

● SEGURIDAD

P. 1

EVALUACIÓN DE LOS CASCOS DE SEGURIDAD

ASPEC – Asociación Peruana de Consumidores.

● CALIDAD Y SOSTENIBILIDAD

P. 4

MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS

Dr. Salvador García Rodríguez, MC. Eduardo Sosa S. y MC. Marco Antonio Ramos Corella.

● PRODUCTIVIDAD

P. 10

ABASTECIMIENTO LEAN DE RECURSOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Ing. Pablo Orihuela, Ing. Karem Ulloa

Editorial ●

Con el objetivo de consolidar su liderazgo en el mercado siderúrgico peruano, Aceros Arequipa inició la construcción de un nuevo tren de laminación en su planta de Pisco, con el que duplicará su capacidad de producción a 1'100,000 toneladas anuales de producto terminado.

Esta obra demandará una inversión de 100 millones de dólares y permitirá la utilización de la tecnología de laminación más moderna a nivel mundial para la producción de barras de construcción, perfiles, barras redondas, entre otros. Cuando esté listo, la producción total de la Corporación ascenderá a 1'350,000 toneladas anuales de producto terminado.

De esta manera, Aceros Arequipa reafirma su compromiso con el desarrollo del país de la mano de un sistema de producción sustentado en los más altos estándares de calidad, seguridad y cuidado del medio ambiente.

En la presente edición, en la sección Seguridad, presentamos un informe de la Asociación Peruana de Consumidores (ASPEC) sobre la importancia del uso del casco de seguridad en el cual se brinda recomendaciones para conservarlos en óptimas condiciones y preservar así su seguridad.

Por su parte, los Ing. Pablo Orihuela y Karem Ulloa explican, en la sección Productividad, la función de la logística en la fase de Abastecimiento Lean y la importancia de realizar la elección anticipada de recursos en cada fase del proyecto.

Finalmente, en los temas de Calidad y Sostenibilidad, el Dr. Salvador García y los M.C. Marco Antonio Ramos y Eduardo Sosa Del Instituto Tecnológico de Monterrey, evalúan la gestión de los proyectos de ingeniería civil para identificar los puntos débiles de cada modelo y explican los principales criterios que se usan actualmente.

Comentarios y sugerencias a:

construccionintegral@aasa.com.pe

> SEGURIDAD

EVALUACIÓN DE LOS CASCOS DE SEGURIDAD

ASPEC – Asociación Peruana de Consumidores

En la última década, el país entero ha experimentado un creciente auge en el sector construcción, lo que ha generado que miles de peruanos ligados a este sector cuenten con más oportunidades laborales. No obstante, hemos sido testigos a través de los medios de comunicación de numerosos accidentes en obra, debido principalmente a la negligencia de propietarios y empresas constructoras que permiten que sus trabajadores laboren sin adoptar las medidas de seguridad requeridas para este tipo de trabajo. Ante esta situación, ASPEC elaboró el presente informe que depara más de una sorpresa.



Con el fin de prevenir riesgos laborales, se emitió en el año 2005 el Decreto Supremo N° 009-2005-TR – Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo y sus normas modificatorias como el Decreto Supremo N° 007-2007-TR. Ambos cuerpos legales establecen normas

Si aún no lo ha hecho, inscribese para seguir recibiendo su boletín en: www.acerosarequipa.com/construccion

Comité Editorial: Departamento de Marketing Corporación Aceros Arequipa S.A. - Motiva S.A. Consultoría, Inmobiliaria y Construcción.

Colaboradores: ASPEC – Asociación Peruana de Consumidores, Dr. Salvador García Rodríguez, Ing. Pablo Orihuela, MC. Marco Antonio Ramos Corella, MC. Eduardo Sosa Silverio. **Edición, Diseño e Impresión:** Nueva Vía Comunicaciones S.A.C. **Distribución Gratuita.**

Los artículos publicados no reflejan necesariamente la opinión de Corporación Aceros Arequipa. Pueden ser reproducidos citando la fuente: Boletín Construcción Integral, N° de Edición, Autor.

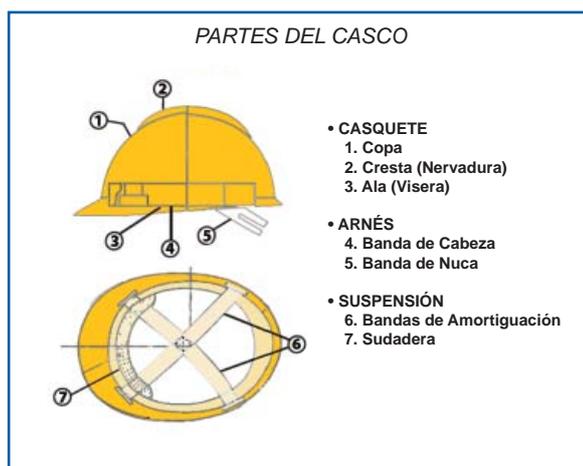
mínimas para la prevención de riesgos ocupacionales, de manera que se pueda garantizar la seguridad y salud de los trabajadores.

Según lo establece el citado Reglamento, tanto el empleador como el trabajador tienen responsabilidad en las tareas de protección durante la jornada laboral. El empleador debe proporcionar a sus trabajadores equipos de protección personal que sean adecuados al tipo de faena y riesgos que puedan presentarse en el desempeño de sus funciones. Además, debe verificar el uso efectivo de dichos equipos de protección personal (Art. 50). Por su parte, los trabajadores deben usar adecuadamente los instrumentos y materiales de trabajo y cumplir con todos los requisitos de protección personal o colectiva (Art. 72).

En las obras, existen muchas medidas preventivas que podrían ser tomadas en consideración para evitar riesgos asociados con estructuras que colapsan, objetos que caen y el peligro de que algunas personas resulten accidentalmente golpeadas por vigas y andamios bajos. Por lo tanto, usar un casco de seguridad es un último recurso de protección para evitar lesiones en la cabeza, ya que aún con las mejores precauciones de seguridad, los accidentes pueden ocurrir.

¿QUÉ DICEN LAS NORMAS?

La NTP 399.0182, define como casco de seguridad al elemento que cubre totalmente el cráneo. Está compuesto de copa con visera o ala y la suspensión, destinado a proteger la cabeza de golpes o impactos, riesgos eléctricos, salpicaduras de sustancias químicas agresivas, calor radiante y los efectos de las llamas.



FUENTE: EN 3973 (Flight & Safe, Curso de Protección de la Cabeza)

Los materiales con los que son fabricados pueden ser de cualquier tipo, pero deben asegurar que se conserven sus propiedades ante diferentes condiciones como baja temperatura, sol, lluvia, entre otros, para evitar posibles daños al usuario. El diseño del mismo, debe contemplar la copa, suspensión y puntos de anclaje.

CLASIFICACIÓN DE LOS CASCOS

PARA USO INDUSTRIAL: Según la NTP 399.018		
CLASIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN
De acuerdo a su diseño	Tipo 1	Presenta ala (parte inferior saliente de la cáscara, que rodea la copa).
	Tipo 2	Presenta visera.
De acuerdo al riesgo	Clase A	Destinados al servicio general en riesgos de la industria. Además, deben dar protección contra riesgos eléctricos de tensión no menores de 600 voltios, corriente alterna, 60 ciclos.
	Clase B	Aseguran igual protección que los cascos de Clase A, y adicionalmente dan protección para trabajos de riesgos eléctricos de tensión, no menores de 20,000 voltios, corriente alterna, 60 ciclos.
	Clase C	Son cascos metálicos destinados a tareas especiales de la industria y deben asegurar la misma protección de los cascos de Clase A, sin embargo, no deben ser utilizados en trabajos con riesgos eléctricos.

La Norma ANSI Z89.1 presenta la siguiente clasificación:

PARA PROTECCIÓN: Según la ANSI Z89.1		
CLASIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN
De acuerdo a la atenuación del impacto o resistencia a la penetración	Tipo I	Protección contra impacto resultado de un golpe recibido únicamente en la corona de la cabeza.
	Tipo II	Protección contra impacto resultado de un golpe recibido debajo de la cabeza (lateral) o en la corona de la cabeza. Incluye resistencia excéntrica de la penetración y retención de la correa de barbilla.
De acuerdo al grado de aislamiento eléctrico	Clase G	General y se prueban en 2,200 voltios.
	Clase E	Eléctrica y se prueban para soportar 20,000 voltios.
	Clase C	Conductora, no proporcionan ninguna protección eléctrica.

Con respecto al rotulado, según la mencionada NTP 399.018, los cascos de seguridad para uso industrial llevarán marcadas en su interior, con caracteres indelebles, la marca de fábrica o nombre del fabricante. En el caso que el sistema de fabricación o el material de los cascos no permitan un marcado indeleble, este dato podrá consignarse en la etiqueta. Además, llevarán la información sobre el tipo y clase al que corresponden y otras indicaciones establecidas por las disposiciones legales vigentes.

ASPEC DECIDE INVESTIGAR

ASPEC adquirió 12 muestras de cascos de seguridad de diversas marcas en varios establecimientos del Centro de Lima y tiendas exclusivas de venta de materiales y equipos

para la seguridad de los trabajadores que regularmente se ofertan en el mercado nacional, los cuales fueron evaluados por el Laboratorio de Análisis Físicos (INNOVAPUCP) de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Las pruebas realizadas se basaron en los análisis de sus propiedades de “Resistencia al impacto” y “Resistencia a la penetración”, así como la información que señalan en el rotulado. El costo de los cascos varió desde los 5.50 soles hasta los 45 soles.

El siguiente cuadro presenta los resultados de las 12 muestras evaluadas, donde se puede ver que solo uno de los cascos cumple con todos los requisitos de “Resistencia al impacto y penetración” especificada en la norma ANSI Z89.1 para los Tipo I y Tipo II.

Resultados según el laboratorio INNOVAPUCP								
Marca	Resistencia al impacto según los resultados del laboratorio				Resistencia a la penetración según los resultados del laboratorio		Cumple con Norma ANSI Z89.1	
	Fuerza Abs. Corona	Fuerza Abs. Lateral	Corona	Lateral	M/S	Corona y Lateral	Tipo I*	Tipo II**
ARSEG	361.6 Kg	289.3 Kg	Sí	Sí	9.90	Sí	Sí	NO
BELLSAFE® M&S	313.4 Kg	289.3 Kg	NO (flexiona y hunde)	NO (flexiona y hunde)	8.00	NO	NO	NO
BELL-POWER® J&J	289.3 Kg	241.0 Kg	NO (flexiona y raja)	NO (flexiona)	8.09	NO	NO	NO
STEELPRO® EVO III	361.6 Kg	289.3 Kg	Sí	NO (quiebre)	10.90	Sí	Sí	NO
JACKSON®	373.6 Kg	289.3 Kg	Sí	NO (se raja)	17.80	Sí	Sí	NO
3M	385.7 Kg	337.5 Kg	Sí	NO (rotura)	17.80	Sí	Sí	NO
NORTH®	385.7 Kg	325.4 Kg	Sí	Sí	13.80	Sí	Sí	NO
SEKUR	373.6 Kg	289.3 Kg	Sí	NO (quiebre)	14.80	Sí	Sí	NO
TRUPER®	373.6 Kg	289.3 Kg	Sí	Sí	14.80	Sí	Sí	NO
VENITEX®	385.7 Kg	342.3 Kg	Sí	Sí	16.80	Sí	Sí	Sí
V-GARD® MSA	385.7 Kg	289.3 Kg	Sí	Sí	11.90	Sí	Sí	NO
V-GARD® MSA	385.7 Kg	313.4 Kg	Sí	Sí	13.80	Sí	Sí	NO

* Tipo I: Impacto resultado de un golpe recibido únicamente en la corona de la cabeza

** Tipo II: Impacto resultado de un golpe recibido debajo de la cabeza (lateral) o en la corona de la cabeza

PEAD: Polietileno de alta densidad

PE: Polietileno

En su boletín CONSUMORESPEO (edición N°25 Noviembre – Diciembre 2010, <http://issuu.com/aspec/docs/consumorespeto22>), ASPEC presenta un informe detallado de este estudio en su artículo “Cascos de Seguridad Inseguros”.

RECOMENDACIONES A LOS CONSUMIDORES

De acuerdo a la información brindada por los fabricantes de los cascos de seguridad en la rotulación de los mismos, recomendamos lo siguiente:

- Los cascos tan solo proveen una protección limitada o reducen la fuerza de objetos en caída que golpeen la parte superior del casco. El casco está diseñado para absorber la energía del impacto por destrucción parcial o daño de la copa y el arnés. A pesar de que tal daño no sea aparente, el casco sometido a impacto severo debería ser reemplazado.
- Dependiendo del tipo de casco, debe evitarse el contacto con equipos o conectores eléctricos energizados (cables vivos).
- Inspeccionar regularmente si existen rajaduras, abolladuras, u otros daños en el casco y reemplazarlos al primer signo de desgaste.
- El tiempo de vida útil dependerá del uso dado y las condiciones de almacenamiento, entre otros. Algunos fabricantes recomiendan reemplazar su casco cada año en su uso normal y si se somete a uso rudo reemplazarlo cada 6 meses. Otros, sin embargo, indican que en condiciones normales de utilización, el casco puede ofrecer una protección adecuada durante 2 ó 3 años después de su primera utilización, o 5 años después de su fecha de fabricación.
- Nunca alterar o modificar la copa o la suspensión, o sustituir la suspensión por una de otro proveedor.
- No almacenar los cascos bajo el sol cuando no estén en uso. La prolongada exposición a los rayos solares puede degradar la copa.
- No usar pintura, solventes, gasolina u otros químicos en

los cascos. Ellos podrían reducir o destruir la resistencia al impacto. Limpiarlos solo con jabón suave y agua.

- Colocar el casco de forma correcta sobre la cabeza, de manera que no se desprenda fácilmente al agacharse o al mínimo movimiento.
- Fijar adecuadamente el arnés a la cabeza, para que no se produzcan molestias por irregularidades o aristas vivas. El arnés debe ser de material tejido.
- Los cascos deberán pesar lo menos posible.
- En puestos sometidos a radiaciones relativamente intensas (sol), los cascos deberán ser de policarbonato o ABS (acrilonitrilo-butadieno-estireno) para evitar su envejecimiento prematuro, y de colores claros, preferiblemente blancos para que absorban la mínima energía posible.
- Los cascos destinados a personas que trabajan en lugares altos, en particular los montadores de estructuras metálicas, deben estar provistos de barbiqueo con una cinta de aproximadamente 20 mm de anchura y capaz de sujetar el casco con firmeza en cualquier situación.
- Los cascos contruidos en su mayor parte de polietileno no son recomendables para trabajar a temperaturas elevadas. En estos casos, son más adecuados los de policarbonato, fibra de vidrio con policarbonato, tejido fenólico o poliéster con fibra de vidrio.
- En situaciones en las que haya peligro de aplastamiento, se debe usar cascos de poliéster o policarbonato reforzados con fibra de vidrio y provistos de un reborde de al menos 15 mm de anchura.
- No almacenar materiales en el casco de seguridad (no está diseñado para cargar clavos, por ejemplo).

BIBLIOGRAFÍA

- Boletín CONSUMORESPEO (edición N°25 Noviembre – Diciembre 2010, <http://issuu.com/aspec/docs/consumorespeto22>).
- Decreto Supremo N° 009-2005-TR – Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo 2005.
- Decreto Supremo N° 007-2007-TR.

> CALIDAD Y SOSTENIBILIDAD

MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS

Dr. Salvador García Rodríguez. Director (*). sgr@itesm.mx

MC. Marco Antonio Ramos Corella. Asistente de investigación (*). marco.ramos.corella@gmail.com

MC. Eduardo Sosa Silverio. Asistente de investigación (*). eduardososa@gmail.com

(*). Departamento de Ingeniería Civil, División de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería, Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen diversos modelos para gestionar proyectos de ingeniería civil basándose en varias filosofías, entre las cuales podemos mencionar las que se consideran más importantes porque son las más utilizadas: gestión de

calidad total y mejora continua, lean construction o construcción sin pérdidas, la construcción sostenible o sustentable, la constructabilidad y la seguridad en la obra.

Ahora bien, el problema que existe es que hay una frontera entre los diversos tipos de enfoques y en muchas ocasiones no se toman en cuenta criterios establecidos por otros modelos de gestión, es decir, “en la industria de la construcción hasta el momento no es común utilizar sistemas de gestión integral”.

Por tanto, al existir una ideología de gestión fronterizada e individualizada surge la necesidad de integración, ya que se carece de un modelo administrativo integral que guíe a los involucrados en la ingeniería civil a través de la vida del proyecto ofreciéndoles los beneficios de los actuales enfoques de gestión de manera integrada.

Lo que se pretende es crear una guía para los administradores de proyectos de construcción de vivienda. Esta guía parte de una evaluación a la forma actual de trabajo que posee la empresa y así, haciéndoles ver sus puntos débiles, se puedan acercar y converger con los puntos básicos y más importantes de los modelos de gestión que se utilizan con frecuencia en la actualidad.

Aunque este trabajo se enfoca en la etapa de construcción, hay que saber que algunos de los criterios o parámetros pueden estar relacionados estrechamente a la fase de diseño, ya que de no tomar en cuenta estos criterios desde esta fase, no podrá llevarse a cabo dicha gestión integrada en el momento de la construcción o en etapas posteriores.

1.1. Gestión de Calidad Total y Mejora Continua

La gestión de la calidad total tiene el objetivo de que tanto clientes, usuarios, partícipes, empleados y sociedad queden satisfechos. La gestión de la calidad total está basada en los criterios de los grandes modelos y enfocada en la mejora continua así como en los resultados de la organización. La mejora continua se puede definir como el proceso mediante el cual se realizan continuamente pequeñas mejoras en todas las funciones de la empresa y en el que todo el personal participa. Este proceso, además, se enfoca en ideas de bajo costo o costo nulo, con orientación a la acción y rápida aplicación.

1.2. Construcción sin Pérdidas

La construcción sin pérdidas tiene como base varias herramientas que ayudan a eliminar las operaciones que no agregan valor al producto, proceso o servicio. Al eliminar estas operaciones se le agrega valor a las actividades que se realizan y se elimina lo que no es necesario. Lo anterior le da herramientas a las compañías para sobrevivir en un mercado global que tiene exigencias en costo, tiempo y calidad.

Los sistemas lean necesitan menos personal, operan generando una mayor productividad, entregan el producto más rápidamente y reducen el stock de todo tipo a casi nada. Otras de sus grandes virtudes son su agilidad y su gran flexibilidad.

1.3. Construcción Sostenible

El actual sistema económico utiliza los recursos de la naturaleza y devuelve desechos que la dañan de forma irreparable, es decir, es un desarrollo lineal y finito. El desarrollo sostenible o construcción sostenible, es el que tiene por objetivo pasar de este proceso de construcción lineal y finito a uno cíclico e infinito, integrado en la naturaleza. En este modelo no existen los conceptos de residuo ni daño ambiental, ya que los materiales pueden ser transformados pero permanecen, lo que nos permite seguir evolucionando para satisfacer las necesidades humanas. En otras palabras, el sistema humano debe cambiar hasta convertirse en uno que se alimenta de recursos naturales y también de los derivados de los mismos recursos que genera, y debe poder regresar a la naturaleza. De algún modo, finalmente, la naturaleza debe beneficiarse directamente de lo que conocemos como desechos.

1.4. Constructabilidad

La constructabilidad puede definirse, según Construction Industry Institute (CII), como “el uso óptimo del conocimiento sobre construcción y la capacidad para planear, diseñar, suministrar y operar en campo para lograr la globalidad de los objetivos del proyecto”. Entre algunos beneficios de implementar la constructabilidad tenemos: reducción del costo del proyecto, aumento de la calidad del proyecto, reducción de la duración del proyecto, incremento de la satisfacción del cliente, generación de un ambiente con mayor seguridad, dotación de un plan de construcción más sencillo y amigable y realización de un proyecto más económico para el dueño.

1.5. Gestión de la Seguridad

La industria de la construcción, en la etapa de edificación, cuenta con el personal de menor calificación de toda la industria, lo cual indudablemente incide en la siniestralidad. Al utilizar esta mano de obra poco calificada, además de que los empleos son eventuales y las posibilidades de promoción son escasas, disminuyen notablemente la calidad y aumentan los riesgos de inseguridad. Es por ello que, con esta escasa formación, existe poca cultura preventiva. La prevención en seguridad y riesgos laborales lejos de ser un gasto, es una inversión.

2. METODOLOGÍA

Para empezar se llevó a cabo una revisión bibliográfica de cada uno de los enfoques de gestión que se utilizan regularmente en la administración de proyectos de ingeniería civil. En esta revisión se fueron identificando los principales parámetros comúnmente utilizados en cada filosofía de gestión y se seleccionaron los que se consideraron útiles para los fines de este proyecto.

Una vez seleccionados los parámetros, se agruparon en criterios los que así lo permitieron. Después se creó una lista de verificación ordenada de todos los criterios obtenidos. Por medio de la opinión de un grupo de expertos, se validó la importancia de los criterios para conocer la relevancia de cada uno de ellos y saber cuáles debían desecharse; para esto se utilizó el método Delphi. Esta validación se hizo por medio de una encuesta en la que se valoró numéricamente la importancia de cada uno de estos criterios y también se emitieron opiniones, sugerencias o recomendaciones a consideración de estos expertos para perfeccionar la selección.

Posteriormente, se hicieron los ajustes pertinentes a la lista de verificación tomando en cuenta lo dicho por el grupo de expertos y se identificó en qué etapa del ciclo de vida del proyecto se debe verificar cada uno de estos criterios, es decir, si deben implementarse desde la etapa de diseño o en alguna otra etapa.

En este momento es cuando se tiene el modelo de gestión para el uso de los criterios propuestos. Una vez que se contó con el modelo, se aplicó en la industria para ver su desempeño y se identificaron algunas imperfecciones para corregirlo. Luego, se pasó a la revisión final y se aplicó nuevamente en la industria para verificar las correcciones. Como punto final, se obtuvieron las conclusiones acerca del desempeño obtenido.

2.1. Los Criterios, los Parámetros y sus Funciones

Los criterios son grupos de parámetros y al igual que éstos tienen dos funciones: medir lo que se ha hecho hasta el momento y, en caso que algo ande mal, indicar qué debe hacerse para corregirlo o decirnos qué puede hacerse en proyectos futuros para evitarlo. De esta forma los criterios y parámetros se convierten en un conjunto de pautas a seguir para llevar a cabo un buen proyecto integral.

Al mismo tiempo, el grado de cumplimiento de cada criterio nos puede proporcionar un valor cuantificable que constituya su nivel de buena gestión desde cada uno de estos puntos de vista. También es importante saber que no todos los criterios tienen el mismo valor, por lo que se acudió con expertos en cada una de estas ramas de la ingeniería para ajustar un valor a cada uno de ellos y así proceder a su correcta aplicación. Es importante que los criterios contengan parámetros fáciles de evaluar. Los parámetros son la forma en que los criterios se miden en el proyecto, pueden ser actividades, buenas prácticas, procedimientos, etc. Los criterios pueden estar formados por uno o más parámetros agrupados, esto se hace para facilitar la aplicación del modelo.

2.2. Depuración de Criterios y Parámetros

Ya que existe una gran cantidad de bibliografía de cada una de las filosofías de gestión que se estudian, la lista de parámetros resulta demasiado larga y repetitiva, por tanto surge la necesidad de depurar los parámetros para hacerlos más precisos, objetivos y menos redundantes.

La depuración de parámetros se llevó a cabo primero unificando los repetidos y después, cuando fue posible, agrupándolos junto a otros que tienen características similares. Así se formaron grupos de parámetros a los que se denominó criterios. Más adelante en el proceso de investigación, cuando el grupo de expertos analizó y evaluó los criterios, se hizo una segunda depuración basándose en sus opiniones y recomendaciones.

Finalmente se seleccionaron 70 criterios y son los que componen el modelo:

CALIDAD Y MEJORA CONTINUA

1	Políticas
2	Organización
3	Información
4	Estandarización
5	Desarrollo y uso de los RR.HH.
6	Aseguramiento de la calidad
7	Liderazgo
8	Planificación estratégica
9	Gestión de procesos
10	Resultados empresariales
11	Alianzas
12	Optimización de recursos
13	Postventa

CONSTRUCTABILIDAD

1	Compromiso de implementar la constructabilidad
2	Programa de constructabilidad
3	Base de datos de constructabilidad
4	Desarrollar capacidades de constructabilidad
5	Identificación de barreras propias del proyecto
6	Monitoreo y evaluación de la efectividad de los planes
7	Evaluación
8	Racionalización del diseño
9	Comunicación y coordinación entre integrantes del proyecto

CONSTRUCCIÓN SIN PÉRDIDAS

1	Uso de herramientas individuales
2	Flujo libre de la información
3	Compromiso con la filosofía Lean
4	Comprensión y satisfacción de los clientes
5	Descripción del estado corriente y futuro
6	Educación y entrenamiento del personal
7	Práctica el benchmarking
8	Identificación de recursos y desperdicios
9	Producción Just in time
10	Utilización del sistema 5S
11	Estabilización de procesos
12	Estandarización de procesos y trabajo
13	Simplificación de procesos
14	Nivelación de la carga de trabajo
15	Reconocimiento del esfuerzo
16	Organización empresarial ágil y flexible
17	Recursos flexibles
18	Diseño Lean

SEGURIDAD

1	Planear seguridad desde el diseño
2	Documentar accidentes y daños
3	Documentar acciones preventivas
4	Documentar fallas de maquinaria y equipo
5	Capacitación del personal en prevención
6	Documentar entrenamiento de personal
7	Conocer el origen de los accidentes
8	Análisis de riesgos
9	Sistema de control y prevención de riesgos
10	Informar los resultados del programa

CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

1	Naturaleza de los materiales
2	Durabilidad de los materiales
3	Reutilización de materiales
4	Reciclaje de materiales
5	Materiales con garantía de calidad ambiental
6	Capacitación de todos en ámbito ambiental
7	Energía consumida en el transporte
8	Energía utilizada en el proceso constructivo
9	Consumo energético de la vivienda
10	Uso de energía natural mediante dispositivos tecnológicos
11	Residuos y emisiones generados en el proceso constructivo
12	Residuos y emisiones generados durante el uso de la vivienda
13	Residuos y emisiones generados en la demolición
14	Control de la contaminación acústica
15	Diseño flexible de la vivienda
16	Guía a los usuarios en la operación eficiente de la vivienda
17	Calidad de vida de los habitantes
18	Instalaciones en la vivienda que ahorran agua
19	Valor ecológico del suelo y cuidado de los alrededores
20	Urbanización sustentable (estacionamiento, drenaje, etc.)

En la encuesta realizada a los expertos se les pidió además una ponderación de cada uno de los enfoques de gestión que a su criterio debería tener un proyecto para considerarse integral. Los resultados fueron:

Construcción sin pérdidas: 32%

Construcción Sostenible: 19%

Seguridad: 19%

Calidad Total y Mejora Continua: 15%

Constructabilidad: 15%

3. EL MODELO Y LA APLICACIÓN

El modelo es un conjunto de tablas. Cada tabla corresponde a un criterio de los seleccionados por los expertos y cada criterio contiene unos parámetros y subparámetros.

El modelo se aplicó en un proyecto de viviendas media residencial en el municipio de Zapopan en el estado de Jalisco, México. Se mantuvo comunicación con el encargado de la dirección de proyectos para que proporcionara la información sobre cada uno de los criterios y parámetros, asegurando una confiabilidad en las respuestas obtenidas.

Para explicar y entender el modelo se presenta, a manera de ejemplo, unas tablas para uno de los criterios, así como los respectivos cálculos:

CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

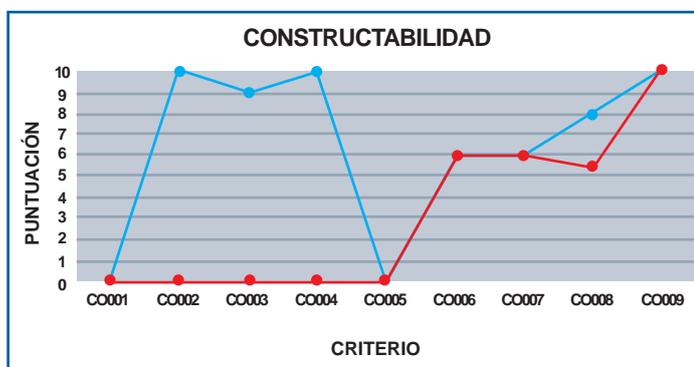
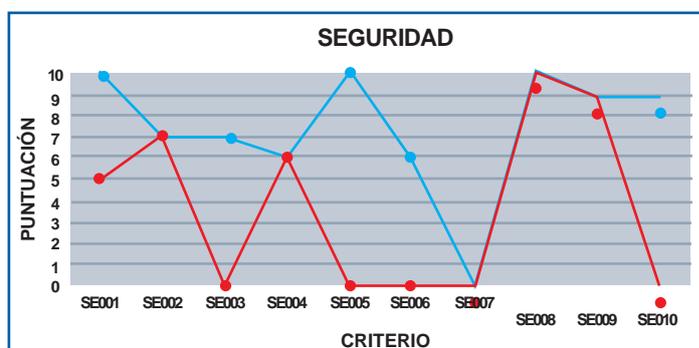
Criterio N°11 - Tipo Obligatorio: Residuos y emisiones generados durante el proceso constructivo

Parámetros y Subparámetros	Sí Cumple = 1 No Cumple = 0	
Se ha hecho el diseño arquitectónico tomando en cuenta la no generación de residuos y emisiones.		
Se hizo un diseño modulado tomando en cuenta los tamaños de fábricas.	0	0.60
Se usaron elementos arquitectónicos estandarizados.	1	
Se verificó el contenido químico de los materiales, se eligieron los más sustentables.	0	
Se redujo el uso de materiales con mayor impacto ambiental (maderas tropicales, piedras exóticas, etc.).	1	
No se utilizaron materiales tóxicos (pinturas con materiales pesados, plásticos con contenidos de cloro, etc.).	1	
Al construir se comprobó la compatibilidad entre diseño y la dimensión de los materiales elegidos.		1.00
Se cuenta con una cuantificación correcta de materiales para evitar pedir en exceso.		1.00
Se ha platicado con los proveedores sobre reducir empaques.		1.00
Se cuenta con un programa de gestión de residuos.		
Se tiene orden en la obra.	1	0.86
Se separan los residuos en especiales, reutilizables, reciclables y no reutilizables ni reciclables, tóxicos, etc.	1	
Se recoge selectivamente los residuos durante la obra.	1	
Se tiene un lugar específico para la separación de residuos (líquidos, sólidos, pétreos, metales, maderas, etc.).	1	
Se trata de evitar la acumulación de residuos, transportando escombros y materiales al vertedero periódicamente.	1	
Se identifican los recursos y la cadena de suministros así como sus desperdicios para gestionarlos correctamente.	1	
Se cuenta con un programa de gestión de residuos peligrosos.	0	

$$\begin{aligned} \text{Número de Parámetros Completados} * (0.60+1.00+1.00+1.00+0.86) &= 4.46 \\ \text{Puntuación Máxima Posible (de acuerdo al criterio de los expertos)} &= 10.00 \\ \text{Puntuación Obtenida (4.46*10/5)} &= 8.91 \end{aligned}$$

(*) Cuando un parámetro está compuesto por subparámetros su puntuación es el promedio de ellos.

De esta manera el criterio “Residuos y emisiones generados durante el proceso de construcción de la vivienda” obtuvo una calificación de 8.91. Esta puntuación se sumó a todas las de los demás criterios de construcción sostenible y así se obtuvo el grado de cumplimiento de este enfoque en el proyecto. Lo mismo se hizo con cada uno de los enfoques de gestión.



En los gráficos de arriba se muestra la puntuación obtenida en cada uno de los 70 criterios (en rojo) junto a la puntuación máxima posible (en azul). El espacio entre una y otra línea es la posibilidad de mejora del criterio. Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

ENFOQUE	Ponderación del modelo	Parámetros Completados	Puntuación en el modelo
Calidad Total y M. Continua	15%	97%	14%
Construcción sin Pérdidas	32%	74%	24%
Construcción Sostenible	19%	46%	9%
Constructabilidad	15%	46%	7%
Seguridad	19%	50%	10%
	100%		63%

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez aplicado el modelo al proyecto se conoce con una buena aproximación el porcentaje de buena gestión de cada uno de los enfoques tratados. Se identifican las fortalezas, en este caso calidad total y mejora continua y construcción sin pérdidas, así como las debilidades, que son el resto de los enfoques en los que se obtuvieron calificaciones bajas.

Un informe detallado de los puntos que se deben cumplir, se entrega al responsable del proyecto para que esté al tanto y pueda reaccionar en tales aspectos. Ahora que el administrador del proyecto conoce los puntos débiles, puede comenzar a trabajar sobre ellos para que en proyectos futuros se pueda evitar cometer los mismos errores y se realice una gestión

más completa. Cuando se considera que han corregido los problemas, se aplica nuevamente el modelo para obtener resultados comparativos y llegar a nuevas conclusiones.

Tomando en cuenta todo esto, se puede concluir que el funcionamiento del modelo es satisfactorio, ya que ha cumplido con los propósitos para los que fue elaborado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Low Sew Pheng y Jonson H. K. Tan. "Integrating ISO 9001 Quality Management System and ISO 14001 Environmental Management System for Contractors". Journal of Construction Engineering and Management. ASCE. Noviembre de 2005. Pp 1241-1244.
- 2) Lluís Cuatrecasas. "Claves del Lean management. Un enfoque para la alta competitividad en un mundo globalizado". 2006. Gestión 2000.
- 3) R. Sacks and M. Goldin. "Lean Management Model for Construction of High-Rise Apartment Buildings". Journal of Construction Engineering and Management. ASCE. Mayo 2007. Pp 374-384.
- 4) James B. Pocock, Steven T. Kuennen; John Gambatase; and Jon Rauschkolb. Constructability State of Practice Report. Journal of Construction and Engineering Management. ASCE. Abril de 2006. Pp 373 - 383.
- 5) Luis de Garrido. "Análisis de proyectos de arquitectura sostenible. Naturalezas artificiales 2001 - 2008". Mc Graw Hill. 2008. Pp XVIII.
- 6) Construction Industry Institute (CII). "Constructability Implementation Guide". 2da. Edición. Diciembre 2006.
- 7) <http://www.ugt.es> Comisión Ejecutiva Confederada de UGT. Seguridad Social. Costes económicos derivados de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales en el periodo 1996-2000, Noviembre de 2002.

> PRODUCTIVIDAD

ABASTECIMIENTO LEAN DE RECURSOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Ing. Pablo Orihuela, Motiva S.A, Profesor Principal PUCP, porihuela@motiva.com.pe
 Ing. Karem Ulloa, Motiva S.A., kulloa@motiva.com.pe

El Lean Construction tiene como principal objetivo maximizar el valor que entrega al cliente, eliminando los desperdicios que se generan en los proyectos. El Lean Project Delivery System (LPDS) o Sistema de Entrega de Proyectos Sin Pérdida, es un modelo que divide al proyecto en cinco fases: Definición del Proyecto, Diseño Lean, Abastecimiento Lean, Ensamblaje Lean y Uso.

En la fase de Abastecimiento Lean se propone eliminar los desperdicios en la adquisición, distribución, almacenamiento, movimiento e inspección de los bienes, servicios e información. El concepto de "Costo Total" señala que el costo de un producto no solo es igual al precio de venta sino que se deben considerar otros costos indirectos como transporte, mantenimiento, almacenamiento, etc.

La logística, como parte del abastecimiento, es un proceso multidisciplinario aplicado a una determinada obra para garantizar el suministro, almacenamiento y distribución de

los recursos en los frentes de trabajo; asimismo se encarga de la estimación de las cantidades de los recursos a usar y de la gestión de los flujos físicos de producción.

Este proceso se logra mediante las actividades de planificación, ejecución y control que tienen como apoyo principal el flujo de información antes y durante el proceso de producción. Cardoso (1996) propone una subdivisión de la logística aplicable a la construcción:

- Logística Externa (de abastecimiento): se encarga de proveer materiales, equipos y personal necesario para la producción de las edificaciones. Entre estas actividades están: el planeamiento, procesamiento, calificación, selección y adquisición de insumos; transporte de estos hasta la obra y pago a proveedores.
- Logística Interna (de obra): se encarga de los flujos físicos y de las informaciones necesarias para la ejecución de los procesos constructivos, tiene como actividades

el almacenamiento, transporte interno, manipulación y control de los insumos.

De lo anterior se infiere que la logística externa es la encargada de llevar a cabo la toma de decisiones para la definición de los insumos a usar, siendo una de las actividades más importantes porque determinará los insumos que afectarán el costo, tiempo y alcance del proyecto.

MOMENTOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS MATERIALES

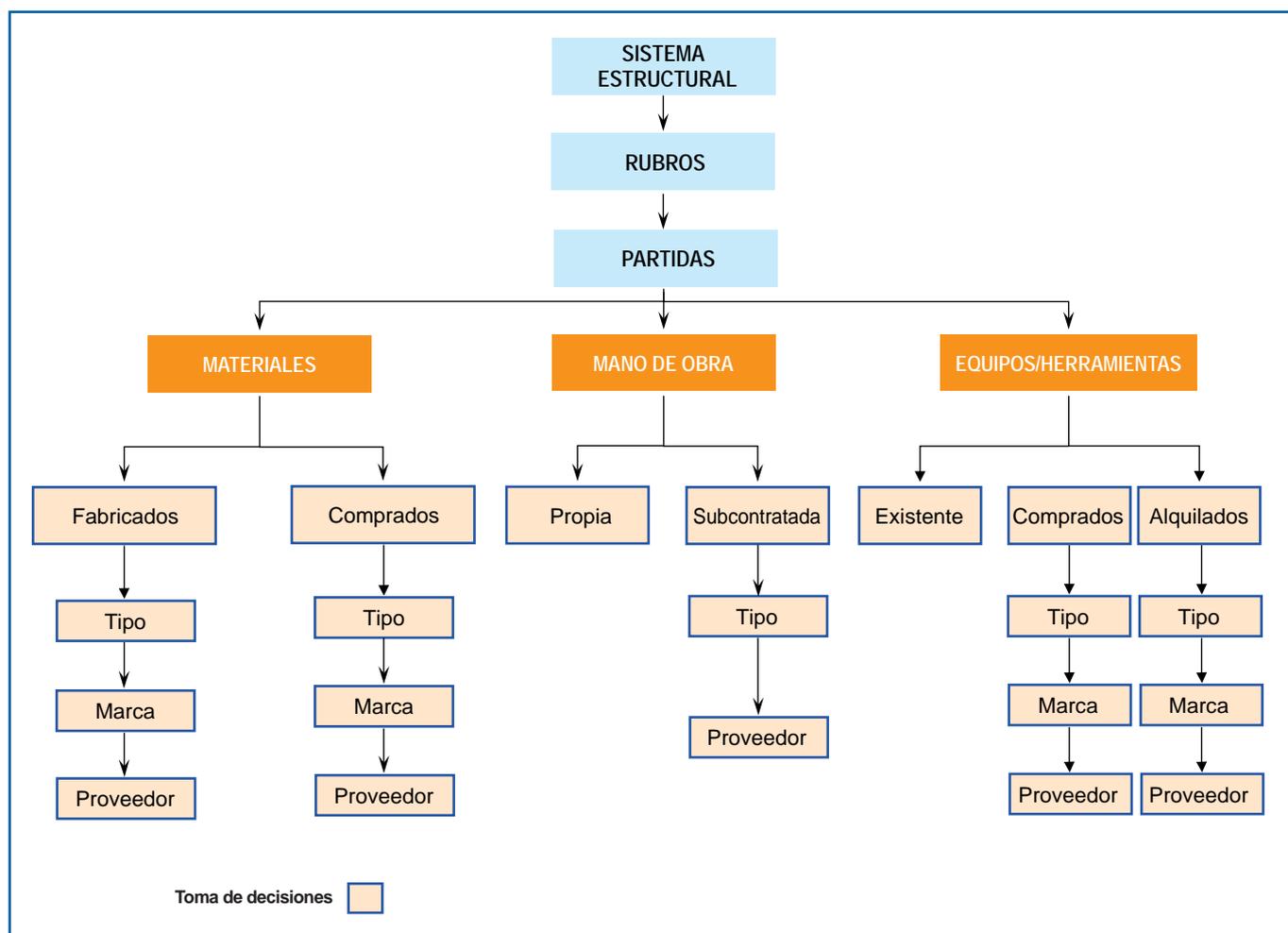
Una adecuada evaluación y selección de insumos, de manera correcta y anticipada, es muy importante debido a

en obra o comprarán, si la mano de obra será propia o subcontratada y si los equipos serán comprados o alquilados.

El esquema de abajo resume los puntos donde se deben tomar decisiones para los tres tipos de recursos.

La selección de insumos se puede realizar en tres etapas del proyecto, la primera corresponde al abastecimiento antes del diseño, la segunda durante la planificación y la última durante la construcción.

Antes de iniciar el Diseño de un proyecto se deben definir aquellos materiales o componentes que afectarán su desa-



que evitará que durante la fase de construcción se generen pérdidas por re-procesos y re-diseños.

El proceso de selección de los materiales implica que se resuelvan una serie de interrogantes que van desde la identificación del insumo, el origen, el tipo, hasta la marca y el proveedor. Cuando se habla de origen del insumo se hace referencia a si los materiales se fabricarán

rollo. Esto implica definir los insumos que proporcionan información necesaria para el diseño y cálculo de las diferentes especialidades, por ejemplo se debe decidir sobre el tipo de muros, el tipo de losas de techo, el tipo de acero, el tipo de sistema de alimentación de agua, etc.

En el siguiente gráfico se muestra a manera de ejemplo, cómo una simple selección de un tipo de ladrillo para los

muros de tabiquería puede afectar considerablemente al diseño:

ya que ellos determinarán el presupuesto del proyecto y en muchos casos darán parámetros para la programación de la obra.

LADRILLOS			3 sótanos+10 pisos	
INSUMO		PESO (KG/M2)		PESO (TON)
Ladrillo Arcilla Tubular		49.5		165
Ladrillo Arcilla Hueco		128		429
Ladrillo Sílico Calcáreo		140		470
Ladrillo Concreto		179		602
			Tabiques=3,354 m ²	

En la fase de Construcción, la mayoría de los recursos deberían estar ya definidos; sin embargo, muchas veces en la práctica hay factores externos como la falta de stock o el alza de precios que obligan al cambio de los insumos.

Finalmente, lo ideal sería aplicar la ingeniería simultánea (contraria a la ingeniería secuencial), la que aconsejaría en este caso, que todos los insumos y recursos deberán estar totalmente definidos con la debida anticipación en la fase de Definición del Proyecto.

Este ejemplo presenta algunas alternativas de tipos de ladrillos que se pueden usar en muros de tabiquería y sus pesos por m²; se puede apreciar que el peso que éstos pueden agregar a un edificio de 10 pisos puede variar desde 165 ton hasta 602 ton. Este peso tendrá una fuerte influencia en el comportamiento sísmico del edificio, y por lo tanto, es fundamental seleccionar el tipo de ladrillo a usar antes de iniciar el cálculo estructural.

CONCLUSIONES

En la fase de la Definición del Diseño se deben decidir todos los materiales que afectarán al dimensionamiento y cálculo del proyecto.

En la fase de Abastecimiento se debe decidir qué recursos emplear (materiales, mano de obra y equipos)

BIBLIOGRAFÍA:

- BALLARD, Glenn. The Lean Project Delivery System: An Update. Lean Construction Journal, 2008.
- CARDOSO, Franciso. Importance dos estudos de preparação e da logística na organização dos sistema de produção de edifícios: alguns aprendizados a partir da experiência francesa. Seminario Lean Construction, Sao Paulo, 1996.
- MOSSMAN, Alan. Lean Logistics: Helping to create value by bringing people, information, plan and equipment and materials together at the workplace. Conferencia Intenacional Group for lean construction. Michigan, EE.UU, 2007.



**CORPORACION
ACEROS AREQUIPA S.A.**

LIMA: Av.Enrique Meiggs 297, Pque.Internacional de la Industria y Comercio Lima y Callao-Callao 3-Perú.

Tlf.(51)(1) 517-1800 / Fax Central (51)(1) 452-0059

AREQUIPA: Calle Jacinto Ibáñez 111, Pque.Industrial. Arequipa-Perú

Tlf.(51)(54) 23-2430 / Fax.(51)(54) 21-9796

PISCO: Panamericana Sur Km.240. Ica-Perú

Tlf.(51)(56) 53-2967, (51)(56) 53-2969 / Fax.(51)(56) 53-2971

LA PAZ: Calle 21 N° 8350, Edificio Monrroy Vélez Piso 9 Of. 1 y 2, Calacoto, La Paz-Bolivia.

Telefax: (591)(2) 277-4989, (591)(2) 277-5157, (591)(2) 211-2668, (591)(2)214-5132. e-mail: rep_areq@accelerate.com

www.acerosarequipa.com

Encuétranos en:

