el moldaje se golpee contra cualquier objeto o elemento.
- 5- Para izar los paneles se debe ocupar los ganchos proporcionado para tal efecto además se deben usar cordeles para dirigir la maniobra.
- 6- Al copiar paneles se debe usar siempre tacos de madera para separarlos y así evitar el contacto directo entre estos.
- 7- Siempre se debe tener los paneles y piezas más pequeñas en forma clasificada y ordenada.

- 8- En la limpieza y mantenimiento usar herramientas que no produzcan daños a la placa, bastidores y piezas
- 9- Realizar siempre una adecuada y prolija limpieza después de cada uso con el fin de remover todo el hormigón adherido que pudiese dañar el moldaje.
- 10- Siempre aplicar desmoldante después de cada uso.

CAPITULO IV
“Control y Evaluación de Resultados”

4.1 Generalidades

Se entiende como el control, al ejercicio de las acciones de evaluación, necesarias para detectar anomalías y defectos operativos, permitiendo de esta manera implantar en forma oportuna, las correcciones necesarias para asegurar el cumplimiento de lo previsto.

El control se encuentra íntimamente ligado a la planificación, siendo esta última la que proporciona la base de comparación o el estándar de análisis. La actividad debe constituir un proceso ordenado y riguroso de recolección de información; para ello, se debe definir el tipo de información y la forma en que será almacenada y procesada, facilitando de esta forma la obtención de curvas e índices comparables con el programa.

El análisis del moldaje, como recurso, plantea el control desde dos perspectivas, producción y costo de ejecución, ambos aspectos clave para la obtención de rentabilidad para la Empresa constructora.

Es motivo de este capítulo abordar estos temas planteando herramientas y conceptos que el lector debe conocer.

4.2 Análisis de producción en el tiempo

El análisis de la producción en el tiempo, constituye uno de los pilares en el desarrollo del control en una obra en construcción. Cuyo resultado final deberá medir el balance entre la obra ejecutada y mano de obra utilizada.

Como todo balance, este se basa en operaciones matemáticas, por lo tanto es necesario cimentar estos cálculos en bases concretas y universales, con el fin de no distorsionar la información obtenida.

Las bases para el manejo de la información se entregan a continuación:

- Establecer línea temporal que indique la unidad de tiempo en que se medirán los resultados (días, semanas, meses, etc.). La unidad temporal entregará también el período en que se espera la entrega de informes para la evaluación de resultados.
- Cada dato recopilado debe contar con su propia unidad de medida, en nuestro caso, el moldaje ejecutado se medirá en metros cuadrados y la mano de obra en horas hombre, ambas bajo el cuociente de la unidad temporal establecida con anterioridad (M2/semana, HH/día, etc.).

4.2.1 Concepto de factor de producción

Uno de los instrumentos utilizados para medir productividad corresponde al factor de producción, el cual se define como un índice estadístico, que compara por medio de un cuociente, la cantidad de horas productivas en la ejecución v/s la cantidad de horas vendida según presupuesto.

$$\text{Factor de Producción} = \frac{\text{Nº HH Gastadas}}{\text{Nº HH Vendidas}}$$

El uso eficiente de horas en la obra civil se ve altamente influenciado por la carpintería, esto se debe principalmente a que esta tiene menores rendimientos y en ella existen diferencia entre los factores que relacionan las distintas disciplinas

Desde un punto de vista macro un ahorro en esta, permitiría compensar un eventual mal índice en otra especialidad o dicho de otra manera, absorber mano de obra no involucrada en la colocación de moldaje.

Los datos requeridos en la ecuación, reflejan la comparación entre lo real y lo presupuestado por la empresa al momento de iniciar el proyecto.

- **Cantidad horas hombre gastadas**

Recopila las horas efectivas de producción, en otras palabras, la cantidad total de horas hombre reales por unidad de tiempo utilizado en la ejecución de una partida. En este aspecto se resalta la codificación universal sugerida a cada partida en el punto 2.4.1 del segundo capítulo, para el caso estas pasan a llamarse centros de costo convirtiéndose en la unidad básica que agrupará toda la información recopilada. Esta información se obtiene a partir del seguimiento establecido en terreno e involucra a Pasatiempos o directamente a Capataces.

- **Cantidad horas hombre vendidas**

Sirve de base de comparación e incluye los rendimientos establecidos en el presupuesto y la cantidad de obra ejecutada en la ecuación. La idea es pensar que por cada unidad de obra que fue vendida se asocia a una cantidad de tiempo de ejecución (rendimiento). Es precisamente lograr esta meta donde deben dirigirse todos los esfuerzos.

La cantidad se obtiene mediante una ecuación sencilla.

$$\text{Nº de HH Vendidas} = \text{Cant. Obra ejecutada} \times \text{Rend. de propuesta}$$

El cálculo se resume mediante el siguiente ejemplo que involucra la ejecución de moldaje de muro en un período de 6 días de 9 horas c/u.

Ejemplo:

Para la fabricación de 243 m² de moldaje, se presupuestó un rendimiento de 1,98 HH/m² ó 0,51 m²/HH; la realidad indica que se utilizó un total de 432 HH en la elaboración (6 días, 9 horas/día, 8 carpinteros), por lo tanto:

Horas vendidas: $243 \text{ m}^2 \times 1,98 \text{ HH/m}^2 = 481,14 \text{ HH}$

Horas gastadas: $432/481,14 = 0,898$

El resultado indica que ha existido un ahorro de un 10,2% en el gasto de Horas Hombre (carpinteros), aumentando la eficiencia del recurso traducido en una mejora en el rendimiento.

$1,98 \text{ HH/m}^2 \text{ ó } 0,51 \text{ m}^2/\text{HH} \longrightarrow 1,78 \text{ HH/m}^2 \text{ ó } 0,56 \text{ m}^2/\text{HH}$

El factor de Producción como concepto puede ser aplicado a cualquier tipo de contrato y resultará una herramienta para determinar la eficiencia alcanzada por la mano de obra, comparando el rendimiento presupuestado con el real obtenido en terreno.

4.2.2 Diferencia entre la eficiencia y producción óptima del recurso

Debido a la raíz conceptual del factor, es que para su análisis se necesita comprender la diferencia entre eficiencia de mano de obra y producción óptima o avance requerido. El primero de ellos considera el total de avance necesario para justificar una dotación de personal dada, mientras que la segunda busca el óptimo de mano de obra para ejecutar el avance establecido en programa.

Para hacer más claro el análisis se recomienda considerar los siguientes puntos:

- Un buen factor no indica un avance óptimo, más bien refleja la eficiencia de la mano de obra independiente al óptimo de recurso, dicho de otra forma, si la dotación de personal es deficiente pero se obtiene el rendimiento presupuestado entonces el índice será el adecuado.

FP < 1 Eficiencia mayor de la esperada.

FP = 1 Eficiencia igual a la programada.

FP > 1 Eficiencia menor a la esperada.

- Una de las finalidades del factor de producción, es justificar la contratación de personal adicional o al contrario detectar una dotación de personal mayor que la necesaria. Del mismo modo, detectar una baja en los rendimientos y exigir una mayor producción para mejorar el índice.

Ejemplo:

Dotación óptima de mano de obra: 9 Carpinteros.

Dotación deficiente: 6 Carpinteros.

Avance requerido: 243 m² de moldaje semana.

Avance logrado con dotación deficiente: 162 m² semana.

Rendimiento presupuestado: 1,98 HH/ m².

HH día: 9 horas.

Semana: 6 días.

a) Factor de producción con dotación de personal óptima

$$FP = \frac{\text{HH Gastadas}}{\text{HH Vendidas}} = \frac{9 \times 9 \times 6}{1,98 \times 243} = 1$$

FP = 1, rendimiento igual al programado con avance óptimo.

b) Factor de producción con dotación de personal deficiente.

$$FP = \frac{\text{HH Gastadas}}{\text{HH Vendidas}} = \frac{6 \times 9 \times 6}{1,98 \times 162} = 1$$

FP = 1, rendimiento igual al programado pero avance deficiente.

4.2.3 Creación de un sistema de recolección de información

De acuerdo al tipo de información a recopilar es posible establecer una estructura que ayude en esta tarea. Esta se dividirá en tres partes.

a) Informe diario de horas efectivas de ejecución

Recoge el gasto diario de horas hombre utilizadas en ejecución de las distintas partidas, asociándola a centros de costos implementados en la etapa de planificación. Esta labor debe ser encomendada a una sola persona, el cual será responsable de recopilar por cuadrilla la labor diaria y traspasarlas a una cartola única de registro.

b) Informe de avance semanal

El resumen semanal tendrá la misión de recopilar y procesar la información que aparece en los informes diarios.

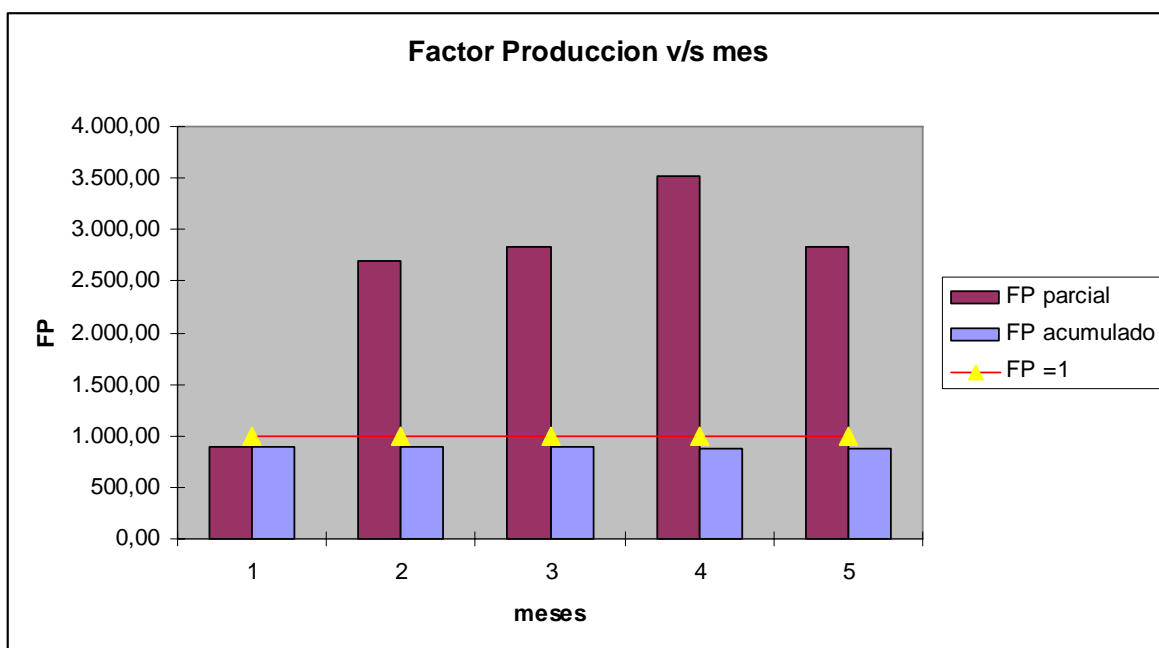
El enfoque general requerirá el cálculo de los factores parciales y acumulados. La primera detectará y emitirá una alerta primaria de falencias productivas, mientras que la segunda reflejará el resultado de las correcciones y medidas adoptadas a lo largo del proyecto.

Las fluctuaciones de FP finalmente serán plasmadas en una curva que ilustrará la eficiencia de la mano de obra a lo largo de la Obra.

4.2.4 Análisis del factor de producción a lo largo de la Obra.

Mediante un ejemplo de curva de eficiencia, se realizará un breve análisis al factor de producción, la fuente de estas curvas se encuentra en el cuadro siguiente, y muestra las variaciones de FP en un período de 5 meses tanto su variante parcial como acumulado.

| | | FP / meses | | | | |
|-----------|-------|------------|----------|----------|----------|----------|
| Rendim. | x | marzo | abril | mayo | junio | julio |
| HH/m2 | 1.000 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1,98 | 1.000 | 899,11 | 899,95 | | | |
| 1,98 | 1.000 | | 899,11 | | | |
| 1,98 | 1.000 | | 899,95 | 899,08 | | |
| 1,98 | 1.000 | | | 1.231,61 | | |
| 1,98 | 1.000 | | | 696,53 | 696,10 | |
| 1,98 | 1.000 | | | | 898,72 | |
| 1,98 | 1.000 | | | | 1.230,62 | |
| 1,98 | 1.000 | | | | 697,16 | 697,27 |
| 1,98 | 1.000 | | | | | 898,99 |
| 1,98 | 1.000 | | | | | 1.230,04 |
| parcial | | 899,11 | 2.699,01 | 2.827,22 | 3.522,59 | 2.826,30 |
| acumulado | 1.000 | 899,11 | 899,43 | 884,76 | 871,27 | 868,52 |



Uno de los supuestos en que esta basada la construcción de esta curva, fue la variación mensual de personal directo a través del tiempo siguiendo la tendencia de la programación de obra. El gráfico considera también una curva $FP = 1$ como eficiencia proyectada, la cual sirve de base de comparación a los valores reales obtenidos.

Una de las consideraciones a tomar, involucra el cálculo de FP acumulado a partir de varias partidas. Este no resulta del promedio aritmético de índices por partida, sino que a la operación ya conocida, pero considerando esta vez el cuociente entre la sumatoria total de HH gastadas acumuladas y la suma total de HH vendidas acumuladas.

$$FP_{\text{Acumulado}} = \frac{\Sigma \text{HH Gastadas Acumuladas}}{\Sigma \text{HH Vendidas Acumuladas}}$$

Es justamente la fluctuación de personal la que determinará la influencia de los parciales en el acumulado. Buenos o malos índices de FP en períodos de baja dotación, significan ahorros o gastos menores de horas producidas, sin embargo, no así en el momento peak, lo cual significa:

- Debido a la distribución gauseana del personal, en períodos de baja dotación, (ver mes 1 a 2), grandes variaciones parciales de FP no influyen significativamente en el acumulado.
- En cambio, en periodos de pequeñas variaciones parciales de FP, influye considerablemente en el acumulado (ver mes 2 a 3). Esto alerta la importancia de controlar la eficiencia del recurso en este período, asegurando un buen resultado final, ya que una mejora en el índice amplificaría el ahorro de horas hombre ante cualquier eventualidad negativa.

4.3 Análisis de costos de ejecución

4.3.1 Rotación mensual en faena

Uno de los parámetros fijados en la etapa de planificación para el control de los costos de obra, lo constituye la rotación mensual mínima exigida al sistema de moldaje implementado (usos / mes). Este índice, al igual que el factor de producción, medirá la eficiencia alcanzada por el equipo con respecto a la obra ejecutada.

La modalidad de cálculo utilizada para el control de este índice es idéntica al factor de producción, solo que esta vez la base de comparación, será la fijada en la etapa de planificación. La similitud existente entre ambos índices permite hacer válidos los resultados obtenidos en el análisis anterior,

principalmente en lo que concierne a la influencia de los parciales en el acumulado total de eficiencia.

Es nuevamente, el cuidado en el peak de producción el que asegura en gran medida el logro de las metas de eficiencia planificada. Esto replantea la idea de considerar la faena de devolución de moldaje como un factor de castigo para los costos, ya que el incumplimiento del programa, permitirá la existencia en terreno de equipo que no esta prestando ninguna utilidad, disminuyendo de esta forma el número de usos efectivos de cada metro cuadrado en faena.

CONCLUSIONES

A partir de las herramientas entregadas, es posible darse cuenta que no resultan pocas las consideraciones que deben ser tomadas, a partir de las metas empresariales establecidas al momento de la adjudicación de un proyecto de edificación. Por tal motivo, el cuadro general durante los capítulos precedentes, que posiciona al recurso moldaje como determinante para la obra civil, confirma y valida el objetivo de esta memoria y permite establecer las siguientes conclusiones particulares.

De la empresa

- La búsqueda de nuevos métodos administrativos, que resulten innovadores respecto al manejo de los recursos, deberá transformarse en una constante, adecuándose de esta forma a las nuevas exigencias de mercado. El estatus de una empresa estará determinado por su nivel de competitividad y rentabilidad, motivando de esta forma la entrega al cliente de una propuesta atractiva y que marque la diferencia, asegurando de esta forma la adjudicación del proyecto.
- La competitividad, debe estar orientada a la búsqueda de nuevos estilos de liderazgo, que resalte la importancia de la mano de obra directa y la tecnología en el logro de los objetivos. La importancia de la mano de obra, debe estar reflejada en la búsqueda de métodos que permitan calificar profesionalmente a los carpinteros, de modo que, la conjunción de estos y la tecnología de moldajes modulares logre su máximo potencial; dicho de otra manera, resulta infructuoso contar con los medios y no con el personal apropiado para la ejecución.

De la planificación

- La planificación deberá ser un trabajo concienzudo y riguroso, llevado a cabo por profesionales que conjuguen técnica y gestión. La identificación de todas las variables, permitirá generar una correcta base de comparación que facilite la toma de decisiones durante el transcurso del proyecto.

- El logro de un alto grado de rentabilidad para la empresa, dependerá en gran medida de la ambición y compromiso del administrador, además de su habilidad de prever contingencias que imposibiliten el logro de los objetivos.

Del moldaje

- Si bien es cierto, las nuevas tecnologías en moldajes modulares entregan una gran cantidad de ventajas, como son: la reducción de costos por eliminación del proceso de estucos, la recuperabilidad absoluta de sus elementos y el aumento considerable de la resistencia a las presiones de hormigonado; estas características se ven minimizadas ante la inadecuada manipulación y al incumplimiento de la secuencia de trabajo establecida, esto último se debe a la omisión en terreno de las normas para el cuidado del equipo y a la acumulación de moldaje sub-utilizado en las áreas de trabajo.
- Uno de los mayores problemas en terreno, lo constituye la sobreutilización de piezas de moldaje en todos los elementos ejecutados, aumentando la cantidad óptima de piezas por m² para las características del elemento y las condiciones de hormigonado. El uso de aplomes, elementos de rigidización y apoyos innecesarios, se vio disminuido a partir de la utilización del plano de diseño, logrando de este modo una baja en los costos al aumentar la eficiencia del moldaje.

Del Control

- El seguimiento periódico de los índices estadísticos de factor de producción y los usos críticos exigidos al moldaje, asegurando un oportuno replanteamiento de las prioridades, obteniendo así los niveles de eficiencia y eficacia exigidos tanto a la mano de obra como al equipo.

Algo que resaltar a raíz de estas conclusiones es que toda medida o iniciativa resulta poco fructífera si no se logra afiatar un equipo de trabajo en donde el logro de los objetivos sea una meta común que involucre el compromiso particular de cada uno de sus integrantes.

Anexo N° 1

“Volúmenes de Obra Proyectados”

| Obras | Moldajes (m2) | Hormigón (m3) |
|---------------------|----------------------|----------------------|
| Escuela Tte. Merino | 5.367 | 826 |
| Nuevo Liceo | 7.050 | 1.094 |
| Edificio Teja A-B | 3.102 | 530 |
| Edificio Teja C | 4.125 | 616 |

| Obras | Moldajes (m2) | Fletes (entrega y devolución) | Valor flete x m2 moldaje |
|---------------------|----------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| Escuela Tte. Merino | 5.367 | 4+4 | \$659 |
| Nuevo Liceo | 7.050 | 4+4 | \$511 |
| Edificio Teja A-B | 3.102 | 2+2 | \$580 |
| Edificio Teja C | 4.125 | 3+3 | \$655 |

BIBLIOGRAFIA

- “Enfoque Moderno de planeación y control de recursos”
Burbano Ruiz, 1992
- “Contabilidad de costos “
Ortega Pérez de León Armando, 1991.
- “Aplicar un criterio moderno a la toma de decisiones”
Folleto Novedades Expo Hormigón 2001.
- “Incidencia del moldaje en la Obra Civil”
Sigdokoppers, 1997.
- “Moldajes para Hormigón”
Revista Bic, Desarrollo Tecnológico en la Construcción, 2003.