Aplicación del Value Stream Mapping en el Proceso del Acero en el Sector Construcción

Application of the Value Stream Mapping in the Steel Process in the Construction Sector

¹Gustavo Adolfo Montoya Cárdenas^a, ²Jorge Rafael Díaz Dumont^a, ¹Leonidas Manuel Bravo Rojas^a

RESUMEN

El presente estudio tiene por finalidad mostrarnos como aplicar el Value Stream Mapping en un caso del sector construcción, en el proceso del acero específicamente. Se debe procesar 2 Ton de acero diariamente, esto quiere decir que se debe cortar, habilitar, colocar y armar el acero que servirán en el colocado de muros y lozas para departamentos de interés social en obras de Lima Metropolitana. Se hacen las estructuras de dos departamentos por día, esta velocidad de producción exige que el tren de actividades se cumpla según lo planificado, para procesar el acero en los tiempos programados, es por esto que el valueStreammapping nos ayuda a planificar los proyectos de mejora de procesos.

Palabras clave: VSM, 5S, SMED, PokaYoke, Kanban, Marcapasos, Lead Time.

ABSTRACT

The purpose of this study is to show us how to apply the Value Stream Mapping in a case of the construction sector, in the steel process specifically. 2 tons of steel must be processed daily, this means that the steel that will be used in the install action of walls and slabs for social interest departments in works of Metropolitan Lima must be cut, enabled, placed and assembled. The structures of two departments are made per day, this speed of production requires that the train of activities be fulfilled according to the plan, to process shtetel in the programmed times, that is why the values treemapping helps us to plan the projects of process improvement.

Keywords: VSM, 5S, SMED, PokaYoke, Kanban, Pacemaker, Lead Time.

¹ Universidad Cesar Vallejo

² Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo

^a Ingeniero Industrial

INTRODUCCIÓN

En esta última década, el Perú ha sido una de las economías más dinámicas de América Latina, con una tasa de crecimiento anual promedio de 5,9 por ciento en un entorno de baja inflación en 2,9 por ciento en promedio, (BCRP, 2017). Un contexto externo favorable, políticas macroeconómicas prudentes que fueron implementadas y reformas estructurales en diversos ámbitos convergieron para dar lugar a este escenario de alto crecimiento con baja inflación a pesar de lo acontecido en el panorama internacional (Banco Mundial, 2016).

La actividad de las empresas del sector construcción creció en 2.64% en el último bimestre del 2017, respecto al mismo periodo de 2016 del mes de enero, figura 1.

Figura 1. Comparativo entre situación esperada y real sobre la variación en el nivel de las operaciones en las empresas constructoras. (Sexto bimestre 2017 vs. Sexto bimestre 2016 - %)

Fuente: Encuesta de Expectativas del IEC CAPECO

El consumo del acero un material recurrente para el desarrollo del sector construcción ha venido creciendo con relación al año base (diciembre 2009), el precio de este material registra un incremento de 7.42%, siendo el insumo que, después del ladrillo, registra un menor crecimiento desde esa fecha.

Los salarios del sector construcción han subido 40.51%, desde diciembre de 2009, siendo éste el rubro que más se ha incrementado en los últimos cuatro años.

84 El precio del cemento comparado con el año base (diciembre 2009), el precio de este ítem ha acumulado un aumento de 24.28%, ubicándose en el tercer lugar entre los principales insumos de la construcción.

Figura 2 . *Evolución de los precios de los insumos de la construcción: 2014 – 2017.*
Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

Los distritos de donde se recaba la información son: La Molina, Miraflores, San Borja, San Isidro, Surco, Jesús María, Lince, Magdalena, Pueblo Libre y San Miguel. Donde se sigue desarrollando el sector inmobiliario principalmente. Este desarrollo inmobiliario ha impulsado el incremento del precio por metro cuadrado de estos distritos tal como se aprecia en la figura N°3, los precios se han incrementado desde 600 dólares americanos hasta 1,742 dólares americanos como media de estos distritos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Value Stream Mapping (VSM)

La metodología VSM, basada en el Mapa del Flujo de Materiales e Información de Toyota es una representación gráfica, mediante símbolos específicos, del flujo de materiales y del flujo de información lo largo de la cadena de valor de una familia de productos al conjunto de procesos que contribuyen a transformar la materia prima en producto terminado.

Figura 3. Modelo de Diseño del Mapa de Situación Actual

El VSM, posee una simbología para la comprensión del mapa de valor el cual presenta:

Icono VSM	Representa		
	Proceso		Movimientos de productos Terminados al Cliente
	Fuentes Externas		Movimiento del OBJETO DE VALOR mediante empuje
	Cuadro de datos		Supermercado
	Inventario		Retiro
	Envío físico o Postal		FIFO - Secuencia Primero en entrar Primero en Salir
			Kanban de Transporte
			Kanban de Señal
			"Ver" Programación de Producción
			Flujo de información manual
			Flujo de información electrónica

Figura 4. Iconos VSM (Fuente: See ing the whole – Mapping the Extended Value Stream, 83

El VSM desarrolla el plan de gestión para implementar los proyectos de mejora tales como SMED, Poka Yoke, Administración Visual, etc.

Tabla 1. Plan de Implementación de mejora de procesos.

Familia de producto		Cajas de Metal	Plan de la Cadena de Valor													Firmas			
			Objetivo del Negocio	Reducir el inventario y el tiempo de entrega													Director General		
Cadena de valor		Línea de Productos Eds	Gerente de la Cadena de Valor	Bill Patient													Gte. De la CV		
Fecha actual		16-sep-06																	
Fecha de inicio		10 de julio de 2006	Gerente de Operaciones	David Livery													Gte. De operaciones		
Ciclo de la CV		Objetivo de la cadena de valor	Meta (medible)	Programa Mensual												Fecha Objetivo	Persona Responsable	Estado	
				J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J				
Ciclo del proveedor		1. Crear jalado con el proveedor	Reducir inventario de materia prima de 8.5 a 6 días														9/01/2006	H.Baker	Completo
		2. Reducir mano de obra	Reducir # de operadores / maquinas en corte														9/01/2006	J. Moreno	Completo
Ciclo de fabricación		3. Vincular Operaciones de troquelado	Reducir inventario entre operaciones de 6.2 a 0días														10/31/2006	F. Baskins	Pendiente
		4. Reducir el tiempo de ciclo de la operación de plegado	Reducir DOR de 20 seg. A 15 seg.														10/01/2006	F. Baskins	Pendiente
		5. Mejorar la calidad de la operación de plegado	Mejorar la primera producción de 85% a 98%														10/01/2006	F. Baskins	Pendiente
		6. Crear jalado de envíos a troquelado/plegado	Reducir inventario entre operaciones de 5 a 4 años														12/31/2006	H.Baker	Pendiente
Ciclo de información		7. Eliminar la programación de elaboración semanal de MRP	Las operaciones de fabricación se desencadenaran por el kanban														12/31/2006	R. Bonds	Pendiente
		8. Iniciar la proyección a 30/60/90 días a partir del cliente	Aumentar el 50%la exactitud de la planeación de proyección														01/15/07	R. Bonds	Pendiente

Fuente: Elaboración Propia.

Diagramas de Flujo

Los diagramas de flujo tienen por finalidad definir el conjunto de actividades que se realizarán en el proceso, podemos definir el inicio y final del proceso representado, también podemos definir los roles que participarán en el proceso. Su simbología esta definida por la ANSI, los cuales son:

Tabla 2. Simbología de diagramas de flujo

Simbolo	Representa	Simbolo	Representa
Simboliza el inicio o final del diagrama		Conector de página
Indica un punto de decisión o alternativa, en el diagrama		Conector o enlace con el diagrama
Documento, representa cualquier tipo de documento que entra al diagrama		Actividad; representa las actividades a desarrollar
Base de Datos, representa el banco de datos de los datos		Línea de Flujo; representa la dirección de la información

Descripción de la Empresa

La empresa que será objeto de estudio, se dedica a la construcción de departamentos de interés social, es decir, proyectos de vivienda, que atienden las necesidades de los habitantes con pocas facilidades de acceso a la vivienda propia, esta empresa anualmente entrega en promedio 3,000 departamentos en todos los proyectos desarrollados a nivel nacional, por ello esta empresa se enfoca en brindar departamentos económicos, que cumplen todos los estándares de construcción peruano que es uno de los más exigentes en Latinoamérica, tiene como interés mejorar su proceso constructivo, con la finalidad de reducir costos, el proceso elegido en mejorar el lead time es el proceso del acero, este proceso es un proceso estratégico, debido a que este proceso si no llegar a cumplir con la planificación del día, perjudica todo el tren de actividades de la obra, si el proceso

del acero se demora puede perjudicar el proceso de colocado de encofrado, y perjudica el proceso de colocado de concreto.

Tabla 3. Procesos Constructivos

Item	Descripción
01	Limpieza de terreno
02	Colocar Acero de loza
03	Instalaciones Sanitarias
04	Instalaciones eléctricas
05	Colocar Formaletas
06	Colocar Concreto

La empresa constructora, tiene el proceso del acero que debe ser gestionado de manera eficiente por ser un proceso crítico en su cadena de valor, si este proceso se demora todo el tren de actividades se demorará si acaba adelantándose en su cronograma permite que los demás procesos puedan comenzar con horas de anticipación los procesos subsiguientes.

Tabla 4. Hoja de Verificación información recogida durante un mes de trabajo.

Item	Descripción	Defectos	F.R	F.A.
C1	Falta un método único de corte y habilitado	26	0.31	0.31
C2	Falta de planificación de corte	19	0.22	0.53
C3	Uso de peones en el proceso de corte	14	0.16	0.69
C4	Solo un operario en corte de acero	11	0.13	0.82
C5	Herramientas que se desgastan rápidamente	8	0.09	0.92
C6	Inasistencia laboral	3	0.04	0.95
C7	Llegan tarde los operarios al trabajo	2	0.02	0.98
C8	Prolongados tiempos en almuerzo	2	0.02	1.00

Figura 5. Diagrama de Pareto

El proceso del Acero tiene un recorrido del almacén general, en ese espacio se almacenan más de 200Tn de acero que servirán para colocarlo en el edificio de la obra, se abastecen en 42 Tn de acero, luego para por el proceso de corte de acero el cual deben ser cortados y clasificado en un trabajo de 2 Tn por día de acero, luego pasan al proceso de habilitado donde serán dobladas según el plan de corte y habilitado esto debe realizarse con precisión pues serán utilizados en el armado de columnas según las clasificaciones de obra, esto quiere decir que en la obra tenemos 6 tipos de columnas que se arman a lo largo de la obra. Seguidamente se ensamblan las columnas según clasificación para luego sea trasladado al piso de la obra que le corresponde debemos mencionar que el proyecto tiene 12 pisos de edificio. Finalmente se coloca la columna o muro según especificación técnica.

RESUMEN

ALMACÉN GENERAL	1
ALMACÉN TEMPORAL	5
OPERACIONES	3
TRANSPORTE	8

Figura 6. Proceso del Acero

90 En el VSM, observamos el proceso del acero, compuesto por el corte con C/T de 8 seg., en habilitado con C/T de 6.7 seg., ensamble de columna de C/T 88 seg., colocado de columna de C/T 19 seg., colocado de muro de C/T 20 seg., colocado de losa de C/T 14 seg. El tiempo de producción de acero se hace en 3 días, y el tiempo de procesamiento es de 155.7 seg.

Figura 7. Value Stream Mapping del proceso del acero

El takt Time de este proceso es 16.16seg., esto nos explica que el ensamble, colocado de columna, colocado de muro y colocado de losa, superan el takt time, de este proceso, por ello estos procesos son candidatos a ser la mejora de los procesos, así mismo, se calcula el número de trabajadores que deben laborar en este proceso esto se calcula así.

Se tiene en la cuadrilla 12 trabajadores lo cual contrasta con el cálculo del número de trabajadores hallado. Número de Trabajadores propuesto.

$$\# \text{ de trabajadores} = \frac{\text{tiempo de procesamiento}}{\text{takt time}}$$

$$\frac{155.7 \text{ seg}}{16.16 \text{ seg}} = 9.6 \Rightarrow 10 \text{ trabajadores}$$

Debido a este cálculo de los 12 trabajadores debe reducirse a 10 trabajadores.

Figura 8. Distribución del Trabajo de los trabajadores

La figura 8. nos explica que el proceso de corte, habilitado y colocado de losa, tienen tiempo de sobra y más bien esos trabajadores deberían en sus momentos de poca labor deberían apoyar los procesos de Ensamble de columna, colocado de columna, y colocado de muro, pues tienen exceso de trabajo, bajo este cálculo no se necesitan más trabajadores si no más bien saber redistribuir el trabajo asignado y manejo de los tiempos muertos de los procesos.

IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS

Con este análisis preliminar se identifican varias oportunidades de mejora con relación al takt time 16.16 seg, y los C/T de los procesos sean identificado 3 procesos con

oportunidad de mejorar y redistribuir los tiempos de trabajos de los 10 trabajadores. Para ello los trabajadores de corte de acero, habilitado de acero y colocado de loza, tienen tiempo disponible para poder colaborar con los trabajadores de los procesos de ensamble de acero, colocado de columna, colocado de muro, tienen mas trabajo del que pueden procesar en sus tiempos de trabajo. Por ello se deben trabajar con el Kanban para asignar la carga de trabajo.

Debido a que el tiempo de cambio C/O, es cercano a cero, no necesitan aplicar SMED, pues es la configuración es manual, y no mecánica, se podría automatizar el proceso con tecnología

ligada al tratamiento del acero, o podría trabajarse con acero dimensionado, el acero dimensionado es una alternativa para la trabajabilidad del acero teniendo todas las piezas pre dobladas, y cortadas solo utilizado para el ensamble y colocado de acero.

Se debe considerar mejorar la gestión de la información, es decir, mejorar el plan de producción del acero, para poder programar las fechas de entregas del acero y sepan cuando deben cumplir con las fechas de entregas y ordenar las entregas de las piezas de acero. Programar con 30/60/90 días el plan de producción del acero, y así poder programar sus entregas.

RESULTADOS

Se diseño el plan de implementación del VSM actual; desarrollado para el proceso del acero; se detalla los tiempos que deben de seguir los implementadores del presente plan, que

PLAN DE LA CADENA DE VALOR

Familia de Producto		Proceso del Acero		Fecha Actual		Fecha de Inicio		PLANIFICAR LAS OPORTUNIDADES DE		FIRMA													
Cadena de Valor		Proceso Constructivo		17/06/2018		02/02/2008		Objetivo del Negocio	Gerente de la Cadena de Valor	Director General													
								Gerente de Operaciones	Claudio Moreno	Gle. De la CV													
								Gerente de Operaciones	Sandro Pacheco	Gle. De Operaciones													
Ciclo de la CV		# Objetivo de la Cadena de Valor				Meta (medible)		PROGRAMA MENSUAL								Fecha Objetivo	Persona Responsable	Estado					
								E	F	M	A	M	J	J	L	A	S	O	N	D			
Ciclo del Proveedor	1	Crear Jalado con el Proveedor				Reducir el inventario de materia prima de 6 meses a 3 meses															19/01/2009	Ing. Giraldo	Completo
Ciclo de Fabricación	2	Reducir Mano de Obra				Reducir el # de trabajadores de 12 a 10 en el proceso del acero															26/02/2009	Ing. Cevallos	Completo
	3	Utilizar Kanban en Cons. Habilitado, Ensamblaje				Colocar un marcazo para definir la velocidad de corte de acero															27/03/2009	Ing. Cevallos	Pendiente
	4	Reducir el tiempo de ciclo de ensamble, tiempo de colocado de columna, colocado de muro				Asignar personas de apoyo para optimizar la producción y poder cumplir con lo planificado															27/03/2009	Ing. Montoya	Pendiente
	5	Implementar el acero dimensionado				Reducir a cero el des perdidio del acero															27/03/2009	Ing. Giraldo	Pendiente
Ciclo de Información	6	Implementar el plan de implementación de colocado de acero				Asignar plan de producción para cada mes															26/04/2009	Ing. Lopez	Pendiente
	7	Implementar el plan de producción del acero semanal, mensual y trimestral				Reducir los días perdidos y gestionar las fechas de entregas															27/04/2008	Ing. Lopez	Pendiente
	8																						

CONCLUSIONES

El plan de la cadena de valor nos permite preparar los cambios que vamos a realizar en la cadena de valor del acero, y con ello contribuimos a reducir el lead time del proceso del acero, así mismo nos ayuda a definir que herramientas lean utilizaremos para reducir los tiempos, en realidad, las herramientas que utilizaremos será el Lean Construction, por ser la herramienta mas precisa para ajustar los tiempos de entrega y reducir el lead time, es decir tener mayor control con el tren de actividades que le siguen el desarrollo de este proceso, pues el problema central es la falta de cumplimiento de los planes definidos en el proceso constructivo, y desarrollar planes como el Look ahead, las curvas S, son las herramientas que nos ayudarán a complementar este trabajo inicial en la mejora de este proceso.

Gestionar el recurso humano es clave para reducir los costos en este proceso, así mismo, planes de control nos ayuda al cumplimiento de los tiempos, y con ello gestionamos la calidad del proceso.

El uso de herramientas de estudio del

trabajo, gestión por procesos, y herramientas lean no están en conflicto, pues la idea es solucionar los problemas en producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Womack J., Jones D., Shook J., & Ferro J., (2009) *Creating Level Pull*. USA. 1-12
- Jones D., Womack J., (2003) *Seeing The Whole – Mapping the Extended Value Stream*. USA. 15–17.
- Rother M., Shook J., (1999). *Learning to see – value stream mapping to create value and eliminate muda*. USA 52, 56–68, 78–81.
- Liker J., (2004) *Las claves del éxito de Toyota 14 principios de gestión del fabricante más grande del mundo*. Barcelona. 146–157.

CORRESPONDENCIA

Mag. Gustavo Montoya Cárdenas
gustavo.montoya@productiva.pe