

**XXXIX CONGRESO ARGENTINO DE PROFESORES
UNIVERSITARIOS DE COSTOS**

**La Medición del Grado de Avance en Procesos de Larga Duración
(El caso de la Construcción Naval)**

**Categoría propuesta: Comunicación de experiencias
profesionales**

**Autor:
Adrián Busetto (Socio Activo)**

Tucumán, Agosto de 2016

“Trabajo aprobado por la COMISIÓN TÉCNICA al solo efecto de ser publicado en los congresos del IAPUCO”

Índice

1. Resumen:	3
2. Introducción:	4
3. La Industria Naval:	4
4. Características de la industria Naval Pesada	5
5. El concepto de Grado de Avance	5
6. El Grado de Avance en la industria naval	7
7. El Grado de Avance Financiero	7
8. El Grado de Avance Económico	8
9. El Grado de Avance en Tiempo	10
10. Estructura de la planilla para medición del Grado de avance	10
11. Llenado de las planillas de medición de los Grados de avance	11
12. Integración de las planillas de Avance	12
13. Ejemplo de aplicación	13
14. Comparación de las ponderaciones	16
15. Evolución de los distintos grados de avance	17
16. Indicadores para el seguimiento de la obra	19
17. Conclusiones	21
18. Bibliografía	21

La Medición del Grado de Avance en Procesos de Larga Duración (El caso de la Construcción Naval)

Categoría propuesta: Comunicación de experiencias profesionales

1. Resumen:

La gestión de Costos e Ingresos presenta singularidades en los contratos de larga duración.

Un caso particular de contratos de larga duración, se da en la industria naval, donde el proceso productivo de construcción de un artefacto naval conlleva meses de obra (e incluso años, dependiendo de la complejidad del mismo).

Una variable clave para los análisis de gestión es la determinación del grado de avance de la obra.

Al mencionado concepto se le suelen dar distintas acepciones, según el objeto para el cual se lo utilice. Es así, que el grado de avance puede ser requerido como:

- Pauta contractual para establecer el flujo de pago que compense las erogaciones de un proyecto.
- Pauta de medición del esfuerzo productivo que sirva de base para el devengamiento de los costos e ingresos.
- Pauta del tiempo de ejecución de la obra y plazo pendiente para su culminación.

El presente trabajo muestra las distintas acepciones y objetivos de utilización del concepto del grado de avance en los procesos de construcción naval.

2. Introducción:

A principios del año 2008 fui convocado para conformar el área de Costos y Gestión en un astillero dedicado a reparaciones y construcciones navales. Cuando ingresé, se estaba desarrollando un proyecto de construcción de barcasas, de reciente inicio.

Mi primer objetivo, fue conocer al detalle los procesos involucrados en las dos áreas de actividad del Astillero. Para ello, caminé durante un tiempo las áreas productivas del mismo, contactándome con operarios y jefes de secciones en pos de conocer los detalles de las distintas acciones productivas (recursos involucrados, objetivos productivos, tiempos, etc.).

Para complementar, busque bibliografía específica relacionada a la parte productiva y administrativa de este tipo de proyectos. Me encontré con que hay poco escrito sobre costos y gestión relacionados a la industria naval. Incluso a nivel mundial se observa la carencia de un gran desarrollo en la temática, limitándose a trabajos presentados en congresos, y un par de libros referidos a la gestión de costos en astilleros.

En los primeros informes que realicé para los procesos de construcción, entre otras problemáticas, me “choque” con el concepto de “grado de avance”, que tal vez, había sido soslayado en mi base conceptual. Sin embargo, se tornó preponderante para los análisis de gestión que posteriormente fuimos realizando. El trabajo pretende compartir la experiencia profesional, referida a las distintas acepciones y usos de este concepto.

Para entender los rasgos significativos de la industria naval, haremos una breve caracterización de la misma y particularmente de la sub-rama “Pesada”.

3. La Industria Naval:

La Industria Naval es una de las ramas metalmeccánicas dedicadas a la producción de bienes de capital. Encargada de la Construcción, reparación, y transformación de medios de transporte por agua. La unidad productiva se conoce con el nombre de astillero, y puede dedicarse a la construcción de embarcaciones, reparación o a ambas tareas en forma paralela.

Esta actividad puede dividirse en dos grandes ramas productivas:

- **Industria Naval Pesada:**
 - Se dedica a Producir, reparar y transformar bienes de Capital destinados a otros sectores productivos (empresas de logística marítima, petroleras, pesquera, etc.).
 - La fabricación se realiza bajo requerimientos específicos del cliente (armador).
 - Utilización como material básico el acero naval, aluminio.
 - Los objetivos productivos consisten en la reparación, transformación o construcción de: Buques graneleros, Petroleros, pesqueros, portacontenedores, remolcadores, de defensa, etc.
- **Industria Naval Liviana:**
 - Productora de embarcaciones menores, en general para recreo y esparcimiento, destinada a consumidores finales.

- Fabricación predominantemente en materiales livianos (madera, aluminio, plástico, etc.)
- Los objetivos productivos consisten en la reparación y construcción de lanchas, veleros, botes, canoas, embarcaciones de pesca deportiva.

Centraremos el análisis, en el sector de construcción de la industria naval pesada, aunque en igual medida, las conclusiones podrían ser utilizadas para la construcción dentro de la rama de la industria naval liviana.

4. Características de la industria Naval Pesada

El establecimiento productivo típico es el astillero, dotado con medios de halaje y botadura, e instalaciones adecuadas donde se construye el casco y se montan distintos componentes.

Muchos de los componentes son a su vez bienes de capital provistos por otras ramas de la industria (motores, generadores eléctricos, grúas, radares, etc.). Tanto la construcción como la reparación de embarcaciones se apoyan en la industria naval-partista que provee de bienes e insumos, así como servicios.

El buque es un producto singular cuyas especificaciones son definidas por el armador ordenante y el astillero. En su diseño se debe cumplir con ciertos requerimientos de acuerdo a reglamentación de las sociedades de clasificación y organismos de habilitación para navegar (Prefectura Naval en Argentina).

Si bien se trabaja por pedidos particulares, puede darse la producción seriada. Cada orden de construcción es un proyecto particular que debe ser gestionado. Incluso en el caso de la producción seriada se suele trabajar por proyectos para todo el lote de productos encargados.

Cada proyecto de construcción es novedoso. No hay dos proyectos iguales, lo que dificulta las estimaciones de recursos involucrados para la estimación de costos, y los parámetros de comparación para determinar una eficiencia productiva. En el mismo sentido, los procesos presupuestarios suelen ser trabajados, ya que cada proyecto requiere un análisis particular, distinto a otros anteriores.

Un buque es un bien de alto valor unitario cuya construcción demanda lapsos por lo general más prolongados que el de otros bienes de capital. Una barcaza (artefacto naval para carga y sin propulsión propia) puede demandar entre 3 a 6 meses de construcción, mientras que un buque de gran porte, con propulsión y sistemas de navegación completos, puede demandar de 3 a 5 años, de lapso de construcción.

En muchos casos el bien producido tiene más valor que la estructura puesta a disposición para su elaboración (es decir el valor de los bienes de uso del astillero).

5. El concepto de Grado de Avance

El grado de avance trata de medir el esfuerzo productivo de las unidades que quedan en proceso al inicio y fin del periodo.

En los proyectos de construcción naval, como en cualquier proceso de larga duración, se torna muy importante este concepto. Nos encontramos ante el mismo objetivo productivo, que se encuentra en proceso al inicio y al final del periodo, pero con distinto porcentaje de ejecución de sus trabajos. En contraposición, en los procesos de breve duración, la mayoría de la producción se encuentra terminada, encontrando un pequeño porcentaje sin terminar a fin de periodo.

Una incorrecta determinación del grado de avance genera un impacto mucho mayor sobre la producción efectiva del periodo en los procesos de larga duración. Para clarificar el efecto presentamos un ejemplo:

Proceso productivo de breve duración:

Supongamos una carpintería que hace sillas y tiene una capacidad de procesamiento de 12 sillas diarias en sus 3 acciones productivas (Corte, ensamble y pintado). El proceso de corte y ensamble lleva un día de trabajo, y el de pintado un día adicional.

Se inicia el periodo sin producción en proceso.

Durante el mes se iniciaron y terminaron 288 sillas, quedando 12 sillas cortadas y ensambladas (sin pintar).

Proceso productivo de larga duración:

Supongamos un astillero que fabrica barcazas, a razón de 1 cada 6 meses.

Se inicia el periodo sin producción en proceso.

Durante el primer mes se iniciaron tareas para la producción de la primera barcaza a producir. A fin de mes queda la barcaza iniciada en proceso de producción.

Estado de las unidades procesadas:

Procesos Productivos	Breve Duración	Larga Duración
Unidades terminadas	288 Sillas/Mes	0,00 Barcaza/Mes
E.Final Prod en Proceso	12 Sillas/Mes	1,00 Barcaza/Mes
E.Inicial Prod en Proceso	0 Sillas/Mes	0,00 Barcaza/Mes

Estimación del grado de avance de las unidades en proceso al cierre del periodo

Procesos Productivos	Breve Duración	Larga Duración
Grado Avance EF P en P	0,6	0,166666667

Producción Efectiva del periodo (esfuerzo productivo medido en unidades físicas)

Procesos Productivos	Breve Duración	Larga Duración
Unidades terminadas	288 Sillas/Mes	0,00 Barcaza/Mes
E.Final P en P. Unidades Eq.	7 Sillas/Mes	0,17 Barcaza/Mes
Producción efectiva periodo	295 Sillas/Mes	0,17 Barcaza/Mes

Supongamos que el grado de avance fue estimado por defecto, siendo en la realidad un 50% más. Es decir que el grado de avance correcto debería haber sido:

Procesos Productivos	Breve Duración	Larga Duración
Grado Avance EF P en P	0,9	0,25

Recalculo de la Producción Efectiva del periodo (esfuerzo prod. en unidades físicas)

Procesos Productivos	Breve Duración	Larga Duración
Unidades terminadas	288 Sillas/Mes	0,00 Barcaza/Mes
E.Final P en P. Unidades Eq.	11 Sillas/Mes	0,25 Barcaza/Mes
Producción efectiva periodo	299 Sillas/Mes	0,25 Barcaza/Mes

El error en la producción efectivo por subestimar el grado de avance, tiene un efecto en la producción efectiva mucho mayor en el proceso de larga duración, ya que todo se encuentra en proceso, por lo que el impacto es total.

Procesos Productivos	Breve Duración	Larga Duración
% de error en la Prod Efectiva	1,22%	50,00%

6. El Grado de Avance en la industria naval

El concepto de grado de avance se utiliza en la industria naval con distintas acepciones, de acuerdo a los distintos objetivos de uso para el término.

Es así, que podemos identificar los siguientes significados:

- Aceptación Financiera: Se utiliza como pauta contractual para establecer el flujo de pago que compense las erogaciones de un proyecto.
- Aceptación Económica: Se utiliza como pauta de medición del esfuerzo productivo que sirva de base para el devengamiento de los costos e ingresos.
- Aceptación Temporal: Se utiliza como pauta del tiempo de ejecución de la obra y plazo pendiente para su culminación.

Según la acepción utilizada, dará distinto el porcentaje particular para medirlo. Por ejemplo; para un proyecto de construcción previsto en 12 meses puede ocurrir que a la finalización del 6to mes nos encontremos que:

- Se han comprometido el 65% de todas las erogaciones que conllevará el proyecto. Se han emitido todas las órdenes de compra de materiales que utilizará el proyecto, y se ha ejecutado un porcentaje de tareas de las distintas acciones productivas.
- Se deberían haber devengado el 46% de los costos del proyecto de acuerdo al grado de ejecución de las distintas tareas que consumen recursos.
- El porcentaje ponderado de culminación de tareas productivas asciende al 40%. Este dato tiene que ver con el grado de ejecución de tareas que componen el camino crítico del proyecto, el cual nos da un indicio, si el proyecto podrá ser culminado en los plazos previstos.

Las distintas acepciones analizadas apuntan a responder preguntas que hacen a variables clave de la gestión de un proyecto:

- ¿Cuáles son los fondos que necesitamos cobrar para asumir los compromisos financieros?
- ¿Cuánto son los recursos consumidos en el proyecto? ¿Cuánto gastaremos realmente al finalizar? ¿Cuál será el resultado económico real?
- El proyecto; ¿se está ejecutando en los plazos previstos? ¿En qué fecha se terminará? ¿Cumpliremos con los plazos comprometidos de entrega?

7. El Grado de Avance Financiero

Una de las características de la construcción naval es que los bienes producidos pueden tener mayor valor que la infraestructura del astillero constructor.

En general, el astillero no cuenta con el capital de trabajo necesario para solventar el proceso de construcción, siendo el armador (cliente) quien debe financiarlo. Es por esto que en los contratos de construcción se suelen pactar pagos periódicos (en general mensuales) en función del “grado de avance de la obra”. Este “grado de avance” indica el porcentaje de erogaciones que ya ha asumido el astillero constructor a fin de cada periodo. Por ejemplo: el primer mes de proyecto el astillero compromete la compra del acero (material básico para la construcción) por lo que, a fin de mes, certifica el 100% de este ítem.

A través de la mencionada acepción, se busca contar con los fondos para afrontar los pagos, de tal manera de no quedar descalzado financieramente. A lo sumo, el astillero afrontará una financiación de las erogaciones realizadas durante el mes, hasta la fecha en que el cliente efectivice el pago, luego de la certificación mensual de avance.

La medición de este tipo de avance suele hacerse a través de una planilla prestablecida con ponderaciones para cada ítem, que forma parte del contrato de construcción. A fin de mes se completa de manera consensuada con el cliente, quien firma prestando conformidad y habilita la facturación del porcentaje certificado, del total del contrato. Es por esto, que también se lo suele conocer en la actividad como “avance para el Armador”.

La planilla consta en una tabla de doble entrada, donde se detallan los ítems medibles (en general consisten en las diversas etapas identificables en que se desglosa el proceso de construcción). Cada ítem tiene su propio grado de avance y una ponderación que indica, el porcentaje de erogaciones sobre el total de erogaciones del proyecto. La sumatoria de los avances ponderados de cada ítem conforman el avance medido a fin de cada periodo.

El grado de avance particular de cada ítem se completa siempre, con la lógica de compromiso de pago. Es así que:

- En el caso de los ítems que se refieren a costo de materiales se certifican al momento de emisión de la orden de compra, independiente del periodo en que se consumen. Esto suponiendo que el compromiso de compra, implica un pronto compromiso de pago.
- En el caso de ítems que tienen que ver con la ejecución de las diversas acciones productivas, se certifican de acuerdo al grado de culminación de la tarea (medido en una unidad física representativa). Si el pintado de toda la barcaza representa 6000 metros cuadrados de superficie, y a fin de periodo se pintaron 4000 metros cuadrados, la certificación será del 66,66% de avance. En este caso se supone que los pagos al personal propio, o subcontratado que efectúa la tarea, está en línea con el porcentaje de cumplimiento de la misma.

8. El Grado de Avance Económico

Al concebir un proyecto de construcción naval, se realiza un gradual y minucioso análisis de costos, a los efectos que sirva de base para la fijación del precio a cotizar (dentro de los parámetros que habilita el mercado), y determinar un resultado esperado.

Una vez ejecutado y terminado el proyecto, se conocerá el resultado que arrojó, pudiendo analizar las causas de los desvíos contra el presupuesto original.

El análisis final, podría constituir la “autopsia” del proyecto (o incluso del astillero), en caso de haber ocurrido grandes aumentos de costos no previstos, sin posibilidad de tomar acciones correctivas. Es por esto, que a la gerencia del astillero le interesa conocer periódicamente, si el proyecto está arrojando el resultado presupuestado. El objetivo es detectar potenciales desvíos presupuestarios, analizar las causas de los mismos, y así poder modificar el destino de la construcción.

Cuanto antes sean detectados los aumentos de costos ejecutados, más posibilidades hay de implementar acciones correctivas para encauzar el rumbo. Muchas veces no se logra alcanzar el objetivo presupuestario, pero sí minimizar la magnitud del desvío.

Los desvíos de un ítem pueden originarse en:

- Utilización de mayor cantidad de factores productivos a los presupuestados.
- Mayores precios de los factores.

Las causas pueden ser varias, entre las que podemos enumerar:

- Desvíos en la cantidad de factores por:
 - trabajar con un presupuesto muy optimista con respecto a la eficiencia a alcanzar en las diversas acciones productivas.
 - ser ineficiente en la ejecución de las diversas acciones productivas, por falta de capacitación, programación, etc.
- Desvíos en precios de factores originados en el disímil poder negociador del astillero con sus proveedores, y/o urgencias en los procesos de contratación.
- Desvíos en precios y cantidad de factores por extensión del plazo de la obra.

Para analizar el potencial desvío de un ítem durante la ejecución del mismo (y antes de su conclusión, para poder cambiar su rumbo) se pueden realizar dos análisis:

- I. Comparar el costo presupuestado (“Presupuesto Base cero”) para el ítem, con el costo re-presupuestado a final.
Este costo re-presupuestado surge de analizar los costos ya ejecutados, los precios, y el “avance” del mismo; determinando un ratio de eficiencia alcanzado. Esto sirve como base para reestimar los costos pendientes, en función del “avance no ejecutado”.
Este análisis nos informa, del desvío que tendremos al concluir la ejecución del ítem en caso de no tomar acciones correctivas.
- II. Comparar el costo presupuestado (“Presupuesto Base Cero”) ponderado por el “grado de avance del ítem”, con el costo ejecutado.
Este análisis nos informa del desvío que tenemos a la fecha.

En cualquiera de los enfoques, una información imprescindible es el grado de avance de cada una de las acciones productivas, y del total del proyecto.

Para la medición del avance económico de los procesos, se utiliza una planilla similar a la anterior, diferenciándose en:

- La ponderación de los ítems se hace en función del volumen de costos sobre el volumen total de costos de la obra.
- Para determinar el porcentaje de conclusión de cada tarea se utiliza el concepto económico de % de recursos sacrificados y/o objetivos productivos obtenidos.
En general las diferencias se dan en los materiales, que, bajo este concepto, se considera avance al % de materiales consumidos sobre el total de lo que se debe consumir, mientras que en el concepto financiero se utiliza el % de egresos a pagar sobre el total de egresos.

El avance económico total del proyecto se utiliza para devengar proporcionalmente los ingresos. De esta manera se lograría una buena correlación entre ventas y costos, reconociéndose gradualmente el resultado en función de la proporción de ejecución.

9. El Grado de Avance en Tiempo

Otra información importante para el gerenciamiento del proyecto, es conocer si el mismo terminará en los plazos previstos.

La demora en la culminación puede generar: sobrecostos por extensión del plazo, multas por entrega tardía al cliente, pérdida de nuevos proyectos por falta de disponibilidad de gradas para nuevos inicios, etc.

Esta información debería ser generada por el área planificación del astillero, a partir del armado del cronograma de trabajos, con análisis de superposición de las tareas, recursos con los que se dispondrá y determinación del camino crítico del proyecto. En general suele utilizarse un software (Project) que permite medir los tiempos estimados y reales, recursos involucrados, demoras en el camino crítico, plazo de culminación comprometido y real del proyecto.

Sin embargo, esta valiosa información no siempre suele mantenerse actualizada, porque no se llegan a volcar los desvíos en la ejecución de los trabajos, y actualización del camino crítico.

En otras oportunidades, el área de planificación (dependiente de producción), suele buscar el “momento adecuado”, utilizando los argumentos “correctos”, para comunicar desvíos en los plazos de ejecución (los cuales no coinciden con los periodos en que realmente se generan, sino con los momentos en que “conviene” comunicar). Esto acarrea los riesgos de bloquear la posibilidad de tomar decisiones oportunas para realizar potenciales correcciones, o informar desvíos presupuestarios en tiempo.

Para complementar la información que suministra planificación, tratando de tener una herramienta que la convalide (aún de manera aproximada), se suele utilizar una tercera planilla con la intención de obtener información sobre el “avance en tiempo” transcurrido en el proyecto y la proyección de plazos a final.

A partir de esta planilla se pueden obtener avances periódicos, que permiten estimar con una tendencia, el plazo de culminación del mismo, pudiendo ser comparado con la fecha de culminación contractual.

10. Estructura de la planilla para medición del Grado de avance

Cualquiera sea el concepto de avance que se utilice, la estructura de la planilla es la misma. Hay una fila para cada ítem de obra, que representa los principales materiales o acciones productivas medibles independientemente.

Datos para el armado de la planilla de avance (previo al inicio de la obra):

- Rubro – Descripción: Se determinan los ítems de medición de avance, los cuales estarán dados por las principales acciones productivas, y los principales materiales utilizados en el proceso de construcción.

- Unidad de Medida: Para cada ítem se determina una unidad física representativa, que facilite la medición del avance del mismo.
- Cantidad Presupuestada: Se establece la cantidad de unidades físicas totales que completan el ítem.
Las unidades físicas que hay que completar para culminar con el ítem serán las mismas cualquiera sea el criterio de medición del avance, lo que cambia es la ponderación.
Trabajando con el criterio económico o financiero siempre hablaremos de 500.000 kg de acero, simplemente que en el financiero hacemos referencia al momento de compra, y en el económico al momento de consumo.
- Ponderación del ítem: Se realiza la ponderación de cada ítem sobre el total del proyecto.
Esta ponderación es lo que cambia, según el criterio de medición de avance que se adopte (financiero, económico, o en tiempo).

ITEM	Rubro	DESCRIPCION	Presupuesto		Real			
			Cantidad Presup.	Unidad Medida	Cantidad Ejecutada	Avance del Item	Ponderación del Item	Avance total
1	Material	Provisión de Acero	500.000	Acero Bruto Comp.		0%	40,00%	0,00%
2	Comprado	Provisión Pintura	2.500	Litros Comprados		0%	4,25%	0,00%
3	C.Conversión	Corte de Chapas	500.000	Kg a Cortar		0%	5,00%	0,00%
4		Armado Paneles Planos	300.000	Kg Panel Plano		0%	6,00%	0,00%
5		Construcción de Bloques	425.000	Kg Netos Procesados		0%	22,00%	0,00%
6		Montaje de Bloques	425.000	Kg a Montar		0%	18,00%	0,00%
7		Pintado	6.000	Mts2		0%	4,00%	0,00%
8		Botadura	1	Botadura		0%	0,75%	0,00%
							100,00%	0,00%

Criterios para establecer la ponderación, según los conceptos de avance:

- Avance financiero: la ponderación del ítem tiene que ver con los egresos que representa el ítem sobre el total de egresos que generará el proyecto. Si un ítem implica pagos por \$ 100.000 y el total de egresos del proyecto es de \$ 1.000.000, el peso del ítem será de un 10%.
- Avance Económico: la ponderación del ítem tiene que ver con los costos del mismo sobre el total de costos del proyecto.
- Avance en tiempo: En este caso, la ponderación surge del porcentaje de tiempo que consume la tarea sobre el total de tiempo del proyecto.
Una tarea que demora 1 mes para un proyecto de 5 meses, tendrá una ponderación del 20% en el tiempo del proyecto.
Los ítems representativos en tiempo son, las acciones productivas que realizan el proceso de transformación. Los materiales en general no tienen ninguna ponderación en este criterio, ya que tanto la compra como el consumo representan hitos poco significativos en tiempo.

11. Llenado de las planillas de medición de los Grados de avance

Se completa a fin de cada periodo de análisis (en general el mes) con los siguientes datos:

- Cantidad ejecutada: Cantidad de unidades físicas completada para cada ítem, al final de cada periodo.
En el criterio financiero, el ítem se encontrará al 100% cuando se realice la compra de los 500.000 kg de acero. En el criterio económico, el ítem se encontrará al 100%, posteriormente, cuando se consuma todo el acero comprado.

- Avance del Ítem: Es un cálculo automático que surge de hacer el cociente entre cantidad de unidades físicas ejecutadas sobre cantidad total de unidades físicas presupuestadas para el ítem.
- Avance Total: Surge de hacer la sumatoria del avance particular de cada ítem por la ponderación del mismo.

ITEM	Rubro	DESCRIPCION	Presupuesto		Real			
			Cantidad Presup.	Unidad Medida	Cantidad Ejecutada	Avance del Item	Ponderación del Item	Avance total
1	Material	Provisión de Acero	500.000	Acero Bruto Comp.	500.000	100%	40,00%	40,00%
2	Comprado	Provisión Pintura	2.500	Litros Comprados	2.500	100%	4,25%	4,25%
3	C. Conversión	Corte de Chapas	500.000	Kg a Cortar	400.000	80%	5,00%	4,00%
4		Armado Paneles Planos	300.000	Kg Panel Plano	180.000	60%	6,00%	3,60%
5		Construcción de Bloques	425.000	Kg Netos Procesados	120.000	28%	22,00%	6,21%
6		Montaje de Bloques	425.000	Kg a Montar	0	0%	18,00%	0,00%
7		Pintado	6.000	Mts2	0	0%	4,00%	0,00%
8		Botadura	1	Botadura	0,0	0%	0,75%	0,00%
							100,00%	58,06%

Para el avance total del proyecto (en cualquiera de los criterios de medición) aplicamos la siguiente formula:

$$Avance\ Total\ del\ Proyecto = \sum_{t=1}^n \% POND. \times Avance\ del\ Item$$

Siendo:

- n = número total de ítems medibles.
- $Avance\ del\ Item = \frac{Cantidad\ de\ unidades\ Físicas\ ejecutadas\ a\ fin\ de\ periodo}{Cantidad\ de\ unidades\ físicas\ Presupuestadas\ para\ el\ item}$
- $\sum_{t=1}^n \% POND. = 100\%$

12. Integración de las planillas de Avance

Considerando la multiplicidad de información que se debe generar en un proyecto, se planificó realizar las 3 planillas integradas, de tal manera de disminuir al mínimo la carga de datos.

El responsable de planificación, completa los avances en la planilla de avance financiero, que acuerda con el representante del armador.

Como explicamos en el punto anterior se completa el avance de cada ítem, determinando la cantidad de unidades física cumplimentadas a fin de periodo de certificación. Por ejemplo; si la tarea total de paneles planos incluye unir 200 chapas de 1,5 toneladas de acero, a fin de periodo se debe relevar cuantas chapas fueron unidas. A partir del control de los registros y revisión física, se determina que fueron soldadas 120 chapas, por lo que se podrá concluir que el avance es del 60%.

A partir de la carga del avance de los distintos ítems en que se desagregó el proceso de construcción en la planilla de avance financiero, los mismos se replican en la

planilla de avance económico y de tiempo. Esto ocurre para todos los ítems referidos al trabajo (o costos de conversión).

Para los ítems representativo del material, se justifica una carga particular en cada planilla ya que surge la disparidad de criterios en la determinación de cómo medir el avance:

- Planilla financiera: Se certifican el grado de avance según la cantidad de unidades físicas compradas (que hacen al inmediato compromiso financiero).
- Planilla económica: Se certifica el grado de avance según la cantidad de unidades físicas consumidas (que hacen al sacrificio económico del recurso material).
- Planilla de avance en tiempo: Es indiferente como se mida el avance, ya que la ponderación de los ítems que hacen al material, en general tienen cero ponderación en el avance en tiempo. Esto se debe a que general el consumo de material representan hitos, que no son representativos en tiempo, no afectando el camino crítico del proyecto.

13. Ejemplo de aplicación

Se presenta un ejemplo a los efectos de analizar la confección e integración de las diversas planillas.

Se aclara que los datos consignados no son reales y los ítems de avance (tanto de materiales, como acciones productivas) se encuentran extremadamente simplificados a los efectos de entender didácticamente el funcionamiento del proceso. Una planilla real puede llegar a tener 50 ítems distintos e incluso desagregación en subítems para facilitar la medición de los avances.

Se presenta la certificación a final del 4to. mes, de un proyecto de 10 meses.

I. Avance Financiero (Avance para el Armador)

ITEM	Rubro	DESCRIPCION	Presupuesto		Real			
			Cantidad Presup.	Unidad Medida	Cantidad Ejecutada	Avance del Item	Ponderación del Item	Avance total
1	Material	Provisión de Acero	500.000	Acero Bruto Comp.	500.000	100%	40,00%	40,00%
2	Comprado	Provisión Pintura	2.500	Litros Comprados	2.500	100%	4,25%	4,25%
3	C. Conversión	Corte de Chapas	500.000	Kg a Cortar	400.000	80%	5,00%	4,00%
4		Armado Paneles Planos	300.000	Kg Panel Plano	180.000	60%	6,00%	3,60%
5		Construcción de Bloques	425.000	Kg Netos Procesados	120.000	28%	22,00%	6,21%
6		Montaje de Bloques	425.000	Kg a Montar	0	0%	18,00%	0,00%
7		Pintado	6.000	Mts2	0	0%	4,00%	0,00%
8		Botadura	1	Botadura	0,0	0%	0,75%	0,00%
							100,00%	58,06%

Se llenará el avance de cada ítem, según el concepto de erogación de recursos:

1. Provisión de acero: Hasta fin de este periodo de certificación, ya se ha comprado el 100% del acero requerido para el proyecto, y se ha recepcionado y pagado.
2. Provisión de Pintura: También se ha emitido la orden de compra (y pagado) del 100% de la pintura necesaria para el proyecto.
3. Corte de chapa: Se cortaron 400.000 kg de acero, representativos del 80% de todo el acero a cortar.
4. Armado de paneles planos: Se unieron paneles de chapas, que de acuerdo a peso específico suman 180.000 kg. Considerando que los kg. totales a unir

mediante paneles planos ascienden a 300.000 kg, el avance del ítem representa el 60%.

5. Construcción de Bloques: Se comenzó con el ensamble de bloques, habiéndose procesado 120.000 kg de acero de los 425.000 kg que se deben construir en el proyecto. Esto representa un avance del ítem del 28%.
6. Montaje de Bloques: No se comenzó con la tarea de montaje por lo que el avance se encuentra al 0%.
7. Pintado: Esta tarea tampoco fue comenzada, ya que se necesita haber concluido la etapa productiva anterior para comenzar con la misma. Se encuentra al 0% de avance.
8. Botadura: Es la última acción productiva. Incluye el corrimiento al dispositivo, preparación, botadura y amarra en muelle. Se necesita terminar todas las acciones productivas previas.

De acuerdo a la ponderación "financiera" de cada ítem, la obra se encuentra al 58,06% de avance. La diferencia con el avance certificado en el periodo anterior, será el porcentaje habilitado a facturar sobre el monto total del contrato.

- $\% \text{ Fact P. "X"} = \text{Porcentaje a Facturar Periodo "X"}$
- $\% \text{ Av. P. "X"} = \text{Porcentaje de Avance a fin de Periodo "X"}$
- $\% \text{ Av. P. "X-1"} = \text{Porcentaje de Avance a fin de Periodo "X-1"}$
- $\% \text{ Fact P. "X"} = \% \text{ Av. P. "X"} - \% \text{ Av. P. "X-1"}$

Monto a Facturar a fin de periodo "X" (sin cláusula de ajuste):

- $\text{Monto a Facturar} = \text{Monto Neto Contrato} \times \% \text{ a Fact. P. "X"}$

Si el contrato prevé cláusula de ajuste¹ en función de algún índice, el monto a Facturar a fin de periodo "X":

- $\text{Monto a Facturar} = \text{Monto Neto Contrato} \times \% \text{ a Fact. P. "X"} \times \text{Indice Ajuste}$

II. Avance Económico (Avance en Costos)

¹ El presente trabajo no pretende analizar los distintos mecanismos de ajuste que pueden ser utilizados para actualizar el valor del contrato, donde podemos encontrar diversas variables de aplicación:

- Índice simple en función de una variable representativa del cambio en el poder adquisitivo de la moneda.
- Fórmula polinómica conformada por diversas variables, con distinto peso relativo.

ITEM	Rubro	DESCRIPCION	Presupuesto		Real			
			Cantidad Presup.	Unidad Medida	Cantidad Ejecutada	Avance del Item	Ponderación del Item	Avance total
1	Material	Consumo de Acero	500.000	Acero Bruto Consumido	400.000	80%	36,00%	28,80%
2	Consumido	Consumo de Pintura	2.500	Litros Consumidos	0	0%	3,00%	0,00%
3	C. Conversión	Corte de Chapas	500.000	Kg a Cortar	400.000	80%	4,50%	3,60%
4		Armado Paneles Planos	300.000	Kg Panel Plano	180.000	60%	6,00%	3,60%
5		Construcción de Bloques	425.000	Kg Netos Procesados	120.000	28%	26,00%	7,34%
6		Montaje de Bloques	425.000	Kg a Montar	0	0%	19,75%	0,00%
7		Pintado	6.000	Mts 2	0	0%	4,00%	0,00%
8		Botadura	1	Botadura	0	0%	0,75%	0,00%
							100,00%	43,34%

Se llenará cada ítem, según el concepto de sacrificio económico de recursos y objetivos productivos de cada acción:

1. Consumo de acero: En este caso se toma en consideración los kg de acero utilizados en el proyecto a la fecha de certificación. El acero se consume, cuando se retira del parque de chapas, para ser cargado a la primera acción productiva (corte). En el ejemplo se consumieron 400.000 kg de acero, lo que representa el 80% de todo el acero que se consumirá en el proyecto.

Si bien para el avance "financiero" se había certificado el 100% porque ya se encontraba todo comprado, al cambiar el criterio por el consumo, la certificación asciende al 80% que representa lo consumido de todo lo comprado.

2. Consumo de Pintura: Si bien estaba comprada el 100% de la pintura (y así se certificó en el avance anterior), al no haberse iniciado el proceso de pintado, todavía no hay nada consumido. El avance en consumo es del 0%.

3. Los ítems 3 al 8 representan acciones productivas, que consumen factores adicionales al material principal (básicamente mano de obra propia y/o subcontratada, servicios, y materiales menores).

Si bien puede haber discrepancias entre el momento de pago y de utilización de estos factores, las mismas suelen no ser significativas.

Para estos ítems, el avance de la certificación para "el armador", coincide con la certificación "en Costos", considerando que la medición del mismo, se da en unidades objetivo obtenidas por cada proceso.

De acuerdo a la ponderación "económica" de cada ítem la obra se encuentra al 43,34% de avance en costos. Este porcentaje es utilizado para devengar las ventas hasta el periodo de certificación.

- $\% Av. P. "X" = Porcentaje de Avance a fin de Periodo "X"$
- $Ventas devengadas hasta P. "X" = Monto Contrato \times \% Av. P. "X"$
- $Costos a sacrificar hasta P. "X" = Presup Costos Totales \times \% Av. P. "X"$

III. Avance en Tiempo

ITEM	Rubro	DESCRIPCION	Presupuesto		Real			
			Cantidad Presup.	Unidad Medida	Cantidad Ejecutada	Avance del Item	Ponderación del Item	Avance total
1	Material	Consumo de Acero	500.000	Acero Bruto Consumido	400.000	80%	0,00%	0,00%
2	Consumido	Consumo de Pintura	2.500	Litros Consumidos	0	0%	0,00%	0,00%
3	C.Conversión	Corte de Chapas	500.000	Kg a Cortar	400.000	80%	13,50%	10,80%
4		Armado Paneles Planos	300.000	Kg Panel Plano	180.000	60%	15,50%	9,30%
5		Construcción de Bloques	425.000	Kg Netos Procesados	120.000	28%	36,00%	10,16%
6		Montaje de Bloques	425.000	Kg a Montar	0	0%	30,70%	0,00%
7		Pintado	6.000	Mts 2	0	0%	3,50%	0,00%
8		Botadura	1	Botadura	0	0%	0,80%	0,00%
							100,00%	30,26%

El avance de cada ítem se llena en función del concepto de unidades objetivos obtenidas para cada acción. Bajo este concepto, se está suponiendo que el ritmo productivo (tiempo por cada unidad objetivo) es constante a lo largo del proyecto. Esto no siempre es así ya que se suelen dar mejoras en la eficiencia durante la ejecución de ciertos procesos.

1. Los ítems 1 y 2 representan consumos de materiales. No tienen peso en la ponderación de este avance, ya que el consumo suele darse en instantes que no generan demoras en el camino crítico del proyecto. Es por esto que el llenado del avance en ellos, es irrelevante.
2. Los ítems 3 al 8 representan acciones productivas que consumen tiempo del proyecto en distinta medida (dada por la diversa ponderación asignada a cada acción).

El avance en la certificación, es el mismo que el determinado para las anteriores planillas. Esto es así ya que se supone que el avance de las unidades objetivos de cada acción se da al mismo ritmo productivo.

El avance en tiempo se encuentra al 30,26%. Significa que, de acuerdo a las acciones realizadas, nos debemos encontrar al 30,26% del plazo total de ejecución de la obra.

14. Comparación de las ponderaciones

Como señalamos en el punto 10, las planillas presentan discrepancias en el peso que se le asigna a cada ítem, de acuerdo al criterio de confección de avance. En el ejemplo planteado las ponderaciones fueron:

Item	Rubro	DESCRIPCION	Ponderación del Item (Armador)	Ponderación del Item (Costos)	Ponderación del Item (Tiempo)
1	Material	Provisión de Acero	40,00%	36,00%	0,00%
2	Comprado	Provisión Pintura	4,25%	3,00%	0,00%
3	C.Conversión	Corte de Chapas	5,00%	4,50%	13,50%
4		Armado Paneles Planos	6,00%	6,00%	15,50%
5		Construcción de Bloques	22,00%	26,00%	36,00%
6		Montaje de Bloques	18,00%	19,75%	30,70%
7		Pintado	4,00%	4,00%	3,50%
8		Botadura	0,75%	0,75%	0,80%
TOTAL			100,00%	100,00%	100,00%

En el caso de los materiales:

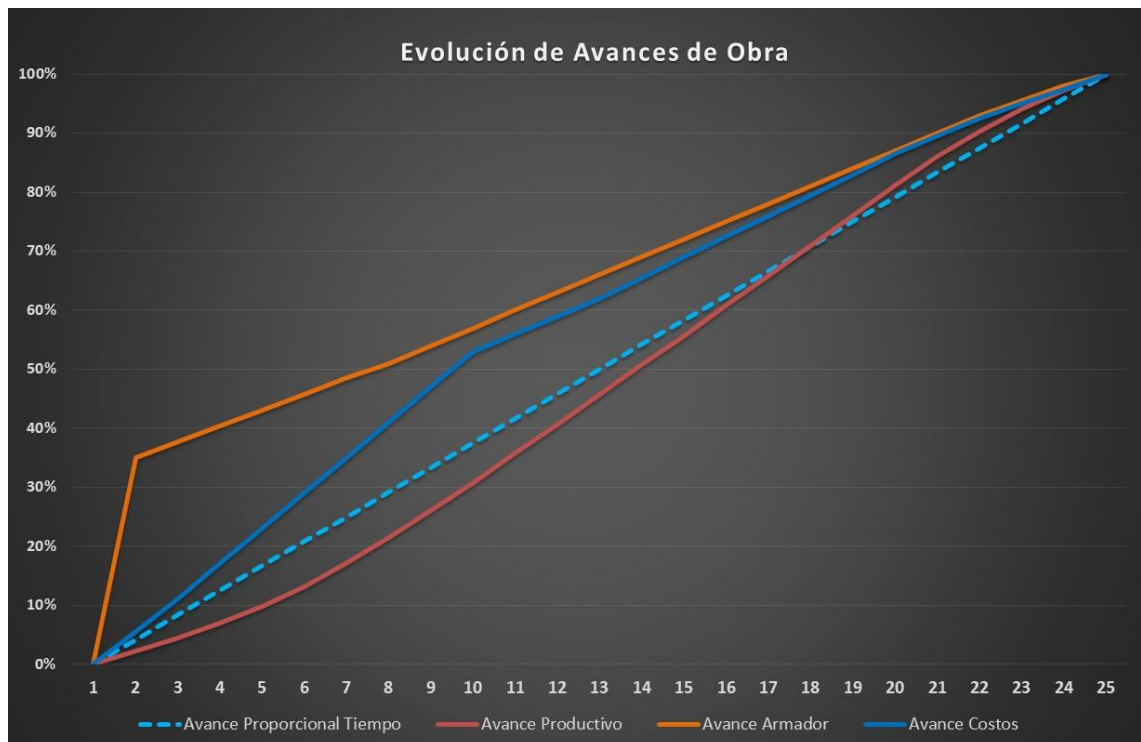
- La ponderación dada en la planilla de avance para el armador, es mayor que la ponderación dada en la planilla de avance en costos. Esto se debe a que, en el aspecto financiero, los fondos que se necesitaran deben incluir el IVA. Los ítems de materiales, en general, tienen una tasa de IVA del 21%, mientras que los ítems de costos de conversión:
 - No tienen IVA en el caso de personal propio
 - El personal subcontratado, servicios, y materiales menores, en general tienen una tasa de IVA del 21%.
 Este doble efecto hace que el IVA de los costos de conversión sea menor que el IVA de los materiales, lo que hace bajar su ponderación en el aspecto financiero (o hace subir la ponderación de los materiales).
- En la ponderación en tiempo, se suele no asignar peso a los materiales. Sí podría establecerse un peso a las acciones de abastecimiento y recepción (si se justificara medirlas como acciones individuales).

Si analizamos los costos de conversión:

- Las primeras acciones productivas, tienen mayor ponderación en la planilla de avance para el armador con respecto al avance en costos. Esto se debe principalmente a dos razones:
 - El efecto financiero del IVA; que cambian el peso de los ítems que representan subcontrataciones, compras de servicios o materiales; con respecto a los ítems intensivos en mano de obra propia.
 - Suele sesgarse la ponderación de las primeras acciones, dándoles mayor peso, de tal manera de asegurar la salud financiera del proyecto.
- La ponderación referida al avance en tiempo, se hace en función de los plazos que demandará cada acción productiva. A mayor plazo más ponderación.

15. Evolución de los distintos grados de avance.

Las distintas acepciones de avance presentan disímil evolución a lo largo de todo el proyecto. En el gráfico siguiente se presenta una evolución típica para un proceso de construcción estándar.



El avance para el Armador es el que más rápido crece al inicio de la obra. Esto se da en general, porque los primeros meses se certifica la compra de los principales materiales del proyecto (acero, equipos de alistamiento, pintura, etc.). Asimismo, como ya explicamos en el apartado anterior, en este avance se le suele dar mayor peso a los ítems de materiales (por el efecto financiero del IVA) y a los ítems representativos de las primeras acciones productivas.

El avance en costos suele ir por detrás del avance financiero. En general se busca, primero obtener los fondos para la compra del material, que luego se va a consumir. Este avance se sustenta en el concepto de sacrificio económico de recursos, por lo que también suele crecer rápido al principio (más rápido que la proporción de tiempo del proyecto transcurrido), ya que los principales materiales se comienzan a consumir en las primeras acciones productivas. Por ejemplo, el acero se consume en el proceso de corte.

El avance en tiempo suele ser el que empieza más retrasado, ya que la mayor carga de personal (que determina mayor ritmo de avance) se suele dar luego de la mitad del proyecto. Los proyectos suelen empezar con un ritmo lento de avance de las acciones individuales. En la medida que se empieza a obtener curvas de aprendizaje, los ritmos (y eficiencia) comienzan a crecer (en mayor o menor medida según cada acción).

Asimismo, los primeros meses solo se realizan las primeras acciones por el necesario encadenamiento de las mismas. No puedo empezar a montar, si no tengo al menos algunos bloques hechos. A su vez no puedo tener algunos bloques construidos, si no tengo gran parte de los paneles planos terminados, y al menos la misma medida de acero cortado. Las acciones están encadenadas, y tienen un necesario retraso de inicio de una a otra. Esto no significa que no se pueda iniciar una acción productiva subsiguiente, sin haber terminado la acción anterior. Sí, se requiere para iniciar una acción productiva, que la anterior ya esté avanzada.

Por el periodo medio del proyecto, suelen estar ejecutándose de manera concomitante todas las acciones productivas (se están terminando las primeras acciones

y empezando con las ultimas), lo que genera el crecimiento a mayor ritmo por estar trabajando en varios “frentes” en paralelo.

Sobre el final del proyecto, el ritmo vuelve a disminuir porque solo se avanza en las últimas acciones productivas.

Meses	Meses de Obra	Avance Proporcional Tiempo	Avance Productivo	Avance Armador	Avance Costos
Ago-14	0,00	0%	0%	0%	0%
Sept-14	1,00	4%	2%	35%	6%
Oct-14	2,00	8%	4%	38%	11%
Nov-14	3,00	13%	7%	40%	17%
Dic-14	4,00	17%	10%	43%	23%
Ene-15	5,00	21%	13%	46%	29%
Feb-15	6,00	25%	17%	49%	35%
Mar-15	7,00	29%	21%	51%	41%
Abr-15	8,00	33%	26%	54%	47%
May-15	9,00	38%	31%	57%	53%
Jun-15	10,00	42%	36%	60%	56%
Jul-15	11,00	46%	41%	63%	59%
Ago-15	12,00	50%	46%	66%	62%
Sept-15	13,00	54%	51%	69%	66%
Oct-15	14,00	58%	56%	72%	69%
Nov-15	15,00	63%	61%	75%	73%
Dic-15	16,00	67%	66%	78%	76%
Ene-16	17,00	71%	71%	81%	80%
Feb-16	18,00	75%	76%	84%	83%
Mar-16	19,00	79%	81%	87%	87%
Abr-16	20,00	83%	86%	90%	90%
May-16	21,00	88%	90%	93%	93%
Jun-16	22,00	92%	94%	96%	95%
Jul-16	23,00	96%	97%	98%	98%
Ago-16	24,00	100%	100%	100%	100%

Modelo de planillas de Avances Acumulados durante el proyecto.

16. Indicadores para el seguimiento de la obra.

La información resumida a partir de estas planillas, contribuye a generar información necesaria para la gestión del proyecto.

Datos a analizar a partir de la planilla de avance:

I. Monto de facturación periódico (para habilitar el cobro por avance)

Este dato surge de la planilla de avance para el armador. A partir de la misma, se determina el porcentaje a facturar periódicamente, cuando el pago del contrato fue pactado por avance de obra.

II. Devengamiento periódico de las ventas.

El avance en costos, es el dato necesario para reconocer el importe de ventas mensuales a devengar, de tal manera de poder tener correlacionados los costos con los ingresos, y poder llevar un estado de resultados periódico del proyecto.

Resulta de suma importancia conocer la utilidad mensual del proyecto, para determinar si está arrojando el resultado esperado, a los efectos de poder tomar medidas en caso de desvíos.

III. Desvío en costos totales

El avance en costos, nos puede dar un indicio rápido de potenciales desvíos en la proyección a final de la obra.

Este avance se compara con el % de costos ejecutados de la obra, que surge de relacionar los costos cargados al sistema (ejecutados reales) versus la proyección a final de costos.

$$\% \text{ de Costos Ejecutados} = \frac{\text{Costos Reales Devengados en Sistema P. "X"}}{\text{Costos Totales Proyectados a Final}}$$

- Si $\% \text{ de Costos Ejecutados} < \% \text{ de Avance en Costos (seg. Planilla)}$, pueden darse dos situaciones:
 - Que sea levemente inferior: En este caso no se debe encender ninguna alarma, ya que es común que exista cierta demora en el procesamiento de algunos factores en el sistema de gestión (falta de procesamiento de vales de consumos realizados sobre fin de mes, ordenes de servicio concretadas a fin de periodo, pero ingresadas al sistema al inicio del periodo siguiente).
Como parámetro, el porcentaje de Costos realmente ejecutados (cargados al sistema), suele estar entre el 90% y 98% del % de avance que arroja la planilla de costos.
 - Que las diferencias sean significativas (menos del 90% se podría considerar significativo). En este caso hay que analizar la carga de costos al sistema de gestión, ya que pueden faltar procesar un volumen importante de información.
Esta diferencia también se podría originar en: una mala ponderación o medición de los avances de cada ítem, en la planilla de avance en costos.
Otra causal podría ser, que realmente se estén gastando menos recursos que los que se habían proyectados hasta final de la obra, en cuyo caso hay que revisar esta estimación.
- Si $\% \text{ de Costos Ejecutados} \geq \% \text{ de Avance en Costos (seg. Planilla)}$, puede ocurrir que:
 - Se esté dando un exceso en el consumo de recursos previstos para cada acción, que en caso de no tomar acciones correctivas, generará un desvío de los costos al final de la obra.
 - Que hubiese una mala ponderación o medición incorrecta de los avances de cada ítem en la planilla de avance en costos.

IV. Re proyección de costos de cada acción productiva

A partir del avance individual de cada ítem, y los costos insumidos hasta el periodo, se podrá reestimar los costos a la finalización del mismo. Para esto se puede usar una tendencia lineal (suponiendo que se mantendrá la eficiencia en la ejecución) o una tendencia regresiva (suponiendo que se mejorará la eficiencia en la ejecución pendiente de la acción).

Re estimando el costo de todas las acciones, se podrá reestimar el costo a final del proyecto. Este dato es sumamente importante para comparar con las ventas totales a final del proyecto y ver si en la realidad de la ejecución, se está alcanzando el objetivo de resultado propuesto.

V. Plazo real de culminación del proyecto

Haciendo una tendencia de proyección, a partir de la planilla de avance en tiempo, se podrá tener un indicio del verdadero plazo de finalización de la obra. Este dato es importante ya que determina la re presupuestación de los factores productivos que dependen del factor tiempo. Por ejemplo, si se proyecta que la obra se

extenderá un mes adicional, el alquiler de equipos podría tener que ser incrementado en un mes.

Como explicamos anteriormente, los plazos de ejecución y culminación de la obra deberían ser suministrados por planificación, el mecanismo propuesto puede ser usado para convalidar y/o complementar esta información.

17. Conclusiones.

El grado de avance es un concepto de suma importancia, que se torna preponderante en los procesos de construcción naval. El mismo aporta información útil para el gerenciamiento de este tipo de proyectos, que presentan la particularidad de un largo proceso productivo, con la necesidad de generar información periódica para el control y análisis.

El concepto suele ser usado con objetivos diversos, por lo que la técnica de confección varía de acuerdo al destino de utilización. Hay que diferenciar el destino para el cual será utilizado, para escoger la mecánica correcta de expresión, de tal manera de no aportar confusión a la información para el control de los proyectos.

En la industria de la construcción naval hemos podido identificar 3 sentidos de interpretación para el termino:

- **Criterio Financiero (Avance para el Armador):** Indica el porcentaje de pagos que se debieron realizar al periodo de análisis, sobre el total de pagos a realizar en el total del proyecto.
Apunta a suministrar los fondos necesarios, en el momento adecuado, para el proceso de construcción.
- **Criterio Económico (Avance en Costos):** Es un porcentaje que surge de relacionar los recursos que se debieron sacrificar (de acuerdo a los objetivos cumplimentados para los diversos ítems del proyecto) con respecto a los recursos totales del proyecto. Cuando hablamos de recursos, hacemos referencia a factores de disímil unidad de medición, por lo que necesariamente deben ser monetizados para realizar la comparación aludida.
- **Criterio de Tiempo:** Indica el porcentaje de tiempo que debió haber transcurrido del plazo total del proyecto.

Para el seguimiento de este tipo de proyectos, se ha propuesta una planilla integrada que aporte la información de las 3 acepciones válidas. La diferencia se da al cambiar las ponderaciones de los diversos ítems, representativos de principales materiales del proyecto o acciones productivas medibles.

El análisis de los datos aportados, complementados con información adicional, permiten realizar análisis sobre la salud del proyecto, y reestimar el estado a la culminación del mismo.

18. Bibliografía

1. **Fischer, Jan, y Holbach, Gerd;** “Cost Management in Shipbuilding. Planning, Analysing and Controlling Product Cost in the Maritime Industry”. GKP Publishing. Germany,2011.
2. **Alvarez Lopez, José María Carlos; Carrasco Díaz, Daniel; y Lillo Criado, Juan;** “La determinación de los Resultados en los contratos de larga duración: Principales

peculiaridades de la normativa Contable francesa y española”. Trabajo presentado en VII Congreso Internacional de Costos. León (España), 2001.

3. **Gómez, Andrés Felipe;** “Análisis del Valor Ganado”. II Jornada de Gerenciamiento de Proyectos de IT. Bogotá (Colombia), 2004.
4. **Zhangpeng, Gao, y Flynn, Matthew;** “Productive Shipyards”. LLOYds Shipping Economist. 2006.
5. **Guerra Rivera, y Morishita H. M;** “Análisis de los procesos de Construcción en un Astillero”. VIII Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica. Perú, 2007.
6. **Favarin, Julio; Requena, Caio; y Soogia, Luiz;** “Metodología para elaboração de projeto de estaleiro”. Centro de Estudos em Gestao Naval, 2010.