

IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DEL ÚLTIMO PLANIFICADOR EN UNA OBRA DE EDIFICACIÓN RESIDENCIAL EN SANTIAGO DE CHILE

AUTOR: RAFEL FRANCESC CASES COMPANY	FECHA: SEPTIEMBRE 2015
DIRECTOR Y CO-DIRECTOR: EUGENIO PELLICER ARMIÑANA ISABEL ALARCÓN GONZÁLEZ	Nº DE PÁGINAS: 144
ESCUELA / MÁSTER: ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS MÁSTER EN PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN EN INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD: UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	
PALABRAS CLAVE: GESTIÓN DE PROYECTOS, ADMINISTRACIÓN DE OBRAS, CONSTRUCCIÓN SIN PÉRDIDAS	

AGRADECIMIENTOS

A mi familia y amigos con los que he compartido tantos buenos momentos que nunca olvidaré.

A mis profesores, por su dedicación que me ha permitido mantener la motivación y alcanzar las metas propuestas.

Y en especial a mis padres y mi hermano que tanto me han apoyado durante esta etapa llena de desafíos.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	1
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	9
RESUMEN	11
1. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Contexto empresa	12
1.2. Planteamiento del problema	12
1.3. Objetivos	14
1.4. Alcance.....	14
1.5. Breve descripción del contenido del documento.....	14
2. MARCO TEÓRICO Y CONTEXTUAL	16
2.1. El sector de la edificación en Chile	16
2.2. El nacimiento de un nuevo concepto	16
2.3. ¿Que es Lean?.....	18
2.4. Lean Construction.....	20
2.5. Last Planner® System (LPS)	22
2.6. 5 S	26
2.7. Poka Yoke	27
3. MÉTODO	29
3.1. Contexto y análisis inicial del proyecto	30
3.2. Análisis del caso de estudio	30
3.2.1. Entrevistas	31
3.2.2. Observaciones.....	31
3.2.3. Análisis de documentos	31
3.3. Implantación del sistema del último planificador.....	31
3.3.1. Observaciones.....	32

3.3.2. Encuestas.....	32
3.4. Recolección de datos y análisis de resultados.	33
3.5. Conclusiones e implicaciones prácticas.	34
4. CONTEXTO Y ANÁLISIS INICIAL DEL PROYECTO	35
5. ANÁLISIS DEL CASO DE ESTUDIO.....	40
5.1. Incorporación de Oficina Técnica	41
5.2. Incorporación de departamento de calidad	50
5.3. Incorporación del departamento de Seguridad y Salud	52
5.4. Ampliación de Jefes de Obra (JO) y Encargados de Producción (EP)	53
5.5. Ampliación del personal de Suministros	54
5.6. Implantación Last Planner® System.	54
6. IMPLANTACIÓN DEL LAST PLANNER® SYSTEM	61
6.1. Programa Microsoft Project	61
6.2. Reuniones semanales	63
6.3. Planillas de evaluación y programación de compromisos	64
6.4. Listado de restricciones.....	69
6.5. Control y compromiso de subcontratos	70
6.6. Propuesta de recepción de ferralla.....	74
6.7. 5S.....	75
6.7.1. Clasificación.....	75
6.7.2. Orden.....	75
6.7.3. Limpieza.....	75
6.7.4. Estandarización.....	75
6.7.5. Disciplina	76
6.7.6. Mejora continua.....	76
6.8. Resumen.....	77
7. RESULTADOS	78
7.1. PPC	78
7.2. CNC	78
7.3. Restricciones	79
7.4. Control de avance	80
7.5. Curva S de hormigón	81

7.6.	5 S	82
7.7.	Encuestas.....	85
8.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	91
8.1.	PPC	91
8.2.	PPC y PCR	92
8.3.	Restricciones y CNC.....	93
8.4.	Avance	94
8.5.	Impactos generales de implementación	95
9.	CONCLUSIONES.....	97
9.1.	Recomendaciones	98
9.1.1	Convencimiento del Director de Ejecución y capacitación del equipo de trabajo:	98
9.1.2	Flexibilidad del sistema	98
9.1.3	Facilitador para la implementación	98
9.1.4	Sistema de seguimiento.....	99
9.2.	Limitaciones	102
10.	REFERENCIAS	103
A N E X O S.....		105
Anexo A: ENCUESTA A TRABAJADORES.....		106
Anexo B: ENCUESTA A RESPONSABLES DE AREA		107
Anexo C: PLANILLA DE PLANIFICACIÓN		108
Anexo D: PLANILLA DE PLANIFICACIÓN		109
Anexo E: EVALUACIONES SEMANALES CON PLANILLA ANTERIOR AL ESTUDIO.....		110
Anexo F: PLANIFICACIONES Y EVALUACIONES SEMANALES CON PLANILLAS NUEVAS.....		123

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Resumen Problemática (<i>F. Propia</i>).....	13
Tabla 2: Carencias e impactos inicio (<i>F. propia</i>)	39
Tabla 3: Listado de subcontratos (<i>Moller & Perez Cotapos</i>).....	48
Tabla 4: Lookahead Casas (<i>Moller & Perez Cotapos</i>)	49
Tabla 5 Figura 22: Ficha de control de calidad (<i>Luis Canelo</i>)	51
Tabla 6: Análisis de seguridad en el trabajo (<i>Moller & Pérez Cotapos</i>)	52
Tabla 7: Lookahead Casas (<i>Moller & Perez Cotapos</i>)	56
Tabla 8: Resumen del análisis (<i>F. Propia</i>).....	59
Tabla 9: Planilla de planificación semanal (<i>Moller&Perez Cotapos</i>)	59
Tabla 10: Planilla de planificación de compromisos (<i>F. Propia</i>).....	64
Tabla 11: Planilla de evaluación de compromisos (<i>F. Propia</i>)	66
Tabla 12: Listado de restricciones (<i>Inmaculada Sanchis</i>)	69
Tabla 13: Planilla para control de subcontratos (<i>F. Propia</i>)	70
Tabla 14: Planilla de control de trabajos (<i>F. Propia</i>)	73
Tabla 15: Resumen Fase 2 (<i>F. Propia</i>)	77
Tabla 16: Resumen de impacto (<i>F. Propia</i>)	96

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Triangulo Lean.....	18
Figura 2: Transformación del proceso. (<i>Koskela, 1992</i>).....	21
Figura 3: Inspecciones durante el proceso. (<i>Koskela, 1992</i>).....	21
Figura 4: LPS como diagrama de flujo (<i>Mossman, 2013</i>)	23
Figura 5: Ciclo promesa conversación (<i>Flores, 1991</i>)	25
Figura 6: 5S (<i>F.propia</i>)	27
Figura 7: Ejemplo Poka Yoke (<i>www.pdcahome.com</i>)	28
Figura 8. Análisis del contexto (<i>F. Propia</i>).....	29
Figura 9: Metodología (<i>F. Propia</i>)	30
Figura 10: Localización del proyecto (<i>Google Maps</i>)	35
Figura 11: Organigrama inicio (<i>F. propia</i>)	37
Figura 12: Organigrama durante el caso de estudio (<i>F.propia</i>)	40
Figura 13: Captura 1 Programa Microsoft Project 1 (<i>Moller & Perez Cotapos</i>)	42
Figura 14: Captura 2 Programa Microsoft Project (<i>Moller & Perez Cotapos</i>)	43
Figura 15 : Curva de hormigón (<i>Moller & Perez Cotapos</i>)	45
Figura 16: Curva mano de obra coste directo (<i>Moller & Perez Cotapos</i>)	46
Figura 17: Curva mano de obra de gastos generales (<i>Moller & Perez Cotapos</i>)	47
Figura 18: Organización del programa (<i>F. Propia</i>).....	62
Figura 19: Ejemplo de gráfico circular de restricciones (<i>F. Propia</i>).....	65
Figura 20: Ejemplo de gráfico circular de CNC (<i>F. Propia</i>)	66
Figura 21: CNC planilla resumen (<i>F. Propia</i>).....	67
Figura 22: PPC planilla resumen (<i>F. Propia</i>).....	67
Figura 23: PCR planilla resumen (<i>F. Propia</i>)	68
Figura 24: Restricciones planilla resumen (<i>F. Propia</i>).....	68
Figura 25: Grafico de PPC (<i>F. Propia</i>).....	78
Figura 26: Gráfico CNC (<i>F. Propia</i>)	79
Figura 27: Gráfico de restricciones (<i>F. Propia</i>)	80
Figura 28 Figura: Control de avance (<i>Fuente Propia</i>).....	80
Figura 29: Curva S de hormigón (<i>OT</i>)	81
Figura 30: Resultado encuesta sobre 5 S (<i>F. Propia</i>)	85
Figura 31: Impacto del programa en Microsoft Project (<i>F. Propia</i>)	85
Figura 32: Impacto de las reuniones semanales (<i>F. Propia</i>).....	86
Figura 33: Impacto de las planillas de programación y evaluación (<i>F. Propia</i>)	86
Figura 34: Impacto de la planilla resumen (<i>F. Propia</i>).....	87
Figura 35: Impacto del listado de restricciones (<i>F. Propia</i>).....	87
Figura 36: Impacto de la planilla de control de subcontrato (<i>F. Propia</i>).....	88
Figura 37: Impacto de recepción de la ferralla (<i>F. Propia</i>).....	89
Figura 38: Impacto de las 5 S (<i>F. Propia</i>)	89
Figura 39: Resumen de impacto (<i>F. Propia</i>).....	90
Figura 40: Gráfico de PPC (<i>F. Propia</i>).....	91

Figura 41: Gráfico PPC-PCR (<i>F. Propia</i>).....	92
Figura 42: Gráfico de restricciones (<i>F. Propia</i>)	93
Figura 43: Gráfico de Cronograma de proyecto - %Avance – PCR (<i>F. Propia</i>)	94

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Render Edificios (Moller&Pérez Cotapos)	36
Ilustración 2: Render casas (<i>Moller & Perez Cotapos</i>)	36
Ilustración 3: Elaboración del listado carpinteros (<i>F. propia</i>)	71
Ilustración 4: Listado carpinteros (<i>F. propia</i>)	71
Ilustración 5: Reunión entre subcontrato, EP y JO (<i>F. propia</i>).....	72
Ilustración 6: Borrador de distribución de recursos semanal (<i>JO Jorge Meneses</i>)	72
Ilustración 7: Etiqueta de ítem de ferralla (A&B)	74
Ilustración 8: Indicadores de seguridad de andamios y escaleras (Moller & Pérez Cotapos)	77
Ilustración 9: Limpieza (<i>F. Propia</i>)	82
Ilustración 10: Desorden y suciedad (<i>F. Propia</i>).....	82
Ilustración 11: zona de trabajo con riesgos	82
Ilustración 12: Delimitación de zonas con riesgo	82
Ilustración 13: Delimitación de zonas y de acopios ordenados.....	83
Ilustración 14: Zonas de circulación obstaculizadas.....	83
Ilustración 15: Zonas de circulación limpias.....	83
Ilustración 16: Desorden de zonas de acopio	83
Ilustración 17: limpieza y delimitación de transito de vehículos	83
Ilustración 18: Riesgo de caída en altura	84
Ilustración 19: Eliminación del riesgo de caída.....	84
Ilustración 20: Material no clasificado.....	84
Ilustración 21: Clasificación y orden de material	84

RESUMEN

Durante los últimos años se ha incrementado el número de empresas que han implementado el Last Planner® System (LPS), proporcionando su impacto en el desempeño de proyectos de construcción (Alarcón, Diethelm, Rojo & Calderon, 2005). En Chile, la implementación y estudio de LPS se ha concentrado en proyectos de edificación (Alarcón *et al.*, 2005).

La presente investigación se enfoca en la implementación de LPS en un proyecto de edificación en fase de estructura durante un periodo de seis meses. En este periodo, se analizó su primera implementación y se determinaron los defectos y carencias que tenía el sistema y se propusieron nuevas herramientas y protocolos para su correcta implementación.

Los resultados son contrastados con los datos obtenidos en el primer periodo de implementación. La investigación confirma el impacto del LPS de un modo tentativo debido a la brevedad del periodo de estudio y dejando evidencia de un control real de la producción. Se obtiene un alto grado de satisfacción en la evaluación de los clientes (personal de la obra). La investigación permite crear una serie de protocolos para aplicar esta metodología en proyectos habitacionales en Chile para estructuras de mando grandes y jerarquizadas.



1. INTRODUCCIÓN

1.1. Contexto empresa

La empresa Moller & Perez Cotapos es una empresa con más de cincuenta años de experiencia en el sector de la construcción, con gran visión de futuro y una fuerte apuesta por la innovación como observamos en su lema “Innovando desde la experiencia”.

Esta empresa se encuentra diversificada en las áreas de construcción y edificación, ingeniería y construcción industrial, inmobiliaria y desarrollo habitacional. Pero su campo de especialidad es la infraestructura hospitalaria, área en la que ha sido reconocida como empresa líder y de referencia. Esta empresa cuenta con grandes equipos multidisciplinares que le permiten adaptarse a sus necesidades para cubrir la demanda. En el área de construcción y edificación cuenta con más de dos millones de metros cuadrados en proyecto que aseguran la continuidad de este gran equipo y sus labores de futuro.

En 2012 la empresa Moller & Perez Cotapos contrató los servicios del grupo GEPUC (Centro de excelencia en gestión de producción de la Universidad Católica) con la intención de implementar la metodología Last Planner[®] System en algunas obras de la empresa. Este servicio consistía en un asesoramiento de talleres teóricos y sesiones prácticas.

Actualmente la empresa ya cuenta con algunas obras que funcionan correctamente con la implementación de este sistema, pero aun son muchas otras las que no se han implantado, que aun están en proceso de implantación o simplemente aplican el sistema de modo incorrecto. Por lo que existe la necesidad de corregir estos defectos de implementación y aplicación del sistema para poder conseguir las mejoras que plantea el sistema

1.2. Planteamiento del problema

En este caso particular, se trata de la ejecución de una obra de gran envergadura, con unos 32.000 metros cuadrados de terreno divididos en 8 casas unifamiliares, 2 edificios, aparcamientos, jardines y urbanización.



A esto, se suma que el equipo de trabajo no está conformado por diversas razones, una de ellas es que la mayoría de los dirigentes y trabajadores de la obra es la primera vez que trabajan para la empresa Moller & Pérez Cotapos, por lo que apenas se conocen y no existe una confianza previa además de que no conocen el modo de trabajar de cada uno.

Posiblemente por esta razón, estos, generalmente adoptan una postura más individualista, centrándose por los intereses propios de su sector asignado y siendo reacios a colaborar si no es estrictamente necesario o por orden del Director de Ejecución. Esto provoca una falta de coordinación para la distribución de los recursos además de disputas durante las reuniones por la consecución de los mismos. Por lo que se carece de una visión más global. Por otra parte, cabe destacar la ausencia de un diseño definitivo de las casas, que supone diversas modificaciones sobre lo ya ejecutado. Esto conlleva sus posteriores proyectos de demolición y nueva ejecución de las partes que suponen una gran pérdida de tiempo y coste que a priori no agregan ningún valor al cliente.

En cuanto a la planificación, observamos que se está intentando implantar el Last Planner® System, pero el principal problema es que carecen de un plan maestro de referencia. La única existencia similar es la de una carta Gantt desarrollada en fase proyecto que no resulta nada útil ni práctica por su poco realismo.

Todos estos factores generan una gran incertidumbre que desemboca en el principal de los problemas, el plazo de entrega de las viviendas terminadas es fijo e inamovible.

Tabla 1: Resumen Problemática (*F. Propia*)

PROBLEMÁTICA
Proyecto de gran magnitud
Equipo de trabajo no conformado
Problemas de coordinación
Escasa y deficiente planificación
Indefiniciones de diseño
Excesiva incertidumbre
Plazo fijo de termino de proyecto



1.3. Objetivos

-Analizar la situación inicial de una obra de edificación en Chile y detectar sus carencias al inicio del estudio.

-Describir un protocolo de implantación y seguimiento del Sistema del Último Planificador (“Last Planner[®] System”) para la planificación y control de la obra.

-Extraer propuestas prácticas y conclusiones de la de implantación y seguimiento del Sistema del Último Planificador (“Last Planner[®] System”) para la planificación y control de la obra.

1.4. Alcance

El presente proyecto analiza un caso de 8 viviendas de diseño unifamiliar distribuidas en dos niveles y una superficie media de 350m² en la ciudad de Santiago de Chile. El estudio abarcará la fase de obra gruesa dentro del periodo desde el 01-09-2014 hasta el 01-12-2014.

1.5. Breve descripción del contenido del documento

A continuación se describe la organización del presente estudio:

1. Introducción: Este capítulo contempla el contexto de la empresa donde se realiza el estudio, el planteamiento del problema, los objetivos y el alcance.
2. Marco teórico y contextual: En este capítulo se expone el contexto de la construcción chilena y se explican los conceptos básicos del Lean aplicados en el estudio.
3. Método: Este capítulo explica el proceso de cómo se ha realizado el estudio y de la metodología empleada en cada uno de los pasos.
4. Contexto inicial del proyecto: Este capítulo describe el contexto en el que se inició el proyecto así como sus principales características generales.



5. Contexto inicial del estudio: En este capítulo se describe y analiza el proyecto al inicio del estudio.
6. Implementación del Last Planner[®] System: Este capítulo describe una serie de herramientas y mejoras aplicables para la mejora del funcionamiento del proyecto.
7. Resultados: Este capítulo muestra los resultados obtenidos como consecuencia de la aplicación de las herramientas y mejoras del capítulo anterior.
8. Análisis de resultados: En este capítulo se analizan los resultados mostrados en el anterior capítulo para determinar las causas y el porqué de los mismos.
9. Conclusiones: En este capítulo verifican los objetivos propuestos y se describen una serie de recomendaciones para una implementación del Last Planner[®] System.



2. MARCO TEÓRICO Y CONTEXTUAL

2.1. El sector de la edificación en Chile

Actualmente en Chile, existe una gran globalización afectada por crisis económicas exteriores y constantes cambios de mercado, factores que impulsan a las empresas chilenas a mejorar sus rendimientos y marcar factores diferenciadores que les permitan seguir dentro del mercado. Por esta razón, las empresas chilenas han empezado a implantar en sus proyectos un enfoque “Lean”. La herramienta más utilizada actualmente en el sector y que ya ha demostrado ser efectiva es el “Last Planner® System” implementado en diversos proyectos (Alarcón *et al.*, 2005) consiguiendo reducir plazos y un aumento del desempeño.

El sector de la construcción en Chile está muy marcado por sus estructuras de cadena de mando, las cuales son muy jerárquicas. Además existe un gran número de profesionales especializados para cada trabajo. Lo que involucra una gran cantidad de especialistas y pocos trabajadores polifuncionales.

Por otra parte, la construcción en Chile se caracteriza por los métodos constructivos que se utilizan en el país debido a su carácter sísmico. Toda la estructura se compone por muros, losas y pilares de hormigón armado (incluso fachadas). Por esta razón, la mayoría de las instalaciones son concebidas dentro de la misma estructura.

Como consecuencia, existe un equipo especialista para cada actividad dentro de la fase de estructura como carpinteros, técnicos eléctricos, fontaneros, instaladores de ferralla, “concreteros”(encargados del vertido del hormigón), “trazadores” (encargados de realizar los replanteos) y otros.

2.2. El nacimiento de un nuevo concepto

Para introducirnos en el nacimiento del concepto lean, nos remontamos a 1932, cuando se creó la empresa Toyoda Automatic Loom fundada por Sakichi Toyoda. Este mismo implanto algunos conceptos básicos como el “Jidoka” (la máquina se detiene



automáticamente cuando ocurre un problema. “Calidad incorporada”) y las “5-Whys” (cuando ocurre un problema, hay que preguntarse cinco veces por qué para averiguar su causa real y poder solucionarla de raíz). Posteriormente Sakichi Toyoda creó una nueva división de automóviles bajo la dirección de su hijo Kiichiro Toyoda. Aunque, no fue hasta 1933 cuando se consolidó como empresa independiente con el nombre de Toyota Motor Co. El mismo Kiichiro Toyoda, en la época de la preguerra, importó de Alemania el sistema “Produktionstakt” ahora conocido como “Tackt time” (Holweg, 2007) el cual se basa simplemente en una producción a ritmo constante según los requerimientos de la demanda. Durante la segunda guerra mundial, Toyota se dedicó a la producción de camiones para el ejército bajo demanda del estado.

En 1950, el director general de la empresa, viaja a los Estados Unidos para estudiar los métodos de producción empleados en las principales empresas de la competencia, la denominada producción en masa.

Posteriormente, Taiichi Oho, fue el personaje clave en el desarrollo de la empresa. Una persona sin ideas preconcebidas en campo de la fabricación de automóviles, que a través de la filosofía “Just in Time” (todas las piezas para el montaje debían estar en la misma línea justo a tiempo para su aplicación por los operarios) y de su “enfoque de sentido común” (Womack, Jones & Roos, 1990) revolucionó el sector. Su principal idea era la de dividir los grandes lotes de producción en otros más pequeños. De este modo reducir los inventarios excesivos que provocaban sobrecostes y además evitar un mayor número de defectos, ya que cuando se detectaban los defectos afectaban a un menor número de unidades (Womack *et al.*, 1990).

Por lo tanto, podemos decir que la idea “Lean” nace a través del perfeccionamiento del sistema de producción en masa a un sistema de producción ajustada a la demanda (Fujimoto, 1999). Este sistema de producción no fue del interés del resto de competidores hasta que se produjo la crisis del petróleo de 1973 que provocó un cambio de preferencias en el mercado y por lo tanto, un fuerte interés en la investigación y desarrollo con el objetivo de ser competitivos.

En 1979 el Massachusetts Institute of Technology realizó una investigación sobre el mercado automovilístico que dio como resultado el libro “The Machine that Changed the

World” (Womack et al, 1990). El cual describe la evolución del mercado del automóvil así como los diferentes métodos de producción y sus diferencias remarcando la eliminación de pérdidas.

El termino Lean como tal, apareció por primera vez en el artículo “Triumph of the Lean Production System” (Krafcik, 1988), el cual había sido ingeniero de calidad en la Toyota.

2.3. ¿Que es Lean?

El concepto Lean tiene como objetivo principal añadir valor, por consecuente, todo lo que no añade valor se considera como pérdida.

Este concepto lo podemos definir como un tripode o mesa de tres patas, es decir, esta conformado por tres aspectos que deben estar equilibrados y que tienen como meta la perfección. Una mesa de tres patas niveladas que nunca cojea.

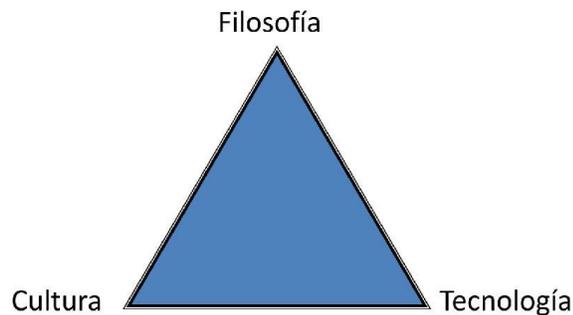


Figura 1: Triangulo Lean.

Una de estas patas sería la filosofía, una serie de principios que se definen a través de conceptos como valor y pérdidas.

Otra es la cultura, esta debe aceptarse dentro de los trabajadores para que estos tengan un compromiso para con sus responsabilidades y una mayor flexibilidad que les ayude a ser mas competentes.



Por último, la tecnología, puede definirse como la serie de herramientas que nos ayudan llevar a cabo la aplicación práctica del concepto Lean. Por ejemplo, el Value Stream Mapping, el Last Planner System, Poka Yokes...

En la filosofía Lean podemos diferenciar tres tipos de principios:

El primero, Mura (desigualdad), se refiere a cualquier pérdida producida como consecuencia de variaciones en el coste, la calidad o condiciones de entrega.

El segundo, Muri (exceso), es decir sobrecarga no razonable sobre la capacidad de los recursos del sistema.

El tercero, Muda (desperdicio), es cualquier actividad o tarea que consumen recursos o tiempo sin aportar valor al producto o servicio.

De este modo podemos definir tres tipos de tareas o actividades. Las que aportan valor (productivas), las que no aportan valor, pero, se precisan por falta de tecnología (contributivas). Y las que no aportan valor que además no son necesarias (no contributivas).

(Sayer & Williams, 2007)

Se pueden distinguir siete tipos de desperdicios del Lean Manufacturing:

- 1-Defectos en los productos.
- 2-Sobreproducción de bienes no necesarios.
- 3-Inventarios de bienes en espera.
- 4-Procesamiento innecesario.
- 5-Movimiento innecesario de operarios.
- 6-Transporte innecesario de bienes.
- 7-Esperas de recursos productivos debidas a actividades predecesoras.

A través de esta teoría, se basa el Modelo Toyota con 14 principios:

- 1- Tomar las decisiones con una filosofía de largo plazo
- 2- Crear un flujo de proceso continuo para capturar los problemas y llevarlos hacia la superficie.



- 3- Utilizar sistemas PULL (tirar) para evitar la producción excesiva.
 - 4- Nivelar la carga de trabajo (HEIJUNKA).
 - 5- Crear una cultura de parar a fin de resolver los problemas, para lograr una buena calidad a la primera.
 - 6- Las tareas estandarizadas son el fundamento de la mejora continua y de la autonomía del empleado.
 - 7- Utilizar el control visual de modo que no se oculten los problemas.
 - 8- Utilizar sólo tecnología fiable que esté absolutamente probada que dé servicio a su personal y a sus procesos.
 - 9- Hacer crecer a líderes que comprendan perfectamente el trabajo, vivan la filosofía y la enseñen a otros.
 - 10- Desarrollar personas y equipos excepcionales que sigan la filosofía de la empresa.
 - 11- Respetar la red extendida de socios y proveedores, desafiándoles y ayudándoles a mejorar.
 - 12- Ver por uno mismo para comprender a fondo la situación (GENCHI GEMBUTSU).
 - 13- Tomar decisiones por consenso lentamente, considerando concienzudamente todas las opciones; implementarlas rápido.
 - 14- Convertir la organización en una que aprende mediante la reflexión constante (HANSEI) y la mejora continua (KAIZEN).
- (Morgan & Liker, 2006)

2.4. Lean Construction

La aparición de la primera aplicación del concepto Lean en el campo de la construcción fue en el artículo “Application of the New Production Philosophy to Construction” (Koskela, 1992). Aunque no se hace referencia al término Lean, sí que se describe como adaptar esta nueva filosofía en la construcción.

La construcción es un sector muy tradicional, el cual se ha visionado como proceso formado por actividades o subprocesos que tienen una entrada de material o mano de obra y una salida en forma de producto.

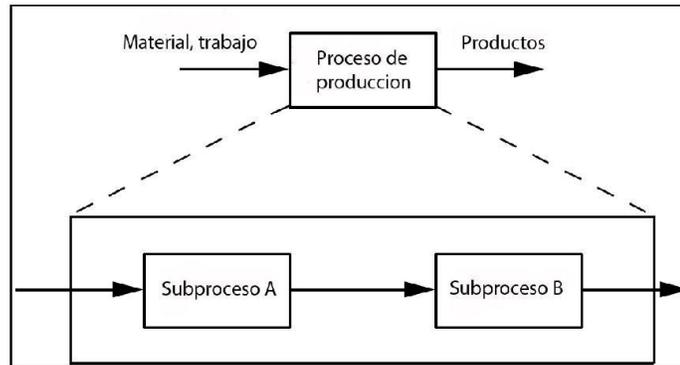


Figura 2: Transformación del proceso. (Koskela, 1992)

El proceso de construcción debería entenderse como un flujo continuo en el cual se pudieran realizar controles de los subprocesos. Además, los defectos detectados, en su mayoría son solo síntomas de las verdaderas causas (Koskela, 1992).

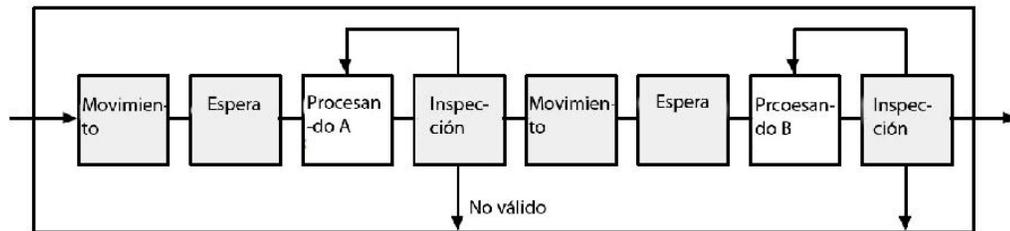


Figura 3: Inspecciones durante el proceso. (Koskela, 1992)

Dentro de las “Tecnologías” Lean podemos identificar una serie de sistemas o herramientas que se han desarrollado a lo largo de la historia.



2.5. Last Planner® System (LPS)

Esta metodología implica un cambio de hábitos en los agentes de la construcción, puesto que una de sus principales características es el trabajo en equipo. Es decir, se precisa de la colaboración entre los diversos agentes (técnicos, capataces, encargados, jefes ...) para lograr una planificación conjunta, donde se decidirá que, cuando y como se realizarán los trabajos. De este modo se consigue un compromiso para cumplir las tareas a ejecutar que son realizables (Mossman, 2013).

Este sistema, no es un método que reemplace o compita con los métodos de camino crítico o redes de flechas, sino que lo complementa. Es decir, el LPS se encarga de medir la variabilidad e incrementar la fiabilidad de la planificación para tener un mayor control sobre la incertidumbre mientras que los sistemas de camino crítico son más útiles para la gestión de contratos (Alarcon & Pellicer, 2009).

El LPS puede resumirse en cinco ideas principales:

- 1-Colaboración y participación de los diversos agentes intervinientes en todas las fases de proyecto.
- 2-Incrementar el flujo de conocimiento, compartiendo los errores y soluciones adoptadas entre todos los agentes.
- 3-Considerar los proyectos como cadenas de compromiso.
- 4-Optimizar el proyecto de manera global, ya que la división de intereses entre los agentes intervinientes conducen constantemente a problemas de coordinación.
- 5-Mejora continua a través de la retroalimentación de los errores.

(Alarcon & Pellicer, 2009)

El LPS está compuesto cinco fases de planificación en cascada (Mossman, 2013):

1-La planificación colaborativa:

Durante el proyecto, debemos de distinguir dos tipos de clientes. Por un lado el usuario final y por otro el subcontratista que nos sucederá en la ejecución. Por esta razón, una planificación inversa ayuda a aflorar las necesidades de los proveedores o subcontratistas.



Figura 4: LPS como diagrama de flujo (Mossman, 2013)

En esta, se implican desde el inicio todos los proveedores y subcontratistas en la elaboración de la planificación general y de cada una de las fases en una reunión llamada “pull sesión”. En esta sesión se reúnen proveedores y subcontratistas junto con los principales agentes de la ejecución del proyecto para coordinarse y elaborar un plan de trabajo empezando la programación en orden inverso a la ejecución. Es decir, desde los hitos más lejanos a los más cercanos.

Las holguras, se sitúan de modo estratégico, para mantener los siete flujos críticos de modo continuo y hacer más previsible la planificación.

Los siete flujos críticos son: Recursos humanos, Información, Herramientas, Maquinaria, Tareas precedentes, Seguridad colectiva, Seguridad del área de trabajo. (Koskela, 2000).

Sin embargo, la planificación debe ser actualizada mediante un proceso de mejora continua y puesta a punto. De lo contrario, los beneficios de esta gestión se ven reducidos a las fases iniciales del proyecto.



2- La puesta a punto:

Anteriormente se han enumerado los siete flujos que resultan críticos en la ejecución de la obras. En esta fase, se realiza una hoja de control donde se revisan sistemáticamente las restricciones de cada flujo para la realización de las tareas programadas a medio plazo (de 4 a 8 semanas). Esto permite que las tareas esten listas para su producción en el momento requerido. También permite realizarlas de modo más seguro, ya que puede preverse del modo que se van a realizar. Además, se obtiene una mayor certeza de tiempos, materiales y los equipos a utilizar, lo que supone una reducción de perdidas.

3-Evaluación y control de la producción:

Durante la ejecución del proyecto, se fijan reuniones periódicas (semanales) para la evaluación y posterior planificación. A estas reuniones asisten todos los últimos planificadores y no debe durar mas de 1 hora. El objetivo de estas reuniones es la de revisar las tareas ejecutadas la semana anterior y programar las de la siguiente.

Cada encargado, propone un plan de ejecución para su equipo, este se expone conjuntamente al de los otros encargados, para comprobar su viabilidad e interdependencias que provoquen restricciones en alguno de los siete flujos críticos.

Uno de los errores mas frecuentes por parte de los encargados, es la de asumir compromisos excesivos. Por esto deben respetarse dos reglas basicas de compromiso: Si te comprometes, hazlo. Y si no se puede hacer, no te comprometas.

El proceso sistematico de LPS asegura la programación para la ejecución de las tareas en el momento que sea posible.

El programa define cuando deben ejecutarse las tareas y da el check al subcontratista para que de inicio. Los jefes de equipo, solo adquieren los compromisos una vez acordadas las condiciones, su fecha de fin y la seguridad de ser ejecutada.

Una vez ejecutada, el jefe de equipo declara la tarea como entregada de modo que esta pasa a ser validada por su superior y posterior aceptación o rechazo.



Figura 5: Ciclo promesa conversación (Flores, 1991))

Esta disciplina, mejora la implicación de los encargados y operarios que pasan a ser miembros de un equipo dedicado al cumplimiento. De este modo afecta la presión de grupo generada por el compromiso, mejorando la iniciativa, el esfuerzo por mantener la promesa y adaptarse al rendimiento de los demás de modo que se consigue una mejora del rendimiento global.

4-Gestión de la producción:

La presión de grupo tiene eficacia en función del sentimiento de responsabilidad compartida hacia la ejecución del proyecto. La planificación colaborativa, y las reuniones son muy útiles para potenciar esta actitud.

Una breve reunión informal diaria a pie de obra permite realizar ajustes de última hora que sean necesarios y resulten vitales. Una de las misiones más importantes de un jefe, es mantener la moral de sus trabajadores.

5-Medición aprendizaje y mejora continua:

Esta fase se lleva a cabo en el proceso de evaluación, durante las reuniones periódicas. Todos estos procesos contribuyen a que el flujo de trabajo sea continuo, predecible y

mejorado. La metodología LPS propone un indicador para ello que consta en un porcentaje de compromisos cumplidos. Esto nos permite medir la calidad de las promesas hechas. Además de un análisis de las causas de no cumplimiento mediante otras herramientas para determinar los problemas y poder adoptar las soluciones correctivas necesarias.

2.6. 5 S

Este método, conocido por la primera letra del nombre en japonés que designa cada etapa. Este, surgió en la Toyota en los años 1960 con el objetivo de lograr una mejor organización en los lugares de trabajo y obtener una mayor productividad así como un mejor entorno laboral.

El método consta de cinco fases:

1-Seiri (Clasificación): Esta fase se encarga de identificar los elementos necesarios en el area de trabajo y desprenderse del resto.



2-Seiton (Orden): Consiste en ubicar los elementos necesarios para realizar el trabajo de modo que sea facil y rapido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.



3-Seiso (limpieza): Una vez despejado y ordenado el espacio de trabajo se procede a la limpieza del mismo, identificando las causas de la suciedad y tomando las medidas necesarias para que no vuelvan a aparecer y asegurandose que no puedan afectar en las operaciones.



4-Seiketsu (Estandarización): Se trata de la normalización de las tres fases anteriores, realizando revisiones periodicas que nos permiten detectar cualquier anomalía.



5-SHITSU (Disciplina): El objetivo de esta fase es hacer a todos participes de esta herramienta con el fin de que se mantenga y se mejore continuamente.

(Hernández & Vizán, 2013).

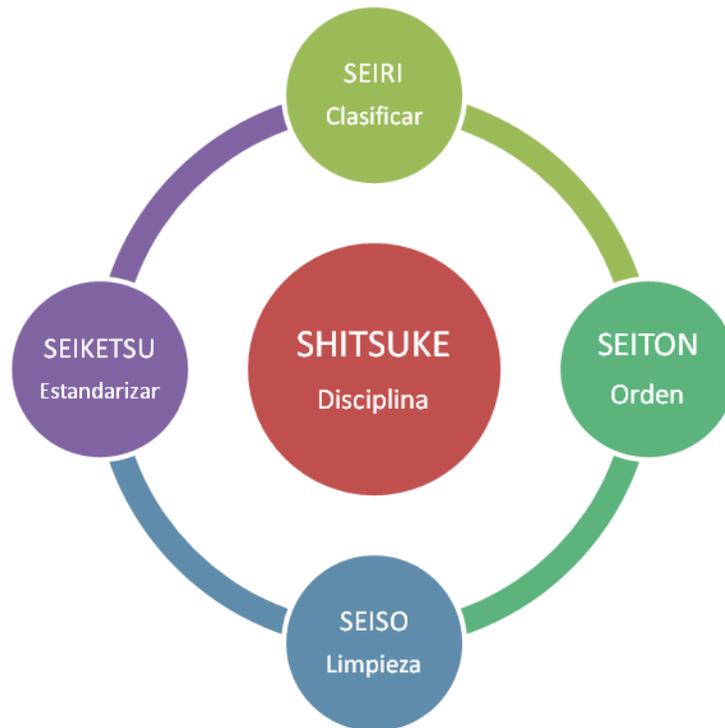


Figura 6: 5S (F.propia)

2.7. Poka Yoke

Este dispositivo fue introducido en Toyota en la década de 1960 por el ingeniero Shigeo Shingo. Aunque ya existían con anterioridad, no fue hasta su introducción en la Toyota cuando se convirtieron en una técnica común de calidad.

La palabra japonesa “Poka Yoke” significa literalmente a prueba de errores. Es una prueba de calidad que se aplica con el fin de evitar errores durante una operación. Su objetivo principal es imposibilitar de algún modo el error humano o en todo caso, resaltar el error cometido de tal manera que sea obvio para el que lo ha cometido (Shingo, S., 1986).

Hoy en día los poka yokes están a la orden del día y los utilizamos constantemente en nuestra vida cotidiana, como por ejemplo el conector USB del ordenador.

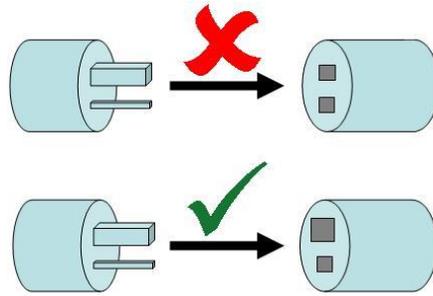


Figura 7: Ejemplo Poka Yoke (www.pdcahome.com)

3. MÉTODO

En este apartado se describe la metodología empleada para la consecución de los objetivos planteados.

La presente metodología se divide en las siguientes fases:

1. Búsqueda Bibliográfica: Se realizaron búsquedas de información en internet así como la asistencia a cursos especializados en materia Lean.
2. Análisis del contexto inicial: Se realizaron entrevistas, observaciones así como análisis de documentos. Se divide en dos partes, en la primera se analiza el contexto al inicio del proyecto y en la segunda se analiza el contexto al inicio del estudio del caso como se indica en el siguiente esquema:

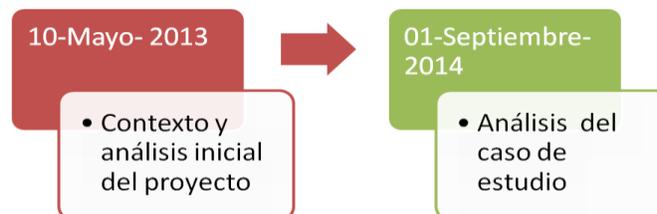


Figura 8. Análisis del contexto (*F. Propia*)

3. Implantación del LPS: Consiste en la elaboración y aplicación de propuestas realizadas en base a los datos obtenidos en el análisis del caso de estudio.

4. Recopilación de datos y análisis: Recolección de datos mediante encuestas e indicadores para su posterior análisis y elaboración de conclusiones.

5. Conclusiones e implicaciones prácticas: Se analiza la consecución de objetivos y en base a las conclusiones del análisis se realizan una serie de recomendaciones.



Figura 9: Metodología (*F. Propia*)

3.1. Contexto y análisis inicial del proyecto

Se analizó el contexto inicial del proyecto mediante diversas entrevistas a los cargos principales de la obra como Jefes de Obra y Director de Ejecución.

Luego se determina la situación inicial de la obra, su organización y su funcionamiento en factores de planificación, calidad, seguridad y sus carencias de control.

3.2. Análisis del caso de estudio

Se analizó la situación de la obra, su organización y su funcionamiento en factores de planificación, control, calidad, y seguridad mediante observaciones directas en la obra además de la participación en los procesos de planificación.



Se analizaron las herramientas empleadas por los responsables de la obra en cada campo para realizar la planificación y el control de factores anteriormente mencionados y así detectar sus aportaciones y deficiencias.

3.2.1. Entrevistas

Las entrevistas que se realizaron en esta etapa fueron no estructuradas. El motivo principal de esto fue para dar libertad al entrevistado de presentar sus herramientas, el modo de trabajar y plantear sus opiniones e inquietudes.

3.2.2. Observaciones

Las observaciones realizadas en esta fase fueron observaciones directas y no participativas con el fin de no influir para determinar el estado actual de la obra en aspectos de planificación, seguridad, organización, calidad y control. Estas observaciones se realizaron diariamente en la obra y semanalmente en las reuniones de planificación.

3.2.3. Análisis de documentos

Se analizaron de modo cualitativo todos los documentos referentes a las herramientas utilizadas por los entrevistados con el fin de detectar fallos en el funcionamiento de las mismas. Ya sea en su utilización como en su contenido.

3.3. Implantación del sistema del último planificador.

Para la implantación del LPS se realizaron una serie de actividades, las cuales se detallan a continuación:

-Se realizaron una serie de propuestas de mejora y se diseñaron y perfeccionaron una serie de herramientas con la intención de cumplir los objetivos planteados.



-La implementación de estas propuestas y herramientas siguió un método heurístico y progresivo según iba llevándose a cabo la aceptación y aprendizaje del uso de las mismas adaptándose al usuario.

-La toma de datos se realizó semanalmente mediante un control documental realizado a través de las herramientas implementadas, del control visual de la obra de entrevistas y de encuestas.

3.3.1. Observaciones

Las observaciones realizadas en esta fase fueron observaciones directas y participativas con el fin de influir para la correcta implementación de las herramientas diseñadas para el control de la obra en aspectos de planificación, seguridad, organización y calidad. Estas observaciones se realizaron diariamente en terreno y semanalmente en las reuniones de planificación. Algunas de ellas han sido plasmadas en un reportaje fotográfico.

3.3.2. Encuestas

Se han realizado dos encuestas. Una para determinar el grado de influencia positiva de la variable independiente de las 5S en los factores de coste, calidad, seguridad, plazo de ejecución y planificación. Esta encuesta se realizó a un total de 33 trabajadores con representatividad de las diferentes especialidades de trabajo. Ver anexo A.

La otra se ha realizado a los cargos de Director de Ejecución, Jefe de Obra, Encargado de Producción, Oficina Técnica y Encargado de Calidad para determinar el impacto de todas las variables independientes en los factores de coste, calidad, seguridad, plazo de ejecución y planificación. Ver anexo B.

Estas encuestas se realizaron a finales del mes de Noviembre para garantizar que los resultados de las encuestas fueran acordes a la implementación.



3.4. Recolección de datos y análisis de resultados.

La recolección de datos para la elaboración de resultados se realizó a través las herramientas diseñadas e implementadas como son: Un programa en Microsoft Project, Planillas de programación semanal, Planillas de evaluación semanal, Planilla de resumen.

Para el control de la variable dependiente del plazo se empleó un programa en Microsoft Project como variable independiente que permitió controlar el estado de avance en porcentaje y compararlo con los diferentes cronogramas de proyecto actualizados semanalmente y con la línea base del cronograma de proyecto.

Para el control de la variable dependiente de compromisos, se empleó una planilla de evaluación en formato Excel. Esta se cumplimentó semanalmente durante las reuniones de planificación. Además esta planilla realiza un control estadístico de cumplimiento.

$$\text{Porcentaje de Promesas Cumplidas (PPC)} = \frac{\text{Promesas cumplidas}}{\text{Total de promesas}}$$

En esta misma planilla analiza estadísticamente de modo cualitativo las Causas de No Cumplimiento (CNC) de los compromisos en modo de porcentaje.

$$\text{Porcentaje de CNC "X"} = \frac{\text{nº de "X" CNC}}{\text{nº total CNC}}$$

El control de la variable restricciones y de sus liberaciones se realizó a través de unas planillas en formato Excel cumplimentada en las reuniones de planificación semanal.

EL control de esta variable se realizó de dos modos.

De modo cuantitativo, se controlaba el número de restricciones liberadas y comparaba con el número total de restricciones dando resultado al Porcentaje Cumplido de Restricciones (PCR).

$$\text{PCR} = \frac{\text{nº de restricciones liberadas}}{\text{nº total de restricciones}}$$



De modo cualitativo, controló el número de restricciones por tipo realizando un control estadístico cualitativo.

$$\text{Porcentaje de restricción "X"} = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ de restricciones "X"}}{\text{n}^{\circ} \text{ total de restricciones}}$$

Además, mediante el uso de una planilla resumen, se controlaron los históricos de las variables dependientes mencionadas en este apartado representadas en gráficos de líneas en el caso de estadísticas cuantitativas y en gráficos circulares en el caso de estadísticas cualitativas.

3.5. Conclusiones e implicaciones prácticas.

Se realizó un breve resumen de la actividad anterior y se determinó la consecución de objetivos. Además se realizó una guía con una serie de recomendaciones en base a los resultados del análisis.

4. CONTEXTO Y ANÁLISIS INICIAL DEL PROYECTO

El proyecto Parque Santa María Manquehue, es un proyecto de carácter habitacional. Este proyecto se ubica en el cruce entre las avenidas Parque Antonio Rabat y Carolina Rabat, en un solar de 32.000 m² divididos en dos edificios, ocho casas y la urbanización que comprende portería y cuarto de basuras.

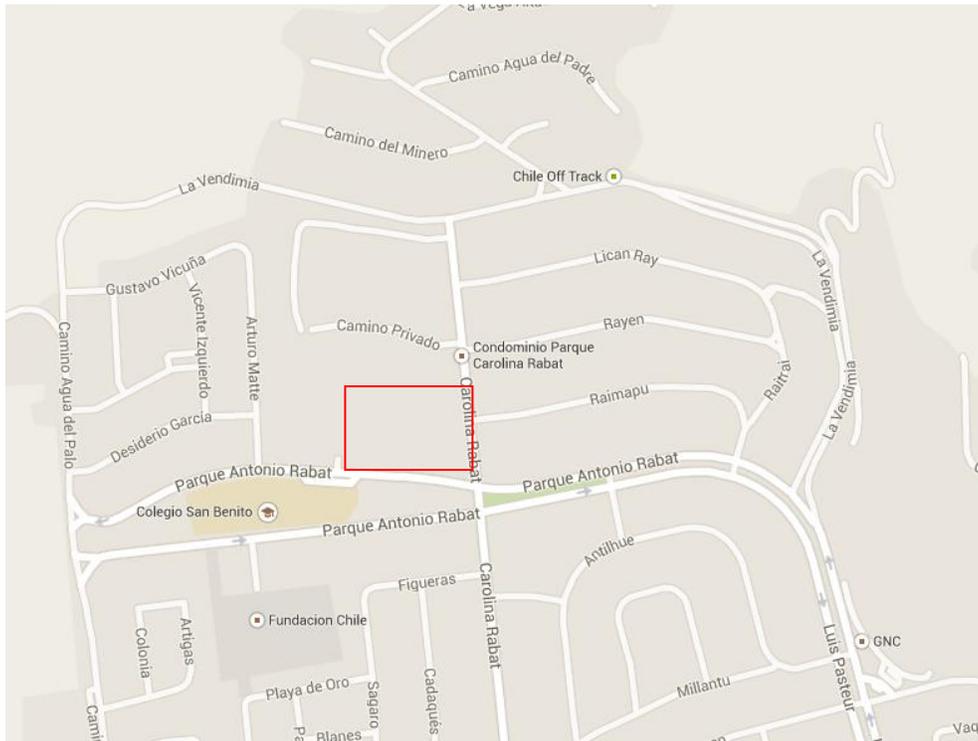


Figura 10: Localización del proyecto (*Google Maps*)

Los edificios constan cada uno de dos subterráneos y tres pisos en los que se ubican departamentos entre 650m² y 440m² cada uno además de estacionamientos.

También se ubican ocho casas con 350 m² cada una que constan de dos pisos, estacionamiento y jardín con barbacoa. A todo esto se agrega el proyecto de urbanización el cual incluye los tránsitos, accesos, portería de recepción, cuarto de basuras y las instalaciones generales de agua, electricidad y gas.



Ilustración 1: Render Edificios (Moller&Pérez Cotapos)



Ilustración 2: Render casas (*Moller & Perez Cotapos*)

El presente proyecto se ubica en una zona alejada del núcleo urbano y de carácter residencial. Tiene la peculiaridad de tener un horario restringido desde las 8:30 de la mañana hasta la 18:00 de la tarde para la realización de los trabajos.

Esta restricción viene dada por el mismo colectivo de residentes y su normativa de convivencia vecinal, por lo tanto, el no cumplimiento de dicho horario acarrearía consecuencias negativas para el desarrollo del proyecto por litigios vecinales.

Por otra parte ubicarse en una zona alejada al núcleo urbano dificulta el desplazamiento de los trabajadores que han de desplazarse a través del transporte público y conlleva numerosos transbordos entre líneas de metro y autobuses en hora punta. Esto repercute de manera negativa en la puntualidad de todos los trabajadores ya que la lejanía del proyecto sumado a que el inicio de los trabajos se ve retrasado por temas de convivencia vecinal propicia un escenario de conducta general a la impuntualidad que genera un inicio retrasado general de todos los trabajos

La ejecución se inició el 10 de mayo de 2013 con el inicio de los trabajos de excavación de pilas para el posterior desmonte de tierra y proseguir con la ejecución de los cimientos de los edificios.

Por otra parte, el inicio de los trabajos para la ejecución de las cimentaciones de las casas no necesita de desmonte de tierra por lo que procede directamente al allanado del solar y el replanteo de las cimentaciones.

Durante el inicio de la obra, la organización del personal era el siguiente:

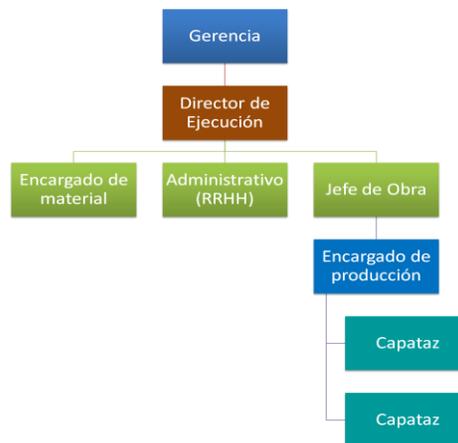


Figura 11: Organigrama inicio (*F. propia*)

Respecto a la programación y control de la obra en este periodo, cabe destacar que no existe ninguna programación ni control documental del avance y estado de la obra.



Probablemente, esto pueda deberse a la escasa información en cuanto a definición de proyecto. Ya que en este punto solo se sabía con certeza relativa de los planos de estructura.

Como podemos observar en la “Figura 12”, hay carencia de una oficina técnica que se encargue de realizar los registros correspondientes de facturación de subcontratos, suministros de material, inventarios, así como la certificación de hormigones y otros materiales. Además de realizar los controles de avance pertinentes como curvas de hormigón, de mano de obra, materiales, costes generales y realizar el estudio de cotizaciones.

Debido al escaso personal de obra es comprensible que no existiera tal control ya que no hay ninguna persona que se encargue de ello y como consecuencia genera diversas patologías.

Como ejemplo, la incertidumbre generada sobre el plazo de término de los trabajos. No se puede estimar una fecha de fin y con ello los costes generales de estructura ni de mano de obra que comportan. De este modo se genera una incertidumbre en el coste de ejecución, es decir, no podemos controlar el coste de final de ejecución de obra.

Esta incertidumbre en el plazo y en el coste afecta también al beneficio que obtendrá el inversor en su tasa de retorno, ya que las dos principales variables de esta son los flujos de caja en el tiempo, dos variables que a priori no están siendo controladas. Este descontrol puede abocar al fracaso del proyecto con sobrecostes inesperados y un plazo demasiado elevado que debido a la inflación o a variables del mercado que generan más incertidumbre con el tiempo supongan una menor tasa de retorno para el inversor o incluso que esta sea negativa.

No se ha realizado ninguna organización de los trabajos, es decir, no se han definido aun como se van a ejecutar definitivamente por lo que no se tiene aun una buena previsión de los equipos, herramientas, materiales y subcontratos que van a ejecutar cada trabajo ni el modo en que lo van a realizar. Esto también supone un problema para la prevención de riesgos laborales, ya que si no sabemos lo que vamos a ejecutar, ni quién lo va a ejecutar ni como, no podemos establecer medidas para hacerlo de modo seguro para los trabajadores.



Al mismo tiempo observamos que solo se cuenta con un encargado para supervisar los trabajos con el apoyo del Jefe de Obra por lo que en un inicio debido a los trabajos iniciales no parece ningún problema pero el tener diversos focos de trabajos y además alejados junto con un escaso personal de control, generan poco aseguramiento de la calidad de los trabajos por lo tanto una mayor facilidad en la aparición de defectos y errores. Cabe añadir que no se cuenta con un departamento de calidad y por tanto la ausencia de un agente que se encargue de garantizar el cumplimiento de calidad de los trabajos y de documentar tanto los trabajos bien entregados como las no conformidades de calidad conforme a lo establecido en la normativa y requerimientos del proyecto.

También existe la carencia de un departamento de seguridad y salud, que se encargue de capacitar a los trabajadores en la materia y controle que los trabajos se realizan de un modo seguro para todos los trabajadores.

Tabla 2: Carencias e impactos inicio (*F. propia*)

CARENCIAS	IMPACTO
Control de producción	Bajos rendimientos y defectos de ejecución
Control documental de calidad	Mayor probabilidad de defectos
Programación y control de avance	Incertidumbre en plazos y costes.
Control de seguridad y salud	Mayor probabilidad de accidentes.
Control de inventarios y suministros	Paralización o reorientación de la producción.

En conclusión podemos definir que la obra comienza su ejecución con una serie de carencias muy importantes. Falta de Planificación en ámbitos constructivos y financieros, falta de control documental de ejecución y una organización de personal escasa no solo por el tamaño del proyecto, sino por la ausencia de personal que se encargue de estas carencias que tendrían que estar resueltas para cualquier proyecto.

5. ANÁLISIS DEL CASO DE ESTUDIO

En este periodo se toman una serie de medidas para suplir las carencias mencionadas en el apartado anterior. Estas medidas consisten en la incorporación de una Oficina Técnica, un departamento de Calidad, un departamento de Seguridad y el incremento de personal de Encargados de Producción, Jefes de Obra y de personal de suministros en cuanto a personal se refiere. Dando resultado al siguiente organigrama:

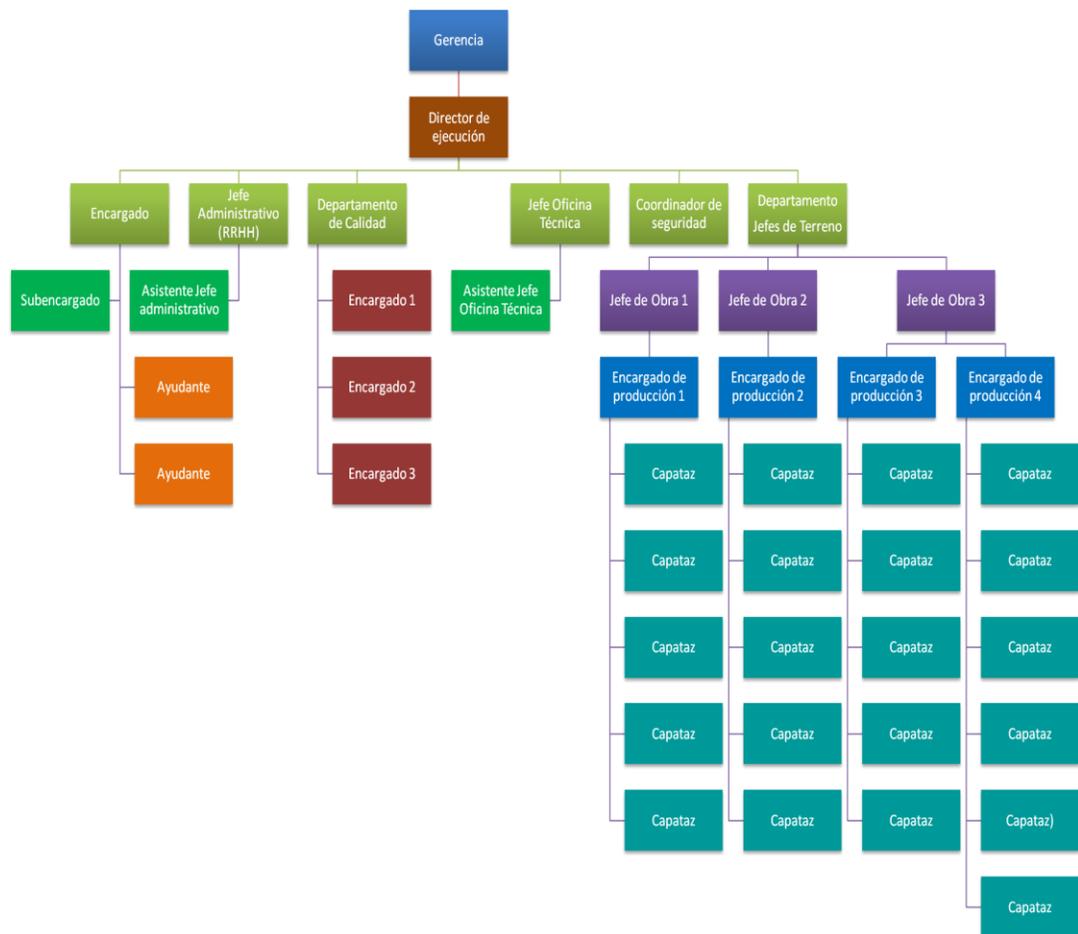


Figura 12: Organigrama durante el caso de estudio (*F.propia*)

Cada una de las anteriores incorporaciones, tiene un aporte significativo en cuanto a las problemática detectadas en la fase anterior. Además, se inicia con la implantación del sistema de planificación “Last Planner® System”.



A continuación se detallan los aportes realizados por cada incorporación, la intención de su aplicación y sus defectos con respecto a su funcionalidad.

5.1. Incorporación de Oficina Técnica

Con la incorporación de la Oficina Técnica, se aplican una serie de herramientas que son incluidas en un informe que se realiza bisemanalmente dirigido a la gerencia de la empresa. Este informe se describe en los siguientes apartados:

a) Estado de avance

El estado de avance descrito en el Informe Bisemanal, está elaborado a partir de una un programa Project. Este programa esta dividido en 3 niveles.

En un primer nivel, se encuentran las fases de estructura, Terminaciones, Obras exteriores, Urbanización, Portería y Sala de Basura y Certificaciones.

En el segundo nivel se encuentran las sub-fases a desarrollar en cada fase. Como podemos observar en la “Figura 14”, en la fase de estructura podemos determinar las sub-fases de cimentaciones, vigas de cimentación, Muros de primer nivel... etc. En el tercer nivel observamos cada sub-fase desglosada en actividades como replanteo, ferralla, encofrado y hormigón en la mayoría de las sub-fases.

Cada fase, sub-fase o actividad, tiene asignada una duración determinada, asignada por aproximación, según los criterios y la experiencia del director de ejecución de la obra. También contiene la información de fecha de inicio y término así como el porcentaje de avance programado y el avance real, esta diferencia de porcentaje se vuelca en la última columna en días de ventaja o de atraso del programa inicial. La intención de aporte de esta herramienta es una programación a seguir de modo detallado, para poder conocer el estado de avance real de la obra así como los adelantos o atrasos en días respecto a la programación inicial.

CASAS	283 días	lun 17-03-14	mié 15-04-15	26%	14%	-33,96
OBRA GRUESA CASAS	114 días	lun 05-05-14	jue 09-10-14	76%	58%	-20,52
FUNDACIONES	32 días	lun 05-05-14	mar 17-06-14	100%	97%	-0,96
TRAZADO Y EXCAVACION	30 días	lun 05-05-14	vie 13-06-14	100%	100%	0
ENFIERRADURA	10 días	lun 26-05-14	vie 06-06-14	100%	95%	-0,5
MOLDAJE	10 días	jue 29-05-14	mié 11-06-14	100%	95%	-0,5
HORMIGÓN	10 días	mié 04-06-14	mar 17-06-14	100%	90%	-1
VIGAS DE FUNDACION	20 días	mié 11-06-14	mar 08-07-14	100%	90%	-2
TRAZADO	10 días	mié 11-06-14	mar 24-06-14	100%	95%	-0,5
ENFIERRADURA	10 días	lun 16-06-14	vie 27-06-14	100%	90%	-1
MOLDAJE	10 días	jue 19-06-14	mié 02-07-14	100%	90%	-1
HORMIGÓN	10 días	mié 25-06-14	mar 08-07-14	100%	85%	-1,5
MUROS NIVEL 1	39 días	mié 04-06-14	lun 28-07-14	100%	75%	-9,75
TRAZADO	15 días	mié 04-06-14	mar 24-06-14	100%	87%	-1,95
ENFIERRADURA	20 días	lun 09-06-14	vie 04-07-14	100%	85%	-3
MOLDAJE	20 días	jue 19-06-14	mié 16-07-14	100%	70%	-6
HORMIGÓN	20 días	mar 01-07-14	lun 28-07-14	100%	60%	-8
RADIER	36 días	mar 01-07-14	mar 19-08-14	100%	38%	-22,32
MOVIMIENTO DE TIERRA (RELLENO)	15 días	mar 01-07-14	lun 21-07-14	100%	38%	-9,3
BASE ESTABILIZADA	15 días	mar 15-07-14	lun 04-08-14	100%	38%	-9,3
HORMIGÓN	15 días	mié 30-07-14	mar 19-08-14	100%	38%	-9,3
LOSA CIELO NIVEL 1	21 días	mié 06-08-14	mié 03-09-14	93%	38%	-11,55
MOLDAJE	15 días	mié 06-08-14	mar 26-08-14	100%	38%	-9,3
ENFIERRADURA	15 días	lun 11-08-14	vie 29-08-14	100%	38%	-9,3
HORMIGÓN	15 días	jue 14-08-14	mié 03-09-14	80%	38%	-6,3
MUROS NIVEL 2	24 días	jue 21-08-14	mar 23-09-14	25%	37%	2,88
TRAZADO	15 días	jue 21-08-14	mié 10-09-14	47%	37%	-1,5
ENFIERRADURA	15 días	mar 26-08-14	lun 15-09-14	27%	37%	1,5
MOLDAJE	15 días	vie 29-08-14	jue 18-09-14	7%	37%	4,5
HORMIGÓN	15 días	mié 03-09-14	mar 23-09-14	20%	37%	2,55
LOSA CIELO NIVEL 2	22 días	mié 10-09-14	jue 09-10-14	8%	22%	3,08
MOLDAJE	15 días	mié 10-09-14	mar 30-09-14	13%	25%	1,8
ENFIERRADURA	15 días	lun 15-09-14	vie 03-10-14	10%	20%	1,5
HORMIGÓN	15 días	vie 19-09-14	jue 09-10-14	0%	20%	3
TERMINACIONES CASAS	133 días	vie 03-10-14	mar 07-04-15	0%	1%	1,33
TERMINACIONES GRUESAS	50 días	mar 07-10-14	lun 15-12-14	0%	3%	1,5
SOBRELOSA E INSTALACIONES	20 días	mar 07-10-14	lun 03-11-14	0%	0%	0
DESCARACHADO Y RETAPES EN MUROS Y LOSA	20 días	mar 14-10-14	lun 10-11-14	0%	10%	2
BARANDA CRISTAL Y CARPINTERÍA METÁLICA	15 días	mar 28-10-14	lun 17-11-14	0%	0%	0
RASGOS Y YESOS	20 días	mar 04-11-14	lun 01-12-14	0%	5%	1
YESO MURO Y LOSA	20 días	mar 11-11-14	lun 08-12-14	0%	3%	0,6
TABIQUES	20 días	mar 18-11-14	lun 15-12-14	0%	0%	0
TERMINACIONES FINAS	89 días	jue 04-12-14	mar 07-04-15	0%	0%	0
CUBIERTA	45 días	vie 03-10-14	jue 04-12-14	0%	0%	0
OBRAS EXTERIORES CASAS	235 días	jue 17-04-14	mié 11-03-15	42%	0%	-98,7
URBANIZACION	275 días	lun 17-03-14	vie 03-04-15	10%	4%	-16,5
PORTERIA Y SALA DE BASURA	55 días	mar 02-12-14	lun 16-02-15	0%	0%	0
CERTIFICADOS CASAS	77 días	mar 30-12-14	mié 15-04-15	0%	0%	0

Figura 13: Captura 1 Programa Microsoft Project 1 (Moller & Perez Cotapos)

Aunque esta herramienta significa una mejora radical respecto al periodo anterior, podemos destacar varios defectos que hacen dudar de la fiabilidad del programa además de la poca utilidad que se le da, ya que no se utiliza para la planificación del trabajo sino solo como un chequeo de control.

En primer lugar, la planificación del programa se han unificado las ocho casas como un flujo único continuo, y esto es un error, puesto que cada casa debe ser programada con un flujo individual cada una, de este modo, al sectorizar mas el programa, tenemos un control más exhaustivo y realista del estado real de la obra. La idea de que el flujo sea continuo

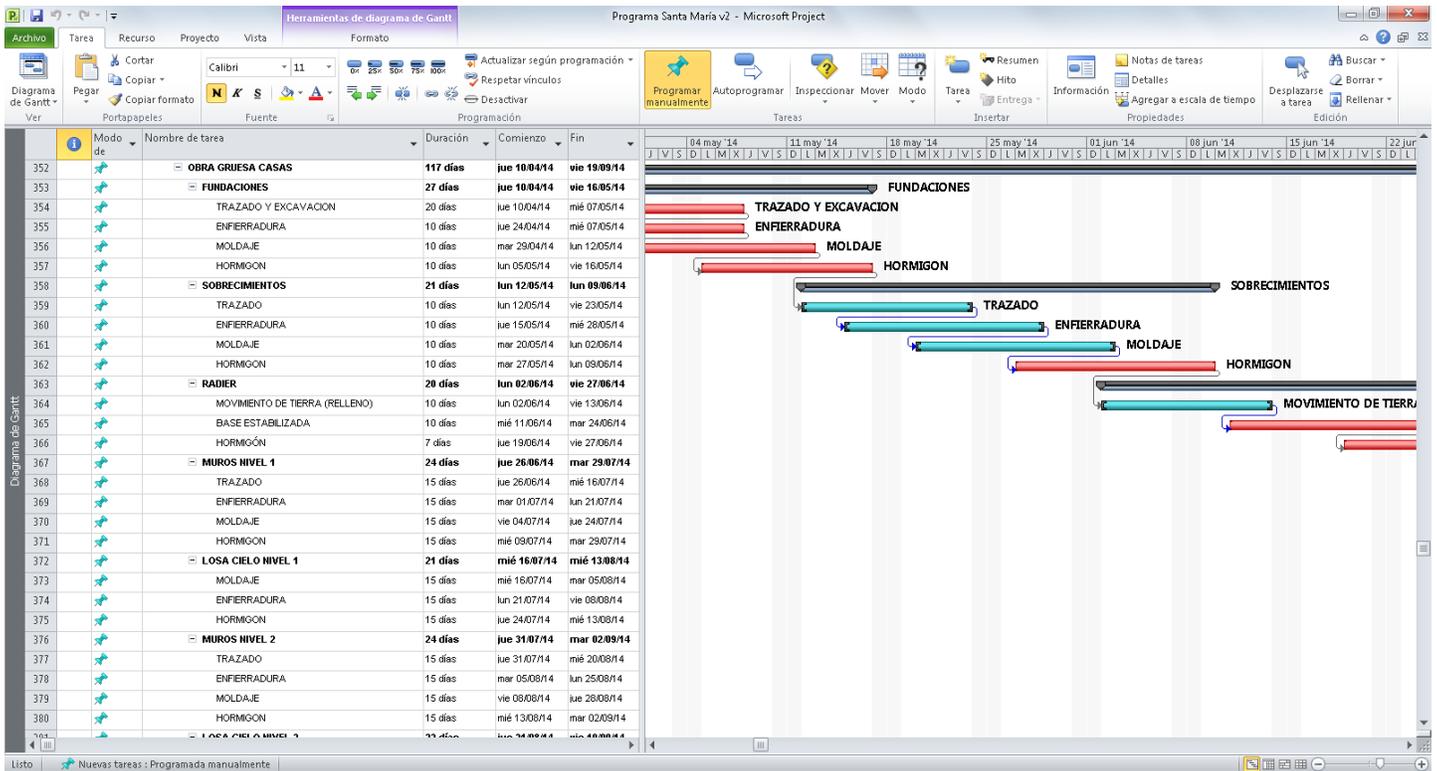


Figura 14: Captura 2 Programa Microsoft Project (Moller & Perez Cotapos)

en las ocho casas, sería lo ideal, pero esto es un objetivo a conseguir para optimizar el proceso de producción. Si el control que realizamos sobre el flujo es demasiado amplio y menos sectorizado será más difícil de controlar y por lo tanto más difícil de conseguir un flujo continuo entre la producción de las ocho casas como se pretende.

De hecho, ocurrió un imprevisto que afectó drásticamente a esta programación. Durante el inicio de las cimentaciones de las casas 4 y 5 se detecto por medio de los ensayos de resistencia del suelo, que la cota a suelo resistente se encontraba a 3 metros más de profundidad de lo estimado. Por esta razón, el flujo de producción que se tenía programado en serie de la casa 1 a la casa 8 se vio alterado y dejo de ser un flujo lineal en serie. Este imprevisto, dejó inservible el programa para la utilidad de planificación.

En segundo lugar, los tiempos designados para cada actividad son aproximaciones realizadas por el Director de Ejecución de obra basadas en su experiencia, por lo que resultan poco realistas, ya que no se basa en rendimientos reales de cada subcontrato o



cuadrilla ni en aproximaciones realizadas por los mismos. Esto hace poco real y fiable el plan de seguimiento así como los avances y retrasos.

En tercer lugar, la fragmentación en actividades es inadecuada y poco realista. Cada sub-fase debería dividirse en las actividades que realmente se realizan, es decir, en la sub-fase de muros de primer nivel, observamos que está dividida en las actividades de replanteo, ferralla, encofrado y hormigón. Para que la programación fuera realista, debería contener las actividades de: replanteo, ferralla, instalación eléctrica, encofrado, hormigón y descimbre. De este modo se podría realizar un control y una previsión adecuada ya que cada actividad es realizado por un equipo especializado y además no se han tenido en cuenta todos los tiempos de descimbre, actividad que resulta imprescindible, que afecta en los tiempos de producción, que consume recursos de mano de obra y maquinaria y no se ha contemplado en el programa.

En conclusión, este programa Project, utilizado para el control del avance resulta inservible por su escasa sectorización de las fases siendo vulnerable a imprevistos, por el poco realismo de las actividades que contempla cada sub-fase y su estimación de tiempos de para cada actividad. Por lo que su utilidad se resume solo a la de graficar un estado de avance poco realista.

b) Curva de Hormigones

Se ha incorporado, un grafico que muestra una previsión de la demanda del hormigón comparado con el número de metros cúbicos vertidos semanalmente. El aporte que pretende esta herramienta es tener un control sobre el estado de avance de planificación según el número de metros cúbicos que se vierten semanalmente. Teniendo en cuenta que toda la estructura está ejecutada con hormigón, a priori resulta una buena herramienta para el control de avance de la obra. Pero esto no es así exactamente.

En primer lugar, la previsión que se ha hecho de vertidos es completamente lineal, es decir, se han sumado el total de metros cúbicos de las ocho casas y se ha dividido entre el tiempo previsto de duración de la fase de estructura. Esta distribución es incorrecta, porque el rendimiento para cada actividad de la fase de estructura es completamente diferente para cimentaciones, emplantillados, soleras, muros o losas.

Por otra parte, esta previsión, se compara con metros cúbicos que se encargan realmente para verter en obra para tener luego una estimación de los costes reales. De este modo no podemos tener un control de avance, porque los metros cúbicos que se consumen, son siempre mayores a los proyectados. Por lo que el número de metros cúbicos nunca corresponde con el avance real y siempre es superior al previsto.

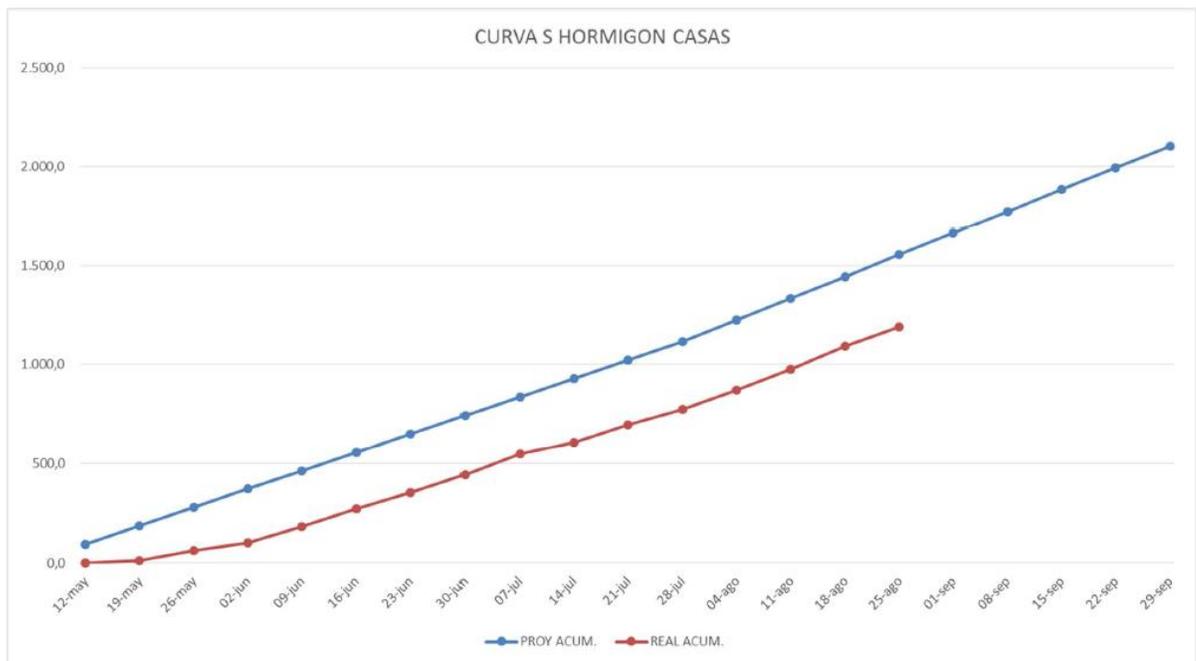


Figura 15 : Curva de hormigón (*Moller & Perez Cotapos*)

En segundo lugar, solo mide el estado de hormigones y no del resto de actividades. Normalmente los tiempos de hormigonado de cualquier elemento son de un día, mientras que el resto de actividades que le preceden para poder llegar al hormigonado suman más días.

Por esta razón resulta un indicador poco efectivo, ya que podemos tener muchos tramos de estructura preparados para hormigonar, pero estos no representan un avance que sea significativo por no cumplir la fase de hormigón.

En conclusión esta herramienta no tiene ninguna efectividad de previsión ya que primeramente la estimación de los hormigones no es realista y es lineal. En segundo lugar, no representa el estado real de avance de la obra, solo una aproximación.

Esta herramienta sería útil solo para tener una previsión de costes del hormigón, pero solo si la estimación hubiera sido cronológicamente realista. Por lo que esta herramienta queda estancada solamente a contabilizar los costes del hormigón.

c) Curva de Mano de obra en costes directos

Se ha incorporado, un grafico que muestra una previsión de costes directos comparados con los costes directos reales de mano de obra. Como se observa, la curva describe los costes directos de mano de obra acumulados proyectados y reales.

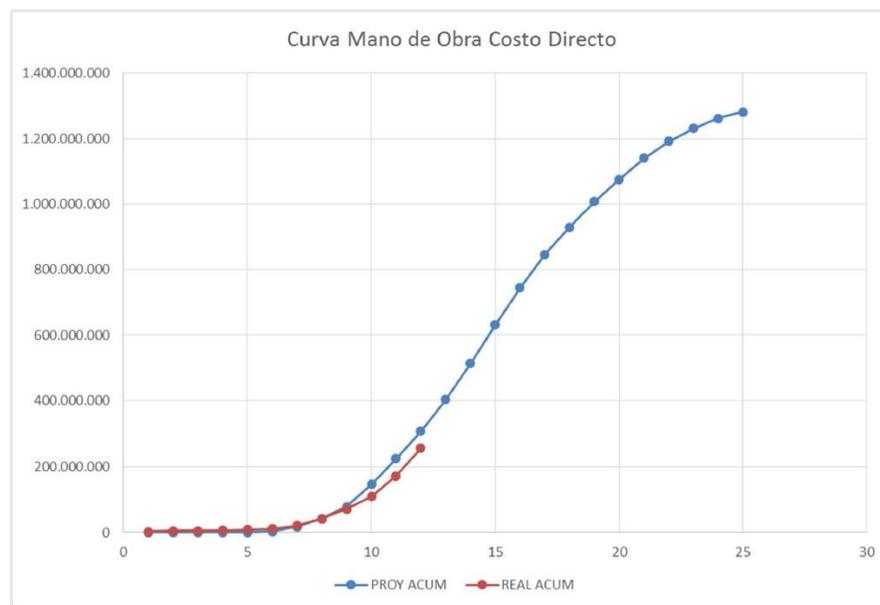


Figura 16: Curva mano de obra coste directo (*Moller & Perez Cotapos*)

El aporte que pretende esta herramienta es tener un control sobre la previsión de costes directos de mano de obra para determinar el grado de avance y ayudar en la previsión del flujo de caja del proyecto.

Esta herramienta cumple con su funcionalidad ya que los costes previstos vienen dados por estimaciones del mercado de subcontratos que ya tienen una relación previa con la empresa y por lo tanto se tiene bastante conocimiento de los costes de mano de obra directos.

Por otra parte debemos destacar, que esta herramienta no describe ningún avance real del estado de la obra debido a la variabilidad de los costes y que la planificación de los trabajos no es realista y además, poco fiable. En todo caso, si ayudan a conocer el estado de pago de la mano de obra directa y tener una previsión estimada para el control del flujo de caja.

d) Curva de Mano de obra en costes Generales

Como se observa, este grafico describe los costes acumulados de mano de obra indirecta prevista y los costes reales de mano indirecta acumulados.

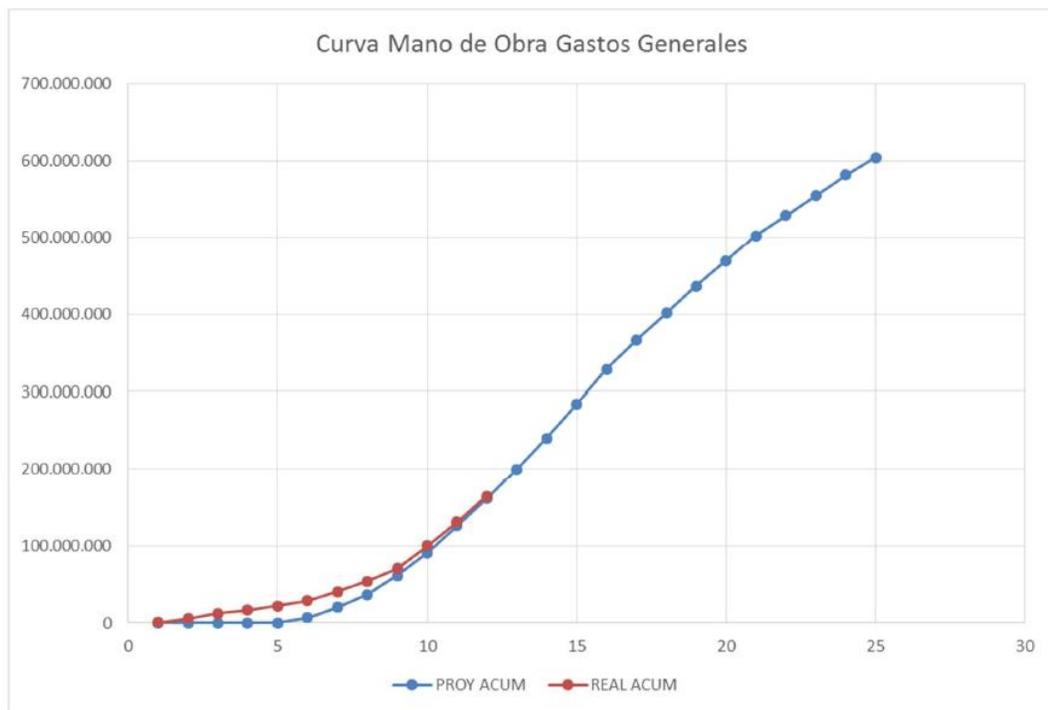


Figura 17: Curva mano de obra de gastos generales (*Moller & Perez Cotapos*)

El aporte que pretende esta herramienta es tener un control sobre la previsión de costes indirectos de mano de obra y ayudar en la previsión y control del flujo de caja del proyecto. Esta herramienta cumple con su funcionalidad para tener un control del flujo de caja ya que los costes proyectados vienen dados por los sueldos mayormente fijos estipulados por la empresa y por lo tanto fiables.

Por otra parte debemos destacar, que esta herramienta puede perder efectividad debido a la variabilidad de las contrataciones según estime oportuno el Director de Ejecución. En todo caso, si ayudan para conocer el estado de pago de la mano de obra indirecta y tener una previsión estimada para el control del flujo de caja.

e) Estado de avance de los subcontratos

Esta tabla pretende tener un control de los estados de pago, según el avance de los trabajos en obra de los subcontratos. La funcionalidad de esta herramienta permite generar los estados de pago de cada subcontrato por su grado de avance. Este método de pago resulta motivador para que los trabajadores del subcontrato realicen sus trabajos del modo más rápido posible para así conseguir la mayor cantidad de dinero posible en el menor tiempo. Es decir, motivar la productividad de los subcontratos. Aunque este tipo de pagos

Tabla 3: Listado de subcontratos (*Moller & Perez Cotapos*)

	Area	Especialidad	Nombre Subcontratista	Moneda	Valor Presupuesto	Valor Obra extra	Valor Obra Extra Ventas	Total a contratar	% Avance
196-1	Obra	Demolicion	Sociedad demoliciones Mario Porzio Limitada	UF	11.000,00			11.000,0000	100%
196-2	Edificios	Pilas de Sozalzado	Carlos Alejandro Solorzano Fibres	UF	2.394,67			2.394,6700	99%
196-3	Obra	Excavación Masiva	Juan Manuel Loyola Molina	UF	32.587,07			32.587,0714	94%
196-6	Obra	Carpintería Instalación de Faenas	Jorge Alejandro Rodríguez Valenzuela	UF	294,00			294,0000	99%
196-7	Obra	SALA DE VENTAS	Constructora Nueva Era Ltda.	UF	1.781,79			1.781,7900	100%
196-333	Obra	Provisión e Instalación de Acero	Comercial A. y B Limitada	UF	16.681,86			16.681,8590	28%
196-9	Casas	Instalación Enfierradura Casas	Enrique Molina Medina	UF	1.032,12			1.032,1160	52%
196-10	Casas	Perfilado de Fundaciones, colocación y compactación base bajo radier	Eson Gimén Vargas	UF	97,11			97,1100	20%
196-11	Casas	Instalación Moldaje Casas con descimbre.	Jorge Alejandro Rodríguez Valenzuela	UF	2.805,79			2.805,7900	30%
196-12	Edificios	Grúas Heavy Duty	Arriendo de Maquinarias Heavy Duty S.A.	UF	3.368,00			3.368,0000	19%
196-13	Edificios	Anclajes Postensados Resan	Resan Anclajes S.A.	UF	4.575,48			4.575,4800	91%
196-14	Edificios	Instalación Enfierradura Edificios	Roos Ltda	UF	5.147,50			5.147,5000	24%
196-15	Casas	Instalaciones Electricas Casas	Raul Paratore	UF	3.514,00			3.514,0000	3%
196-16	Edificios	Instalación Moldaje Edificios con descimbre.	Constructora L&L	UF	9.275,00			9.275,0000	10%
196-17	Edificios	Instalación electrica edificios	HBA Ingeniería Electrica SA	UF	23.452,47			23.452,4700	0%
196-18	Edificios	Postensado de Losas	Postec SPA	UF	2.480,00			2.480,0000	0%
			TOTALES		120.486,8564	0,0000	0,0000	120.486,8564	

tienen un defecto y es que priman la velocidad de ejecución pero se descuida la calidad de los trabajos, la seguridad en su ejecución además de la limpieza, aseo y orden de los materiales y zonas de trabajo propiciando el retraso de los trabajos posteriores y aumentando las probabilidades de accidentes.

Además una estimación errónea de los avances por sobrevaloración puede conseguir que la velocidad de ejecución disminuya, ya que el subcontrato al haber recibido la mayor

parte del dinero, retira de la obra a trabajadores para reubicarlos en otras obras. Acción que pone en “Jaque” al avance de la obra, ya que ante la negativa del subcontrato a cumplir con una mano de obra adecuada supone un retraso en el plazo.

Por otra parte la otra opción sería rescindir el contrato y buscar a otro subcontratista, pero esto ya supone también un incremento de plazo en realización de cotizaciones y incremento del coste por la sobrevaloración pagada al otro subcontrato.

En conclusión, la herramienta cumple con la funcionalidad para controlar los estados de pago y realizar los flujos de caja. Aunque deberían revisarse los métodos para el control de avance por realizarse en algunos casos de modo muy aproximado sin basarse en mediciones y solo en partidas alzadas.

f) Programa Lookahead

Tabla 4: Lookahead Casas (*Moller & Perez Cotapos*)

	SEPTIEMBRE			OCTUBRE					NOVIEMBRE			
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4
CASA B1	C											
CASA A2	L2	C										
CASA A3	M2	V2	L2	C								
CASA A4	R1	L1	L1	M2	V2	L2	C					
CASA A5		M1	M1	R1	L1	L1	M2	V2	L2	C		
CASA A6	M1	M1	R1	L1	L1	M2	V2	L2	C			
CASA A7	R1	L1	L1	M2	V2	L2	C					
CASA B8		FUND	M1	M1	R1	L1	L1	M2	V2	L2	C	

A consecuencia de la capacitación del Director de Ejecución por inducción del Gerente, este mismo genera un plan de trabajo plasmado en una tabla Excel, al que llaman “Lookahead” en el que se describen una serie de hitos en una línea temporal clasificados por zonas de trabajo (según la casa).

El objetivo de esta herramienta es describir una previsión de cumplimiento de hitos con una visión de futuro trimestral. Esta tabla, se actualiza bisemanalmente para informar a gerencia de la previsión de fin de cada hito descrito.

Cabe decir que esta herramienta cumple su cometido de informar y describir las fechas previstas de cumplimiento de hitos. Pero se describe conceptualmente de modo erróneo, esto no es una tabla o un plan de programación Lookahead, ya que según la metodología



LPS este ha de describir la planificación de las actividades que se han de realizar por fase. Este tipo de programa encajaría mas como un programa de fases, donde se estipulan las fases e hitos de proyecto de modo genérico como se observa en la tabla.

Por otra parte, la estimación de los hitos está dada por el Director de Ejecución de la obra basado en su experiencia, lo que hace poco realista la estimación de estos tiempos.

En conclusión, como herramienta de información para gerencia cumpliría su cometido en el caso de que se afinaran los tiempos en consenso con el resto de miembros de control de producción y subcontratos para realizar una estimación más realista. Además deberían corregir el nombre de lookahead por el de programa de fase o hitos de proyecto por un tema conceptual.

Respecto a los aspectos en el ámbito de planificación y control del proyecto, estos serán comentados en el apartado de implementación del LPS. Ya que la funcionalidad del informe es informar.

En resumen, el informe bisemanal y las herramientas empleadas para su elaboración cumplen solamente con el objetivo de dar una información sobre el estado actual de proyecto en cuanto avance de producción y costes del proyecto. Por lo que destaca el poco aprovechamiento de las herramientas y su poca funcionalidad para la planificación y programación del proyecto.

5.2. Incorporación de departamento de calidad

La incorporación del departamento de calidad con tres miembros, uno a cargo de cada sector supone un aporte en el control concurrente mediante observaciones in situ de los trabajos realizados y un control de evaluación a posteriori de recepción de los trabajos en la que se realizan las observaciones y chequeos de los trabajos realizados según unas tablas elaboradas específicamente para cada trabajo con una serie de puntos de inspección a verificar para garantizar la calidad de entrega de los trabajos.

De este modo se controla documentalmente que en la recepción de los trabajos por parte de la mano de obra se garantiza una calidad. Además para aquellos trabajos que no han



cumplido con la calidad exigida, se cumplimenta un informe indicando los fallos, el responsable, las causas y las medidas a adoptar para resolver estos fallos de calidad.

Por otro lado, se detecta que así como se realiza un control de recepción de los trabajos, no se realiza un control de recepción de los materiales. No se realizan ensayos previos de consistencia antes de la colocación del hormigón como el cono de Abrams. Ni se controla que las cantidades, formas y longitudes del la ferralla recibida coinciden con las solicitadas por la Oficina Técnica.

		Código SIG: REG-PC-04-PSM		
		Versión: 03		
		Fecha: 14/08/2014		
		Ficha N° _____		
		Fecha _____		
CARTILLA DE CONTROL Nº 04				
OBRA: Parque Santa María Casas		EJES: _____		
ACTIVIDAD: Enfierradura		_____		
ELEMENTO (Marque con X): Fundacion Muros / Pilares Losas y Vigas Otro				
Desde Nivel a				
Vivienda: _____				
SECTOR: _____				
	CUMPLE			
	SI	NO	NA	OBSERVACIONES
3 CALIDAD (CONTROL) :				
3.1 Chequeo de ubicación de barras según planos (Trazado).				
3.2 Chequeo de cantidad y distribución				
3.3 Diámetro de enfierradura según plano				
3.4 Verificar correcto amarre de barras y estribos.				
3.5 Verificar recubrimientos mínimos y colocación de separadores.				
3.6 trabas, amarras, soportes, etc.				
3.7 Chequeo de longitud de empalmes (60 veces su diámetro)				
3.8 Chequeo de verticalidad				
3.9 Chequeo de barras limpias				
3.10 Chequeo altura vano				
3.11 Chequeo ancho rasgo				
3.12 Colocacion, soportes para vigas de madera eje M.E.C y Vigas 102;103				
REALIZÓ				
NOMBRE : _____				
CARGO: _____				
FECHA: _____				
_____ Nombre Encargado de Control de Calidad Fecha		_____ Nombre Jefe de Terreno Fecha		

Tabla 5 Figura 22: Ficha de control de calidad (Luis Canelo)



5.3. Incorporación del departamento de Seguridad y Salud

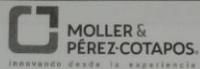
La incorporación del departamento de Seguridad y Salud supone una pieza imprescindible en toda obra, ya que garantizar la seguridad en la realización de los trabajos es esencial. Además aporta un personal especializado en la detección de riesgos de los trabajos a realizar y los modos de mitigarlos o reducirlo mediante medidas preventivas o implementos de seguridad.

Este departamento aporta charlas semanales todos los lunes en la mañana antes de iniciar los trabajos, para todos los trabajadores. En estas charlas se informa y se capacita a los trabajadores sobre nuevos trabajos, sus riesgos, las fatalidades de los posibles accidentes y cómo prevenirlos. Así como observaciones realizadas sobre el no cumplimiento de las medidas de seguridad para recalcarlas en la reunión y hacerlas cumplir.

También realiza una capacitación a todos los nuevos integrantes a la obra sobre cómo deben realizar sus trabajos según su especialidad y las normas establecidas en cuanto a seguridad que deben cumplir.

Además, también realiza capacitaciones a los Encargados de Producción para que estos mismos controlen que los trabajos se realicen en las condiciones de seguridad adecuadas. Este aspecto se controla documentalmente mediante una planilla, donde los encargados de producción escriben los trabajos que se realizan diariamente, sus riesgos y las medidas preventivas adoptadas.

Tabla 6: Análisis de seguridad en el trabajo (*Moller & Pérez Cotapos*)

	ANÁLISIS DE SEGURIDAD DEL TRABAJO		Código:	REG-PR-35
			Versión:	01
			Fecha:	26/11/2012
DATOS PERSONALES		ANTECEDENTES DEL TRABAJO		
REALIZADO POR:		NOMBRE DEL TRABAJO:		
PROYECTO:		CAPATAZ A CARGO:		
FECHA:				
ÁREA:				
ANÁLISIS DE SEGURIDAD DEL TRABAJO				
TAREAS	RIESGOS POTENCIALES	MEDIDAS PREVENTIVAS		



Además por reglamentación, cada Encargado de Producción, debe realizar una charla diaria de 5 min. Para la distribución de los trabajos y recordar a los trabajadores las condiciones de seguridad que deben cumplir.

Todas estas aportaciones parecen resultar muy útiles, pero no es una cuestión cuantitativa, sino cualitativa.

En las charlas semanales que realiza la el Coordinador de Seguridad detectamos una falta mayoritaria de atención y respeto por parte de los trabajadores, esto sumado a las faltas de asistencia hace que esta sea poco efectiva.

Por otra parte existe poco control en cuanto a seguridad en la ejecución de los trabajos, pues se prima la productividad ante la seguridad de ejecución. Esto se debe en parte a que los subcontratos no están contratados para realizar tareas de prevención como la colocación de los quitamiedos o la instalación de líneas de vida por lo que no adaptan ni hacen seguro su entorno de trabajo primando el avance que es lo que les genera beneficio. No existe un personal designado para la realización de estos trabajos de seguridad. El control documental que realizan los encargados de producción no tiene ninguna utilidad si estos no se aplican correctamente por lo que quedan en “papel mojado”.

En cuanto a las charlas diarias por parte de los encargados de producción a los trabajadores, resultan poco cualitativas por su brevedad. Cabe destacar que la mayoría de los trabajadores no tienen una conciencia de seguridad en el trabajo por cuestiones culturales. La mayoría de ellas son machistas e individualistas o simplemente por ignorancia de los mismos trabajadores.

5.4. Ampliación de Jefes de Obra (JO) y Encargados de Producción (EP)

La ampliación de los Jefes de Obra y los Encargados de Producción, permiten tener un control sectorizado de la obra, de este modo se divide un Jefe de Obra para cada sector con su Encargado de Producción a cargo, excepto en el sector de las casas, que cuenta con dos, uno que se encarga del control de la producción de la casa 1 a la casa 4 y otro que se encarga del control de la producción de la casa 5 a la casa 8.



Gracias a esta sectorización, se puede profundizar más por parte de los JO y EP en el control y organización de los trabajos. Pero esto supone otro reto, la coordinación de equipos. Ya que al tener unos recursos limitados en cuanto plantillas especializadas en algunos trabajos y maquinaria hacen necesaria una coordinación entre JO del mismo sector y al mismo tiempo entre JT de los diferentes sectores.

Por lo que en conclusión, al aumentar el número de JO y JT se consigue una sectorización y por tanto mayor control de la producción, pero al mismo tiempo supone una mayor capacidad de coordinación entre los mismos miembros para la distribución de recursos óptima para el proyecto y que esta no afecte en la planificación del mismo debido a una falta o mala comunicación.

5.5. Ampliación del personal de Suministros

Al igual que ocurre con los Jefes de Obra y los Encargados de Producción, esta ampliación de personal permite una mayor sectorización de los trabajos y por lo tanto un mayor control. Pero para conseguir este resultado es necesaria una buena coordinación de todo el equipo así como una buena comunicación entre el equipo de trabajo.

Por otro lado, se detecta, que pese a la aplicación del personal con el fin de tener un mayor control. El departamento no se encarga de la recepción de los materiales que son directamente para producción de obra. Por ejemplo, cuando llega un camión con ferralla, no controlan si el acero recibido esta en la cantidad, forma y longitud de barras correspondientes a lo encargado. Esto repercute directamente para el abastecimiento de material, ya que nos podemos encontrar con el problema de quedarnos sin el acero adecuado para continuar la producción o encargar acero en exceso provocando sobrecostes.

5.6. Implantación Last Planner® System.

La implementación del Last Planner® System se inicia en el mes de Julio debido a la escasa planificación del proyecto y como sugerencia de planificación por parte del Gerente que conoce las ventajas de este sistema.



Se inicia con una capacitación del Director de Ejecución en un curso semanal. Con este dato podemos determinar que el conocimiento adquirido por parte del Director de Ejecución respecto al conocimiento del sistema de planificación no es muy profundizado. La implementación se inicia con la introducción de la planificación intermedia o puesta a punto y la planificación semanal. Para cada uno de estos niveles de planificación se utilizan unas herramientas determinadas con unos formatos.

a) Lookahead o planificación intermedia

Para la realización de la planificación intermedia o Lookahead se ha utilizado una planilla en formato excel en la que como observamos se distribuyen temporalmente los trabajos divididos por zonas (casas). Esta planilla se actualiza semanalmente según el avance del proyecto.

También pretende servir como hoja de control para garantizar la liberación de restricciones de las tareas programadas y estas puedan ejecutarse correctamente según la programación. Pero encontramos unos defectos, el contenido de esta planilla es el correspondiente al del plan maestro o plan de fase. La utilidad de este plan es la de marcar unos hitos de inicio y término para la posterior distribución más exhaustiva de los trabajos que se realiza en la planificación intermedia. Esta planificación intermedia ha de desglosar cada fase en actividades para así conocer con mayor grado de detalle como se van a ejecutar los trabajos y así tener una mejor estimación de los tiempos. Por otra parte los tiempos definidos en este “lookahead” han sido propuestos por el Director de Ejecución de obra basados en su experiencia, por lo que no son realistas.

Para realizar una buena estimación de estos tiempos, como se propone en el sistema Last Planner, esta debe realizarse en consenso de los subcontratistas implicados.

De este modo se garantiza una estimación más realista de los tiempos.

Tabla 7: Lookahead Casas (*Moller & Perez Cotapos*)

PROGRAMA A MEDIANO PLAZO LOOKAHEAD CASAS

	SEPTIEMBRE			OCTUBRE					NOVIEMBRE			
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4
CASA B1	C											
CASA A2	L2	C										
CASA A3	M2	V2	L2	C								
CASA A4	R1	L1	L1	M2	V2	L2	C					
CASA A5		M1	M1	R1	L1	L1	M2	V2	L2	C		
CASA A6	M1	M1	R1	L1	L1	M2	V2	L2	C			
CASA A7	R1	L1	L1	M2	V2	L2	C					
CASA B8		FUND	M1	M1	R1	L1	L1	M2	V2	L2	C	

En conclusión, el uso que se le esta dando al contenido de esta planilla es incorrecto, pues se esta usando un plan de fases como si fuera una planificación intermedia. A consecuencia de ello no se logran los objetivos que propone esta planificación intermedia. Además, los tiempos determinados son impuestos y no determinados por lo que no genera un compromiso al tratarse de una imposición.

 b) Programación semanal

La programación semanal se realiza en una reunión semanal en la que participan el Director de Ejecución, Oficina Técnica y los tres Jefes de Obra.

Esta reunión se realiza los lunes o los martes sin un horario fijo en la sala de reuniones. Cuando el Director de Ejecución está desocupado, requiere por radio la presencia de los Jefes de Obra para el inicio de la reunión. En numerosas ocasiones, los Jefes de Obra no tienen la disponibilidad para la reunión y esta se pospone hasta que se encuentra una hora en consenso en la que se puedan reunir todos.

La reunión se inicia por la evaluación del cumplimiento de la semana anterior. El administrador es el que se encarga de coordinar la reunión. Para evaluar el cumplimiento el Director de Ejecución va enumerando los compromisos realizados la semana anterior y el Jefe de Obra responsable da un porcentaje de cumplimiento, y en caso de no haberlo cumplido, explica las razones de por qué no se cumplió. Estos datos los registra la encargada de Oficina Técnica en el ordenador que al mismo tiempo está conectado a un



proyector con el que así todos en la reunión pueden ver de primera mano toda la información y comentar cualquier disconformidad. La herramienta de trabajo es una planilla Excel en la que se describe los campos de: actividad a realizar, sector donde se realiza, días de la semana en los que se realiza, porcentaje comprometido, el porcentaje cumplido, las causas de no cumplimiento (Coordinación, cambio de programa, diseño, materiales, mano de obra, bajo rendimiento, calidad, subcontrato, materiales subcontrato e imprevistos) , observaciones y porcentaje de promesas cumplidas. Esta planilla observamos que los campos de las causas de no cumplimiento se repiten en ocasiones, no son completamente claras para su interpretación así como existe alguna que debería incluirse por ser común. No se realiza ninguna estadística semanal ni de resumen del proyecto para poder realizar un contraste de datos. Tampoco se tiene un control sobre las restricciones de las actividades y la repercusión para su realización.

Después de realizar las evaluaciones semanales de todos los Jefes de Obra, se procede a la programación de las actividades de la presente semana. Para ello primero los Jefes de Obra proponen los compromisos que creen que pueden alcanzar. Estos compromisos son propuestos por el mismo, sin un consenso previo de los Encargados de Producción o representantes de los subcontratos, que no tienen consciencia de los trabajos que se programan. Además, en numerosas ocasiones estos compromisos son muy pobres por el temor al no cumplimiento y así obtener una baja calificación en porcentaje de compromisos cumplidos semanalmente.

Debido a este problema el Director de Ejecución fuerza más compromisos en contraste con el “Lookahead” anteriormente descrito. Por lo que hemos podido observar, en el programa intermedio anterior esta descrito por hitos y no por actividades por lo que no hacen funcional la programación semanal. Esto se describe futuramente en no cumplimiento de los hitos, ya que para conseguirlos se precisa la realización de una serie de actividades precedentes encadenadas. Por lo que debido a unas u otras causas el hito no es alcanzado quedando en una actividad intermedia por lo que el compromiso queda en 0%.

Por ejemplo, se programan hitos como el de hormigón losa 1º piso. Pero para alcanzar este hito se deben realizar previamente diversas actividades como el armado del encofrado, el replanteo, el armado de ferralla, colocación de instalaciones eléctricas y otros. En la



realidad el hito puede haberse quedado a 1 día de alcanzarse, pero debido a que no se ha vertido el hormigón, representa un 0% de cumplimiento. Esto es un error ya que si consideramos un hito en el que se deben cumplir cuatro actividades encadenadas para su cumplimiento y se cumplen tres representa un 75% del avance. Si se hubiera programado por actividades representaría un 75% del cumplimiento de los compromisos cumplidos en lugar de un 0%. Por lo que en conclusión al programar semanalmente con hitos o compromisos muy generalizados hacen que el control y seguimiento del proyecto sea mucho menos estricto y difícil de controlar.

Por lo tanto, al programar por actividades podemos obtener un control más preciso del estado del proyecto y al definir concretamente los compromisos por actividades y no por hitos ayuda a la mejora de calidad de los compromisos.

Por otro lado, cabe destacar que al realizarse la reunión conjunta entre los representantes de cada sector, hace que esta sea demasiado larga y pesada. Durante la evaluación de cada uno, los demás están desperdiciando su tiempo, ya que son datos que no conciernen a su evaluación. Durante la programación no se ponen de acuerdo con la distribución de la maquinaria para la realización de algunos trabajos exigidos por el Director de Ejecución, actuando con egoísmo y sin tener en cuenta el proyecto en su conjunto. Esta actitud, alarga notablemente las reuniones y provoca tensiones de rivalidad entre sectores. Por último es el Director de Ejecución el que ha de actuar como intermediario e imponer una decisión.

En conclusión, la programación semanal tiene diversos defectos a corregir.

- No tiene un horario ni una duración definida.
- La evaluación de los compromisos debería realizarse previamente a la reunión para que en esta solo se tuviera que hacer un repaso general.
- No se incluyen Encargados de Producción ni representantes de subcontratistas en la elaboración de compromisos.
- La programación intermedia es defectuosa e ineficaz para la realización de la planificación semanal.
- Los compromisos se marcan en ocasiones como hitos y su evaluación no describe el estado de avance real.



-La planilla Excel tiene deficiencias en sus campos así, como ausencia de estadísticas semanales y acumuladas para realizar contrastes de datos.

Tabla 9: Planilla de planificación semanal (*Moller&Perez Cotapos*)

Partida	16	17	18	19	20	RESPONSABLE	% CUMPLIMIENTO		PPC (CUMPL.)	CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO										OBSERVACIONES	
	Lun	Mar	Miér	Jue	Vie		% COMP	% REAL		PPC (CUMPL.)	FALTA COORD. TERRENO	CAMBIO DE PROGRAMA	DISEÑO DE PROYECTO	MATERIALES	MANO DE OBRA	BAJO RENDIMIENTO	FALLA DE CALIDAD	FALLA SUBCONTRATO	MATERIALES SUBCONTRATO		IMPREVISTOS
OBRA GRUESA																					

Tabla 8: Resumen del análisis (*F. Propia*)

CARENCIAS	MEDIDAS ADOPTADAS
Control de producción	Contratación de dos Jefes de Obra
	Contratación de tres Encargados de Producción
Control documental de la calidad	Contratación de tres Encargados de Calidad
Programación y control de avance	Contratación de Oficina Técnica
	Capacitación Last Planner del Director de Ejecución
Control de Seguridad y Salud	Contratación de un departamento de Seguridad y Salud
Control de inventarios y suministros	Contratación de una Oficina técnica
	Ampliación del personal de bodega



MEDIDAS ADOPTADAS	APORTACIONES
Contratación de dos Jefes de Obra	Mayor capacidad de control al reducir el area de responsabilidad
Contratación de tres Encargados de Producción	Mayor capacidad de control in situ al reducir el area de responsabilidad
Contratación de tres Encargados de Calidad	Control documental mediante chequeos de los trabajos y elaboración de informes.
Contratación de Oficina Técnica	Elaboración de un programa Project
	Curvas de Hormigón y costes.
	Informes bisemanales a Gerencia
Capacitación Last Planner del Director de Ejecución	Elaboración de un programa por hitos e
	Implementación de reuniones semanales de planificación.
Contratación de un departamento de Seguridad y Salud	Charlas semanales de seguridad
	Análisis de riesgos
	Recomendaciones de los implementos necesarios
Contratación de una Oficina tecnica	Control de inventarios y estudio de cotizaciones
Ampliación del personal de bodega	Aumento del control y velocidad de suministro al reducir el area de alcance por trabajador
APORTACIONES	DEFECTOS
Mayor capacidad de control al reducir el area de responsabilidad	Aumenta la dificultad de coordinación
Mayor capacidad de control in situ al reducir el area de responsabilidad	Aumenta la dificultad de coordinación
Control documental mediante chequeos de los trabajos y elaboración de informes.	No se realizan controles de recepción de materiales
Elaboración de un programa Project	El programa no esta bien estructurado para una fase de ejecución
Curvas de Hormigón y costes.	No describe el avance real en obra
Informes bisemanales a Gerencia	No incorporan datos de previsiones realistas
Elaboración de un programa por hitos e	No se aplica correctamente la metodología Last Planner
Implementación de reuniones semanales de planificación.	No se sigue un protocolo y tiene una duración excesiva
Charlas semanales de seguridad	Falta de atención por parte de los trabajadores
Análisis de riesgos	Insuficiente sino se aplica y controlan las medidas adecuadas
Recomendaciones de los implementos necesarios	No se realiza el control necesario
Control de inventarios y estudio de cotizaciones	
Aumento del control y velocidad de suministro al reducir el area de alcance por trabajador	Aumenta la dificultad de coordinación y no se hacen controles de recepción



6. IMPLANTACIÓN DEL LAST PLANNER® SYSTEM

En esta fase se proponen una serie de herramientas a implementar así como el impacto potencial que se pretende conseguir.

6.1. Programa Microsoft Project

En vista de que no existe la posibilidad de poder realizar reuniones conjuntas con los subcontratistas para realizar la planificación maestra, por su disponibilidad sumada al avance actual del proyecto, se propone la realización de un programa de obra con el programa Microsoft Project. Este programa pretende solucionar los defectos detectados en la planificación maestra y la programación intermedia.

Este programa está estructurado en tres niveles:

- En el primer nivel se encuentran los ítems de la “CASA 1” a la “CASA 8”. Es decir, se realiza una sectorización de los trabajos por casa.
- En el segundo nivel, dentro de cada casa se desarrollan los ítems por fases: “CIMENTACIONES”, “SOLERAS”, “MUROS”...
- En el tercer nivel, se desarrollan las actividades necesarias para completar cada fase y sectorizadas en zonas según su secuencia de ejecución y dejando un espacio suficiente para que el flujo de trabajo sea continuo y la planificación más realista.

Del modo que la estructuración sería la siguiente:

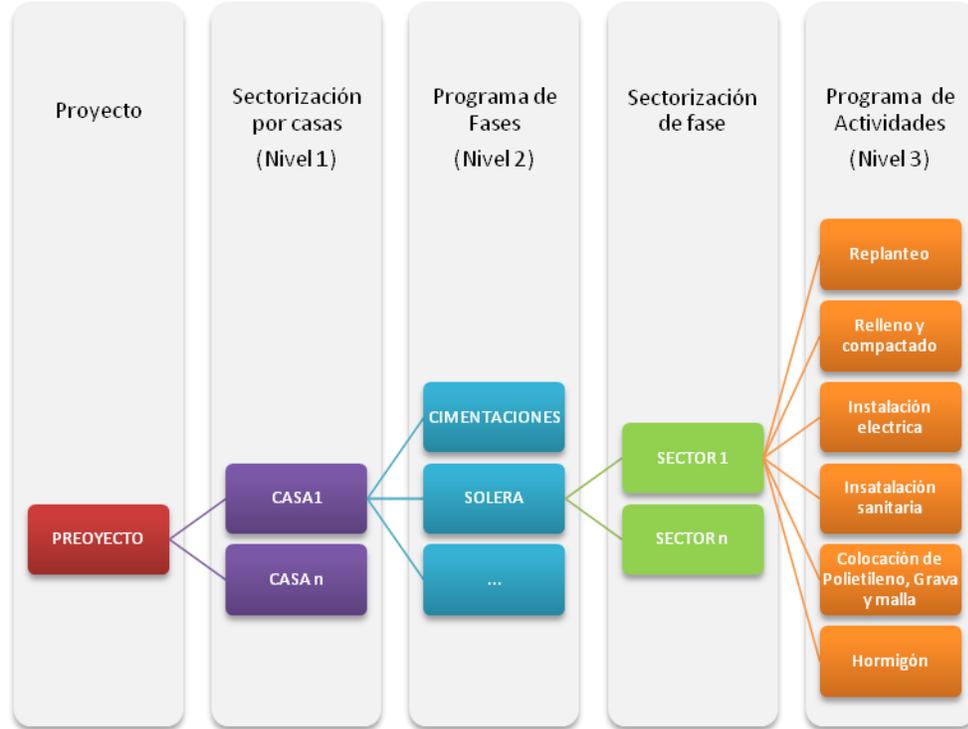


Figura 18: Organización del programa (*F. Propia*)

Con este desglose, se pretende realizar una planificación lo más realista posible que se adapte al máximo al desarrollo en interacción de actividades del proyecto.

Para la definición de los tiempos de duración de cada actividad y las relaciones de interdependencia, se han considerado las opiniones y experiencias de los Encargados de Producción y los Jefes de Obra. Teniendo en cuenta que el proyecto se encuentra en su ecuador y los Encargados de Producción y el Jefe de Obra han recopilado experiencia de cómo y cuanto tiempo se demoran en realizar cada actividad de modo aproximado. Por lo que estas estimaciones son bastante realistas.

Al incorporar este nuevo diseño de Lookahead descrito anteriormente conseguimos tener una previsión con suficiente antelación de las restricciones que surjan como necesidades de material, maquinaria, herramienta, espacio de trabajo, o simplemente se solapen muchos frentes de trabajo al mismo tiempo poder preverlo y reprogramar la planificación. Todo con el objetivo de que la ejecución de los trabajos se realice en el plazo programado con un flujo continuo.



Por otro lado tenemos el programa maestro o de fases y el programa intermedio definido en un mismo soporte informático, el programa Microsoft Project. Este programa nos aporta una serie de herramientas muy ventajosas.

Nos permite actualizar la planificación según el avance de modo prácticamente instantáneo pudiendo consultar cualquier fecha futura de cualquier actividad a ejecutar para tener una previsión y liberar las restricciones.

También nos permite detectar las rutas críticas, es decir las actividades que nos repercuten directamente en el plazo final para cuando tengamos que establecer prioridades por reprogramaciones, atacar el frente correcto para no producir retrasos en el plazo.

Otro beneficio es que estableciendo “líneas base”, se pueden consultar y observar gráficamente el avance o retraso real respecto a cada una de las diversas planificaciones y reprogramaciones realizadas semanalmente.

Además, tiene una gran compatibilidad de formatos, pudiendo exportarlos en formato Excel, para que cualquiera pueda visualizar los datos. Este software también no da la posibilidad de exportar toda la información en un formato de calendario, el cual resulta muy práctico y fácil de interpretar. Ideal para representar el Lookahead.

6.2. Reuniones semanales

Con el fin de solucionar los problemas anteriormente planteados como la aleatoriedad de comienzo de reunión, duraciones excesivas... Se establece un horario fijo para las reuniones que se celebrarán todos los lunes a las 16:30 h. Además con el fin de agilizar la reunión y de que no tenga una duración excesiva las evaluaciones y programaciones semanales serán realizadas previamente a la reunión y presentadas en esta por el Jefe de Terreno para su revisión con breve debate de problemas y observaciones. También se realiza una sectorización de las reuniones por sector, una para los sectores de edificios y otra para el sector de las casas. Con esto evitamos disputas innecesarias y se agiliza el ritmo de la reunión. Con el objetivo de tener otro punto de vista más cercano a la producción en obra, se incorpora a la reunión el Encargado de Producción. Con esta incorporación se amplía el campo de visión con mayor número de perspectivas, además de

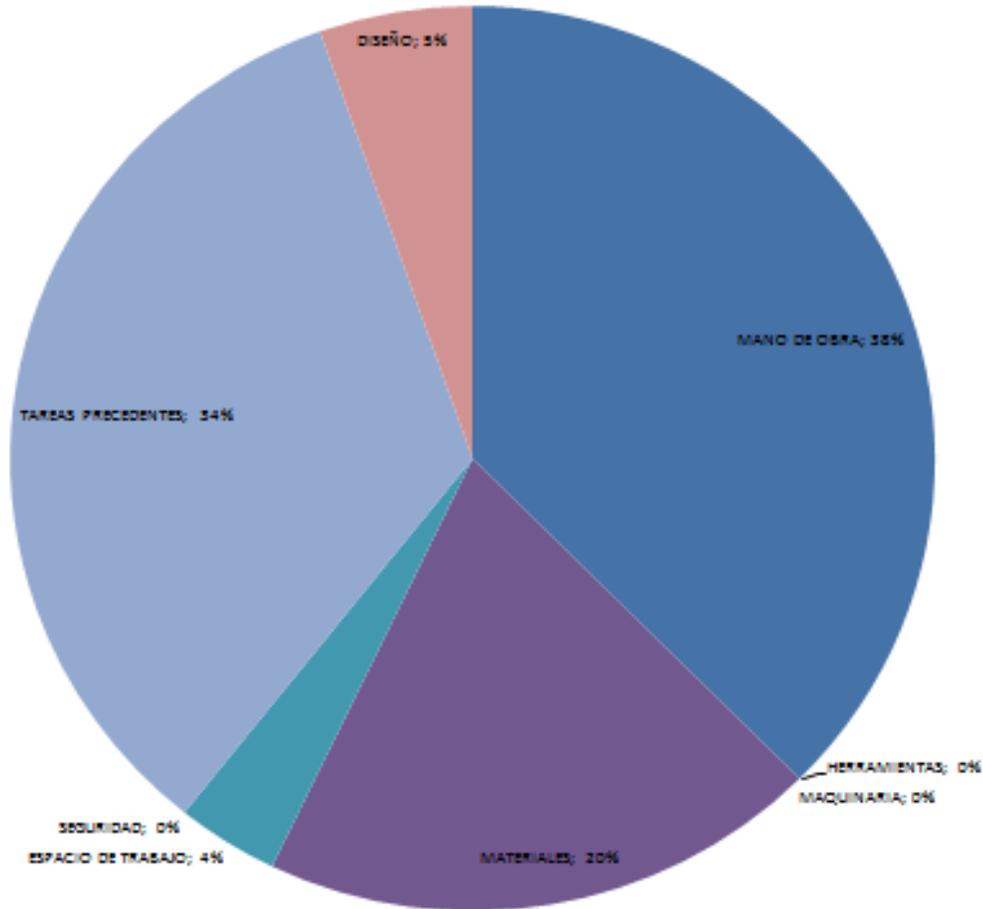


Figura 19: Ejemplo de gráfico circular de restricciones (*F. Propia*)

b) Planilla de evaluación de compromisos

Esta planilla mejora la anterior en cuanto a las causas de no cumplimiento y se aportan otras que hacen más fácil de interpretar los datos y poder compararlos. Se han modificado con el fin de adaptarlas a los flujos de restricciones anteriormente mencionados, resultando las siguientes: Coordinación, programación, diseño, mano de obra, mano de obra subcontrato, materiales, maquinaria, calidad, imprevistos, seguridad y tareas precedentes. También se agrega una estadística de causas de no cumplimiento de modo gráfico y se compara con la estadística de restricciones. Esto nos ayuda a elaborar conclusiones, y tomar medidas o soluciones para mejorar el cumplimiento.

c) Planilla resumen

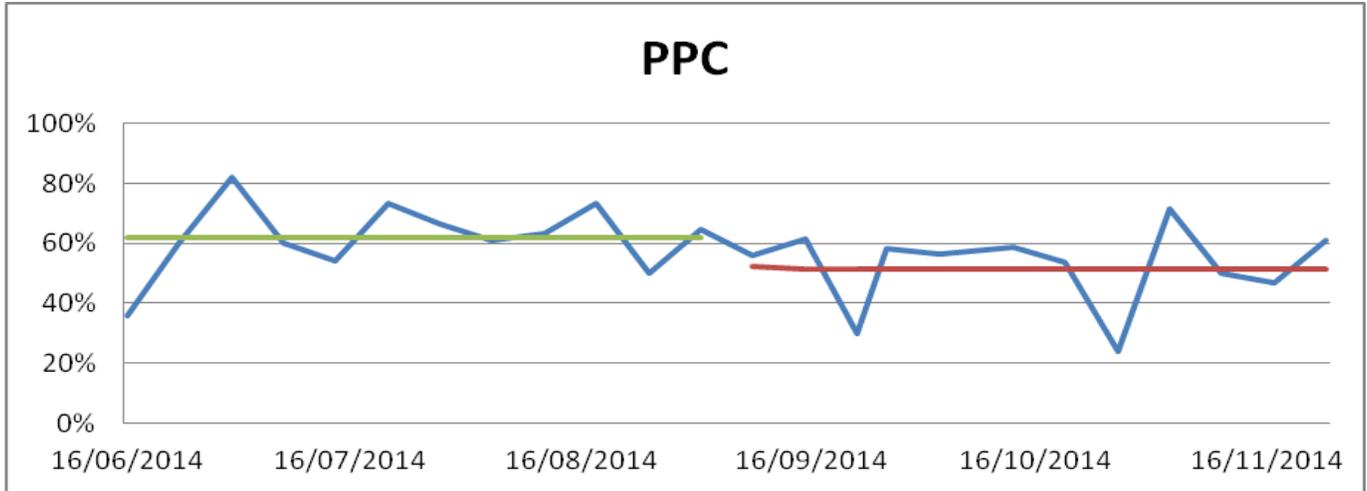


Figura 22: PPC planilla resumen (F. Propia)

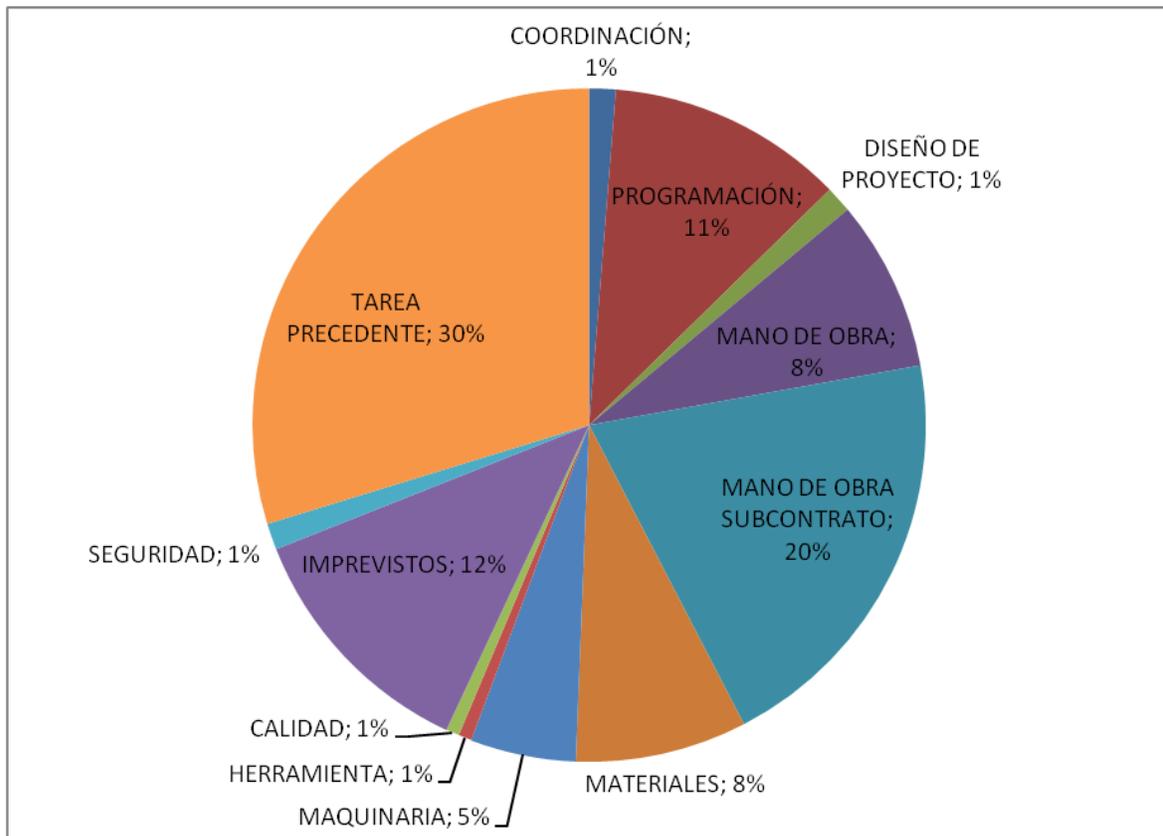


Figura 21: CNC planilla resumen (F. Propia)

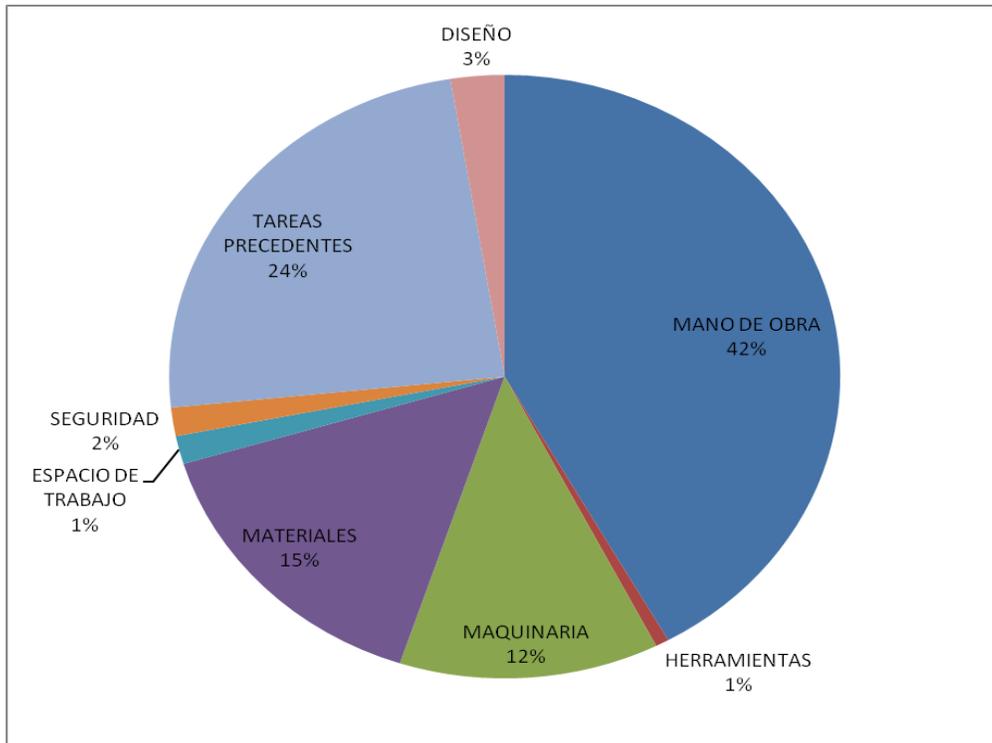


Figura 24: Restricciones planilla resumen (*F. Propia*)

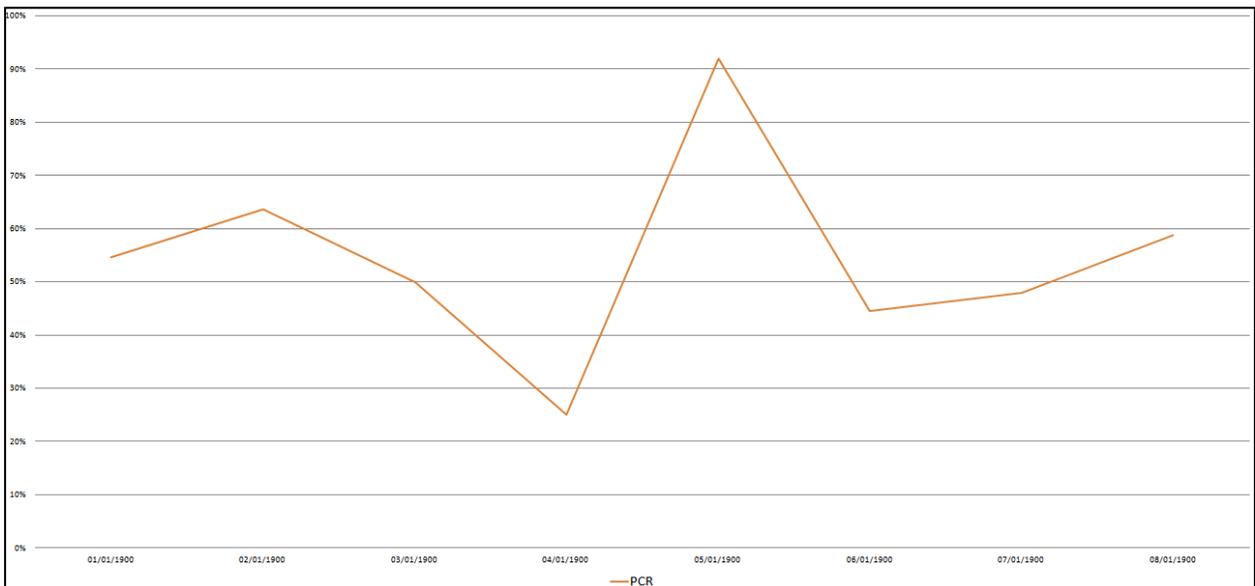


Figura 23: PCR planilla resumen (*F. Propia*)



Con el fin de seguir la evolución y la estadística resumen de los datos analizados en las planillas de programación y de evaluación semanales se establece una planilla con un gráfico de evolución del Porcentaje de Promesas Cumplidas y una estadística acumulada de las Causas de No Cumplimiento.

6.4. Listado de restricciones

Este listado de restricciones tiene la funcionalidad de controlar las restricciones de las actividades mensuales para eliminarlas antes de que llegue el momento de ejecutarlas. Por esto, al actualizar semanalmente el programa de actividades mensual, se anotarán en el listado las tareas con alguna restricción y se indicará según los campos descritos en la tabla. la criticidad de la restricción, la actividad a la que afecta esta restricción, el tipo de restricción, su descripción, el responsable de su liberación, la fecha límite para su liberación, la fecha real de su liberación y el estado actual.

Tabla 12: Listado de restricciones (*Inmaculada Sanchis*)

OBRA PARQUE SANTA							Fecha listado	Fecha Control
Criticidad	Actividad Afectada	Tipo Restricción	Descripción de Restricción	Responsable Liberación	Fecha Comprometida Liberación	Fecha Real de Liberación	Estado	
xxx	Restricciones con fecha igual o anterior a fecha de listado			Total	0	0		
(fecha)	Nueva fecha de compromiso de liberación en caso de que la restricción no haya sido liberada en fecha				10			
xxx	Restricciones liberadas, de las que depende una nueva restricción					0%		

Todo esto se realizará previamente a la reunión semanal para dar conocimiento de ello a los últimos planificadores y en caso de ser incompleto, los mismos aportarán los datos restantes para dar conocimiento de las carencias o necesidades al Director de Ejecución.

compromiso ya que además de estar formalmente escrito, está firmado por la máxima autoridad dirigente de la ejecución de la obra.



Ilustración 3: Elaboración del listado carpinteros (F. propia)

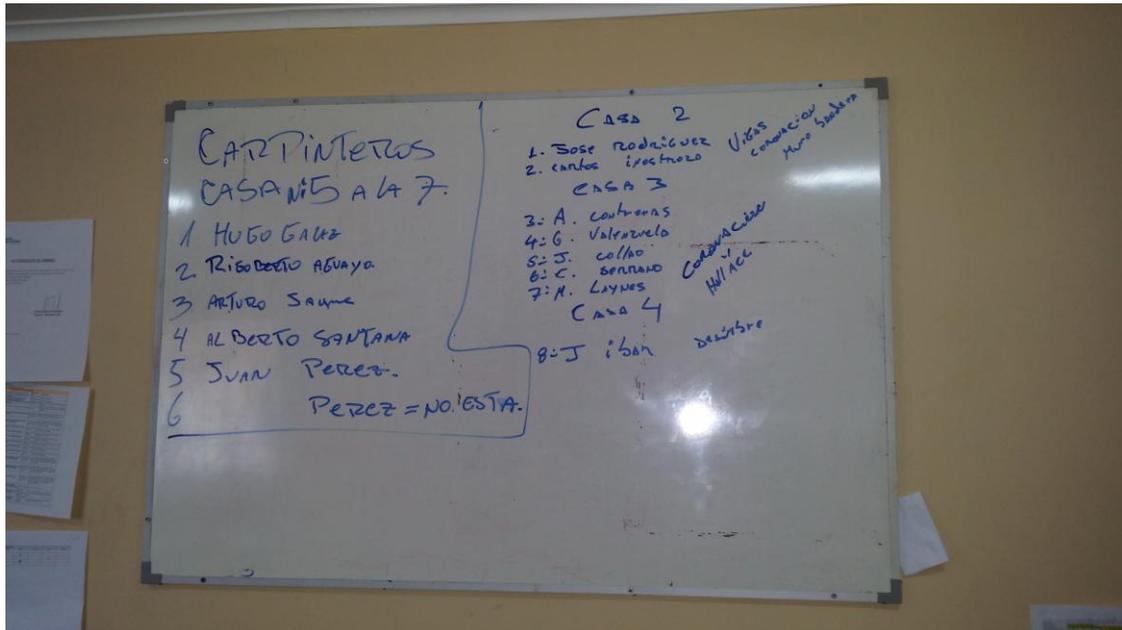
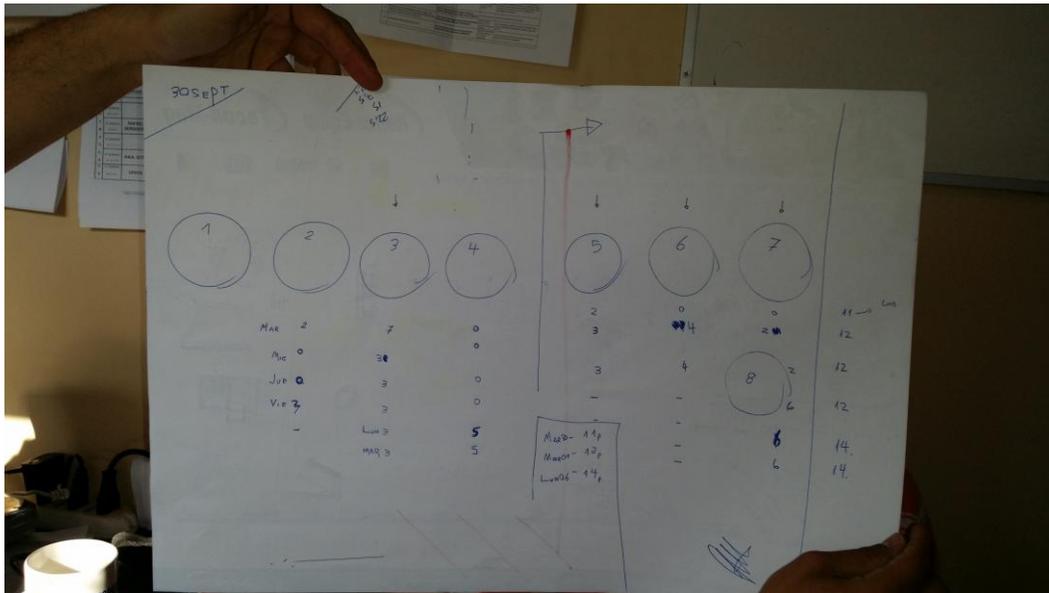


Ilustración 4: Listado carpinteros (F. propia)

Ilustración 5: Reunión entre subcontrato, EP y JO (*F. propia*)Ilustración 6: Borrador de distribución de recursos semanal (*JO Jorge Meneses*)

Por otro lado, los Encargados de Producción tendrán una planilla resumen que contendrá todos los compromisos establecidos por los subcontratos. Estos estarán diferenciados por colores según el color del casco que además indica la especialización de los trabajos. Esto se incluye como una herramienta Poka Yoke en la que se utiliza un código de colores para



la identificación visual de los trabajadores y facilita el control y al mismo tiempo, dificulta que se produzca cualquier error de identificación.

Además tiene la ventaja de dividir los trabajos por turnos de mañana o tarde mejorando la planificación en un flujo mas continuo. Junto a las casillas de actividad, a la izquierda, hay un cuadro más pequeño, en este se escribirá el número de trabajadores necesarios para realizar cada actividad según los rendimientos de los trabajadores de los cuales tiene control el subcontratista. De este modo tendremos una herramienta que permitirá al Jefe de Obra tener una mejor visión del terreno y los diferentes frentes de trabajo para controlar los recursos de mano de obra y realizar un balance de recursos más fácilmente en el caso de déficit o aumento de recursos previstos según las necesidades de avance.

Tabla 14: Planilla de control de trabajos (*F. Propia*)

	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
	Actividad	Actividad	Actividad	Actividad	Actividad	Actividad
CASA 1						
CASA 2						
CASA 3						
CASA 4						
	ENFIERRADORES		JORNALES			
	YESEROS		CARPINTEROS			
	ELECTRICOS					

6.6. Propuesta de recepción de ferralla

Ante la ausencia de un control de recepción de ferralla, se propone un modo práctico de comprobar que lo recibido es acorde con lo solicitado y su correspondencia.

Los pedidos se realizan por elementos constructivos, y las cubicaciones son realizadas por la misma empresa suministradora a través de los planos enviados.

La ferralla enviada va agrupada por ítems que definen el nº de barras, la forma geométrica, y sus dimensiones. Cada ítem lleva su etiqueta de identificación con estos datos. Cada etiqueta contiene una parte extraíble a modo de resguardo. Ambas partes contienen un código de barras con la información de la etiqueta.

Pa propuesta consiste en recibir la ferralla y comprobar que el contenido de cada ítem es el correcto e indicado en la etiqueta. Al mismo tiempo rasgamos el resguardo de cada etiqueta y lo guardamos. Posteriormente pasamos estos resguardos por un lector de códigos y comparamos la lista resultante con la lista proporcionado por el suministrador para comprobar que se recibieron todos los ítems.

De este modo podemos saber con certeza y velocidad que el material es el que se encargó al proveedor.

Cantidad	Diametro	Grado	Longitud	Marca
2	10	A63	135	10A241

135	Fig. 5A Mandril: 40 Maq. C1 Session: 000039 Run: 130074 ID: 193	88	21	26
Obra: CASAS Ver: 1 Despacho: 040 Cant: 2 Dia: 10 Long: 135 Marca: 10A241 Grd: A63 Maq: C1 Bultos: 1 of 1 Page: 4 Item: 13 Kgs: 2	1: 90°/R 2: 90°/R	Viga Eje 5b / G1 -		

Run: 130074 Session: 000039	Obra: CASAS CASA 4 TIPO A MOLLER Y PEREZ COTAPOS VIGAS LOSAS 1º - 2º PISO	Cubicador: ZR Version: 1 Despacho: 040	Pagina: 4 Item: 13 Bultos: 1 of 1 Kgs: 2 Fecha: 06-08-2014	Lista: 10 Etiqueta: 2
	040	Schnell Coil 16 1300740193		

1300740193
131

Ilustración 7: Etiqueta de ítem de ferralla (A&B)



6.7. 5S

6.7.1. Clasificación

Primero, para cada zona de trabajo, identificamos cuales van a ser los materiales, y herramientas para realizar los trabajos en esa zona y separamos los necesarios de los innecesarios.

6.7.2. Orden

En segundo lugar, después de separar los materiales y herramientas, los ordenamos y organizamos debidamente en el lugar adecuado para su uso posterior, pero que no entorpezca la circulación de los operarios o los vehículos.

6.7.3. Limpieza

En tercer lugar, después de ordenar todos los materiales y herramientas en un lugar adecuado, se limpiará toda la zona de desechos y otros elementos que puedan entorpecer la correcta ejecución de las actividades y de las circulaciones de operarios y maquinaria, disminuyendo las probabilidades de accidentes y mejorando la velocidad y seguridad de circulación.

6.7.4. Estandarización

En cuarto lugar, procederemos a delimitar las zonas de tránsito y de trabajo mediante cintas de peligro o redes para evitar que cualquier operario pueda introducirse en alguna zona de trabajo peligrosa y correr el riesgo de accidente. También ayuda a delimitar las zonas de tránsito, de este modo, los operarios no dejan acopios que obstaculicen a los vehículos ni a los otros operarios evitando accidentes y roturas de materiales por el tránsito de vehículos sobre los mismos.



6.7.5. Disciplina

Se capacita a los jefes de obra y los representantes de los subcontratos sobre la importancia de mantener las zonas de trabajo en buenas condiciones de clasificación, orden, limpieza y señalización. Para mejorar la seguridad y prevención de riesgos de la obra y el mejor desempeño de los trabajos. Además, se incluye como cláusulas en los contratos que la ejecución de los trabajos contratados incluirán el cuidado, el orden y el aseo tanto del material como de la zona de trabajo.

6.7.6. Mejora continua

Para mejorar lo anteriormente dicho, se designa a dos carpinteros, para que se encarguen de vigilar y colaborar para que los trabajadores y subcontratistas cumplan con lo establecido respecto a las 5S. Además, contribuyen a realizar tareas de control para garantizar la seguridad de las zonas de trabajo, colocando las medidas preventivas correspondientes o indicando a los operarios los implementos que debe llevar. De este modo suponen un apoyo al Jefe de Obra y un mejoramiento del control y de la aplicación de seguridad y medidas preventivas en la obra.

También se ha implementado un sistema Poka Yoke, de tarjetas rojas o verdes, para indicar el estado de uso de los andamios y escaleras. Es decir, si es rojo no se debe utilizar dicho andamio, ya que no se encuentra en las condiciones de seguridad adecuadas para su uso. Si es verde está en condiciones de seguridad correctas para su uso.

Con este sistema se apoya la delimitación de zonas en transitables o no transitables para garantizar la mayor seguridad y prevención de accidentes.



Ilustración 8: Indicadores de seguridad de andamios y escaleras (Moller & Pérez Cotapos)

6.8. Resumen

Tabla 15: Resumen Fase 2 (F. Propia)

PROPUESTAS DE MEJORA	ASPECTOS DE BENEFICIO POTENCIAL
Nuevo diseño de un Programa project	Planificación y Control
Mejorar el protocolo de reuniones semanales	Flujo de información
Mejora de planillas de Ev. y Prog.	Planificación y control
Nueva planilla resumen	Planificación y control
Listado de restricciones	Planificación
Creación de planillas de control de Sub.	Planificación y control
Recepción de ferralla	Control de suministros
5 S	Prevención de riesgos

7. RESULTADOS

7.1. PPC

Este gráfico representa la evolución del PPC desde que se empezó a implantar el LPS. Diferenciamos con una línea morada el periodo de análisis y con una línea roja el periodo de la Implementación.

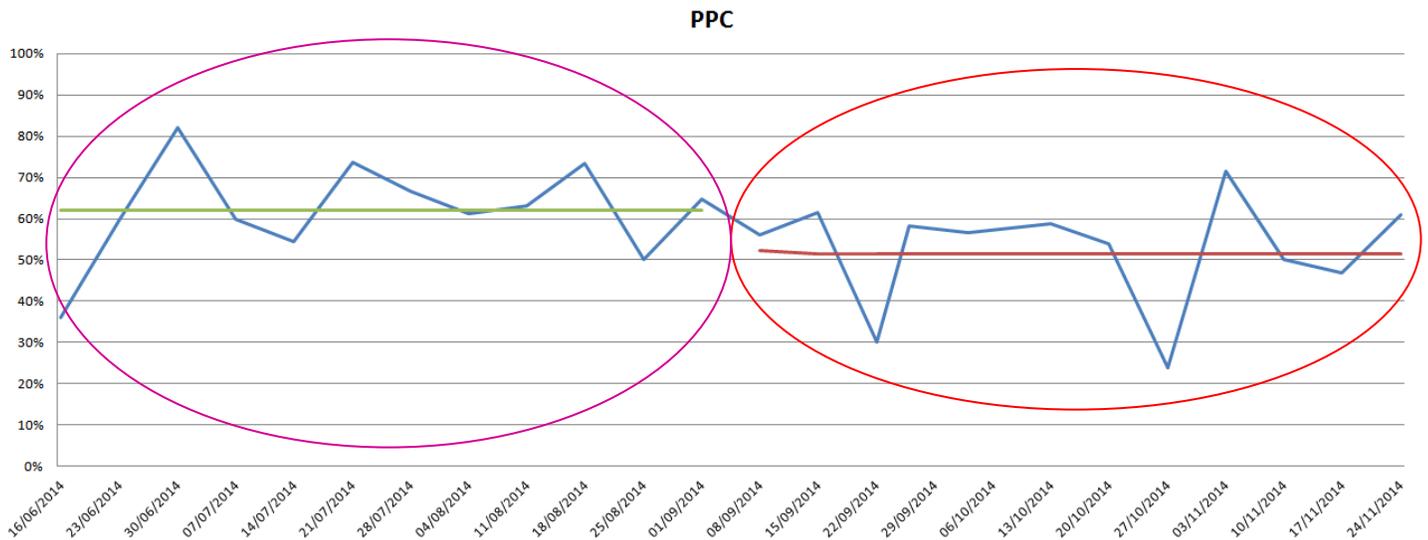


Figura 25: Grafico de PPC (*F. Propia*)

Como podemos observar durante el primer periodo tenemos unas pendientes de subidas y bajadas bastante pronunciadas, con un PPC máximo del 82% y un mínimo de 50%.

Por otro lado en el segundo periodo observamos que las pendientes están más suavizadas a excepción de dos bajadas importantes con un PPC máximo del 71% y un mínimo del 24%.

El PPC promedio del primer periodo es del 62% y el del segundo periodo es del 52%.

7.2. CNC

A continuación, se muestra mediante un grafico, los porcentajes de las CNC según su origen. Como podemos observar el mayor porcentaje de CNC (30%) corresponde a tareas precedentes. Luego, con bastante equidad, mano de obra del subcontrato (16%), imprevistos (13%), reprogramación de trabajos (12%), mano de obra propia (9%),

materiales (9%) y maquinaria (6%). Por último, las CNC de coordinación, diseño de proyecto, seguridad, calidad y de herramientas son prácticamente nulas.

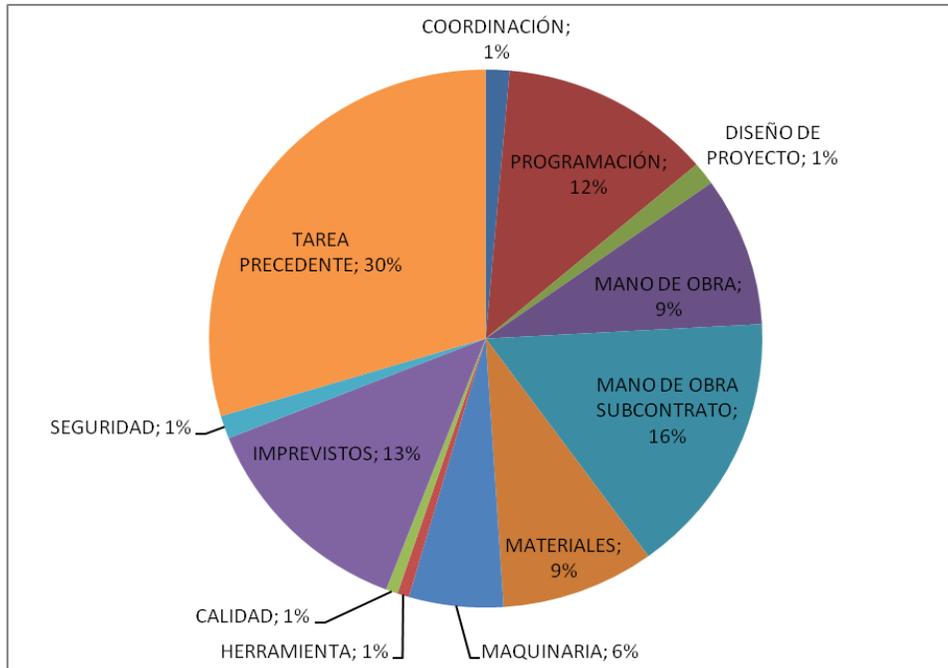


Figura 26: Gráfico CNC (F. Propia)

7.3. Restricciones

A continuación, se muestra mediante un gráfico, los porcentajes de las restricciones según su origen. Como podemos observar el mayor porcentaje de restricciones corresponde a la mano de obra (42%) seguido de tareas precedentes (24%). Luego, con bastante equidad materiales (15%) y maquinaria (12%). Por último, las Restricciones de espacio de trabajo, diseño de proyecto, seguridad y de herramientas son prácticamente nulas.

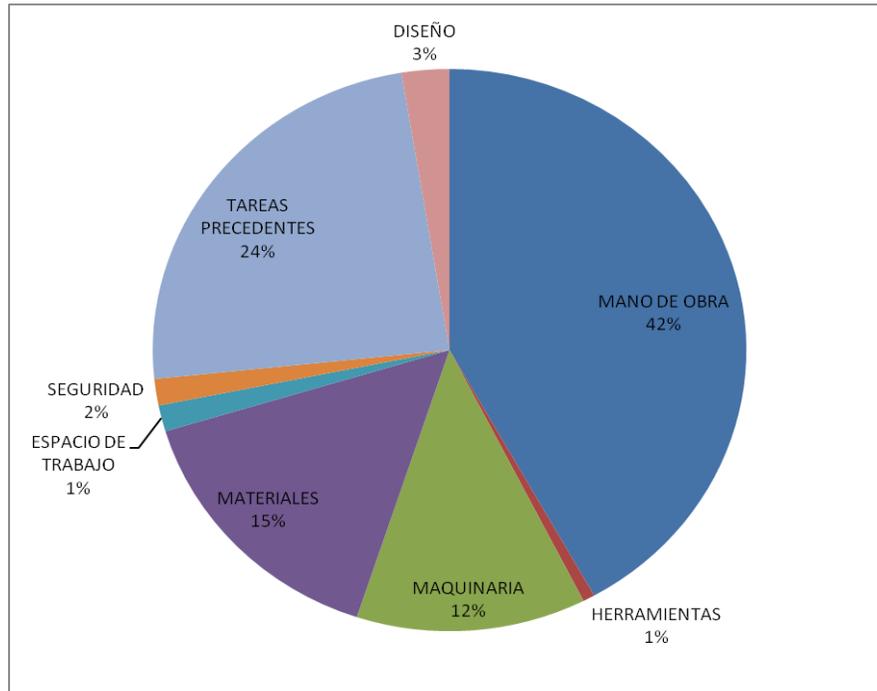


Figura 27: Gráfico de restricciones (*F. Propia*)

7.4. Control de avance

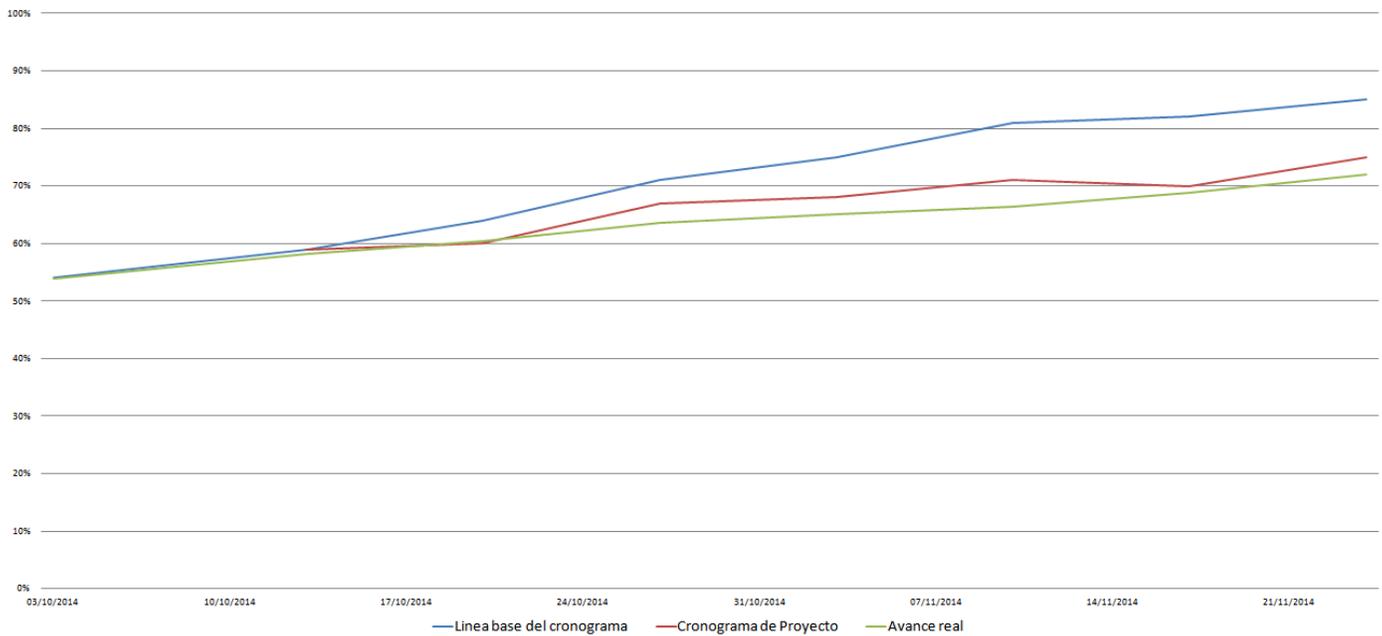


Figura 28 Figura: Control de avance (*Fuente Propia*)

En el presente gráfico se muestran cronológicamente la línea base del cronograma, el cronograma de proyecto y el avance real del proyecto. Como se observa parten del mismo punto los tres, pero a medida que se avanza en el tiempo podemos observar una desviación progresiva con una diferencia máxima entre la línea de cronograma y el avance real, un poco superior al 10%. Por otra parte observamos que la línea de cronograma de proyecto es bastante pareja en porcentaje y tendencia al avance real con una diferencia máxima del 5%.

7.5. Curva S de hormigón

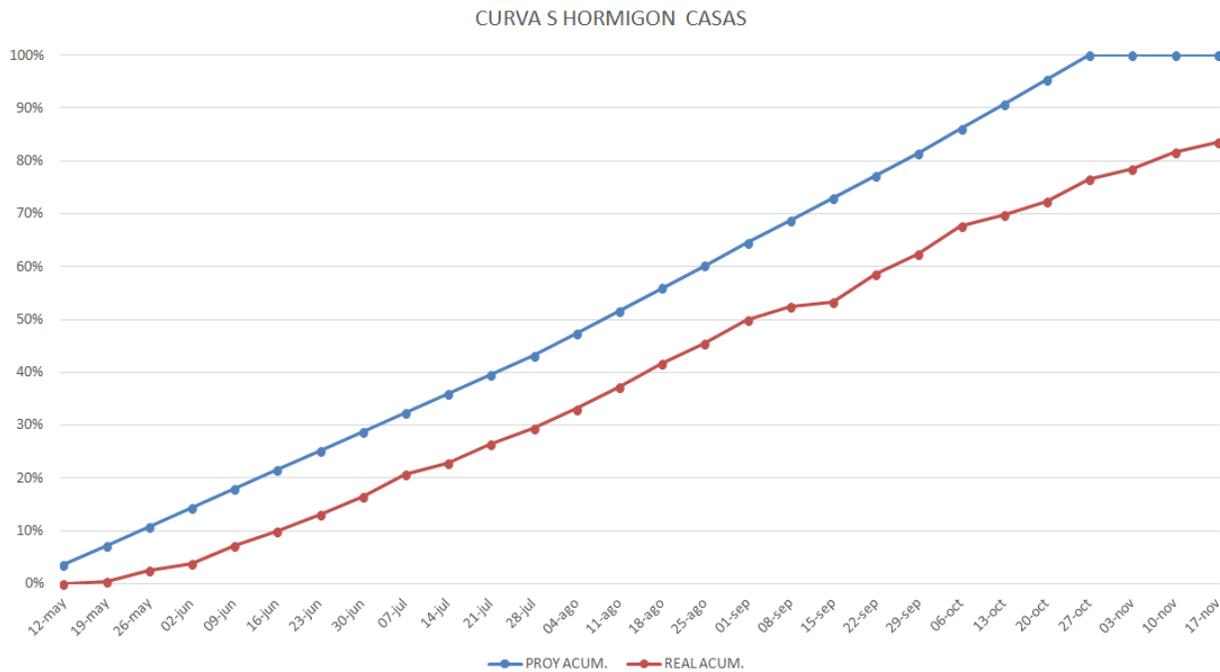


Figura 29: Curva S de hormigón (OT)

Como se observa en el gráfico, queda definido que la previsión del avance del hormigón no se ha realizado correctamente por lo que no es representativa para comparar.

Pero viendo el avance de hormigones si se describe una curva con pendientes más suaves al inicio y al fin (teniendo en cuenta la tendencia del final de la curva), y con pendientes más pronunciadas en la zona central. Se describe de modo más similar a la previsión a una

curva S de hormigón tipo. En conclusión, con este indicador no se puede determinar ninguna mejora o influencia de las prácticas implementadas.

7.6. 5 S

Como resultados de la implementación de las 5 S se expresan en un reportaje fotográfico en el que se muestra lo descrito y planteado en el apartado de Implementación. También esta completado con la tabla final de resumen en el que se indica el ámbito afectado y el grado de afección determinada por el Jefe de Obra.



Ilustración 10: Desorden y suciedad (*F. Propia*)



Ilustración 9: Limpieza (*F. Propia*)



Ilustración 11: zona de trabajo con riesgos



Ilustración 12: Delimitación de zonas con riesgo



Ilustración 14: Zonas de circulación obstaculizadas



Ilustración 15: Zonas de circulación limpias



Ilustración 16: Desorden de zonas de acopio



Ilustración 13: Delimitación de zonas y de acopios ordenados



Ilustración 17: limpieza y delimitación de transito de vehículos



Ilustración 18: Riesgo de caída en altura



Ilustración 19: Eliminación del riesgo de caída



Ilustración 20: Material no clasificado



Ilustración 21: Clasificación y orden de material

Además del reportaje fotográfico, se ha realizado una encuesta a los trabajadores del proyecto para conocer el impacto que ha tenido esta herramienta en factores de coste, calidad, seguridad, plazo, planificación y control según la opinión personal de los trabajadores.

Como se observa en el gráfico (“Figura 30”), en todos los factores excepto el factor de coste más del 50% de los encuestados piensan que la aplicación de la metodología ha tenido un impacto alto en los factores de planificación, plazo, seguridad y calidad. Además entre el 30% y 40% de los encuestados piensa que ha tenido un impacto medio en estos factores.

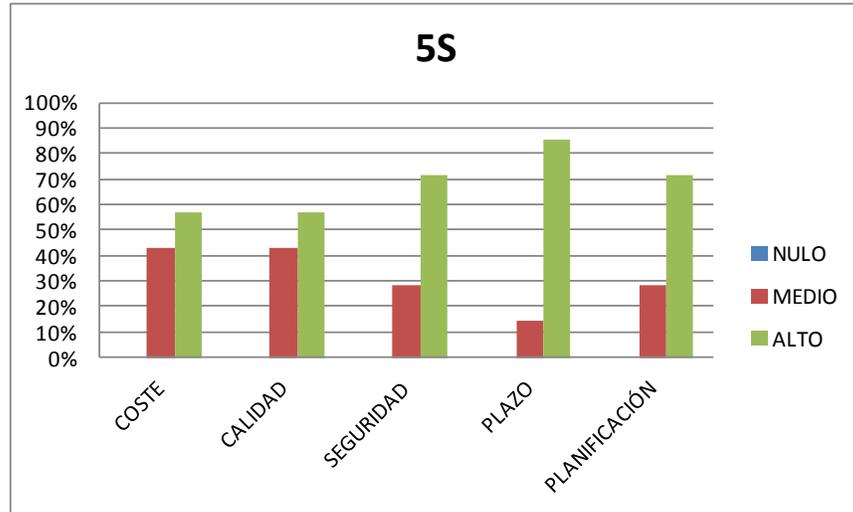


Figura 30: Resultado encuesta sobre 5 S (F. Propia)

Pocos son, entre un 18% y un 5% los que piensan que ha tenido un impacto nulo en estos factores.

7.7. Encuestas

Para determinar el grado de impacto en las propuestas planteadas se ha realizado una encuesta al administrador, jefe de terreno, encargado de calidad, jefes de obra y oficina técnica obteniendo los siguientes resultados:

a) Programa en Microsoft Project

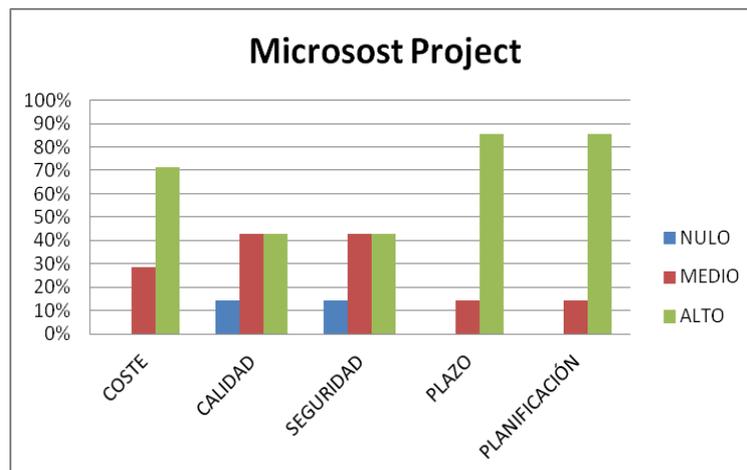


Figura 31: Impacto del programa en Microsoft Project (F. Propia)

Como se observa en el gráfico, el mayor impacto positivo se ve reflejado en los factores de plazo y planificación con más de un 80%. También se observa que tiene una gran incidencia en el coste con un 70%. Los aspectos de calidad y seguridad no son muy afectados en comparación al resto.

b) Reuniones semanales

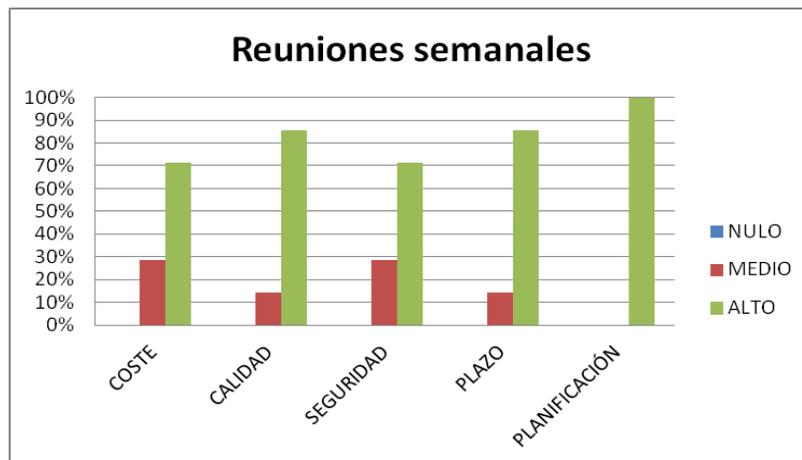


Figura 32: Impacto de las reuniones semanales (*F. Propia*)

Como se observa en el gráfico, el impacto positivo en todos los factores es claramente alto, con un promedio superior al 70% en todos los aspectos.

c) Planillas de programación y evaluación

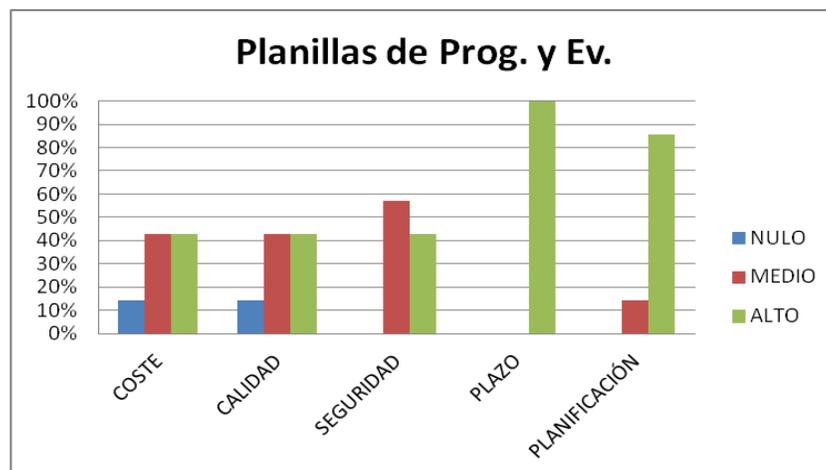


Figura 33: Impacto de las planillas de programación y evaluación (*F. Propia*)

Como se observa en el gráfico, el impacto positivo de esta implementación se destaca en los factores de planificación y plazo, con más de un 80%. El resto de aspectos no resultan muy influidos con un 40%.

d) Planilla resumen

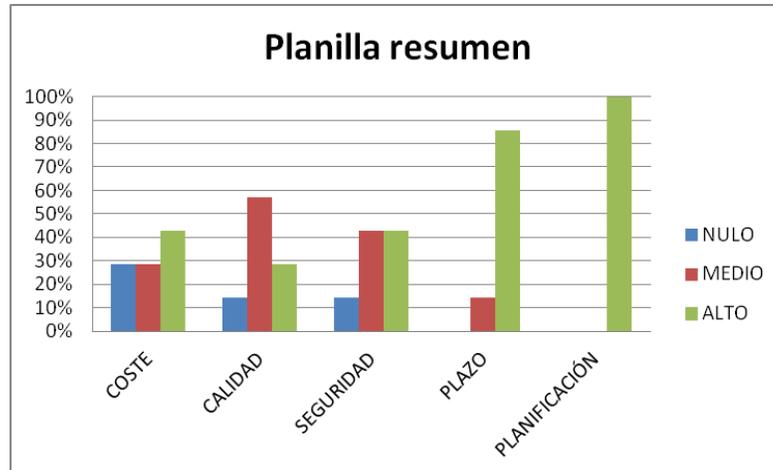


Figura 34: Impacto de la planilla resumen (*F. Propia*)

Como se observa en el gráfico, el impacto positivo de esta implementación se destaca en los factores de planificación y plazo, con más de un 80%. El resto de aspectos no resultan muy influidos con un porcentaje cercano al 40%.

e) Listado de restricciones

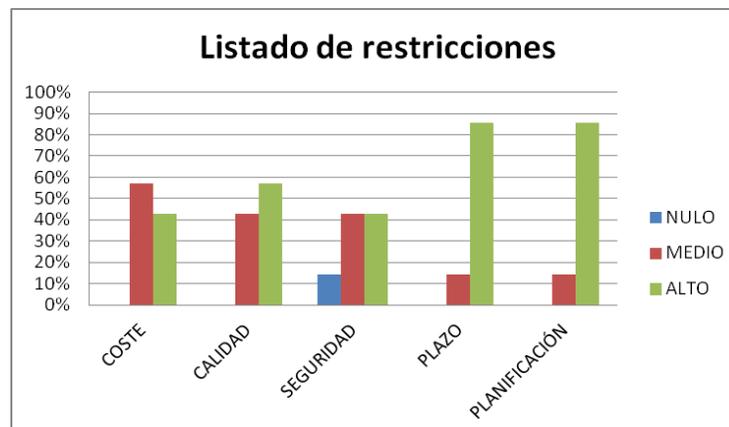


Figura 35: Impacto del listado de restricciones (*F. Propia*)

Como se observa en el gráfico, el impacto positivo de esta implementación se destaca en los factores de planificación y plazo, con más de un 80%. El resto de aspectos no resultan muy influidos con resultado ligeramente superior al 40%.

d) Planilla subcontrato

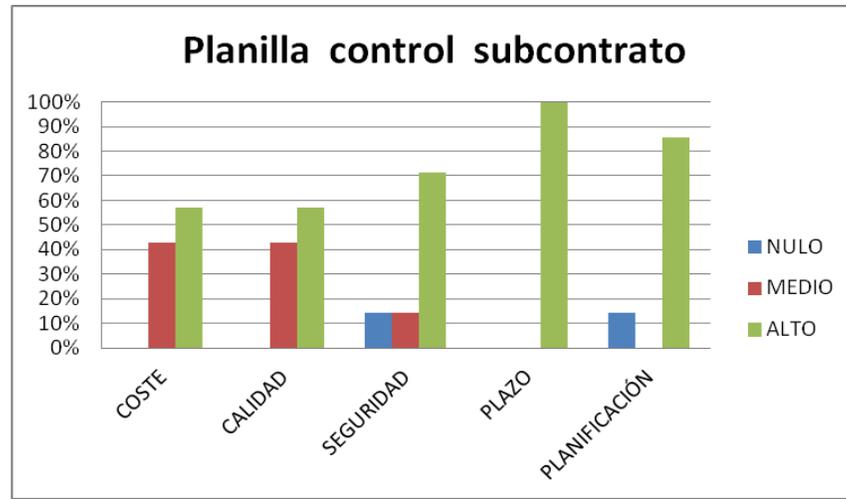


Figura 36: Impacto de la planilla de control de subcontrato (*F. Propia*)

Como se observa en el gráfico, el impacto de esta planilla es alto en los factores de planificación y plazo con un porcentaje superior al 80%. También se destaca el factor seguridad con un 70%. Por último los factores de calidad y coste se encuentran en un nivel medio con un impacto algo superior al 50%.

e) Recepción de la ferralla

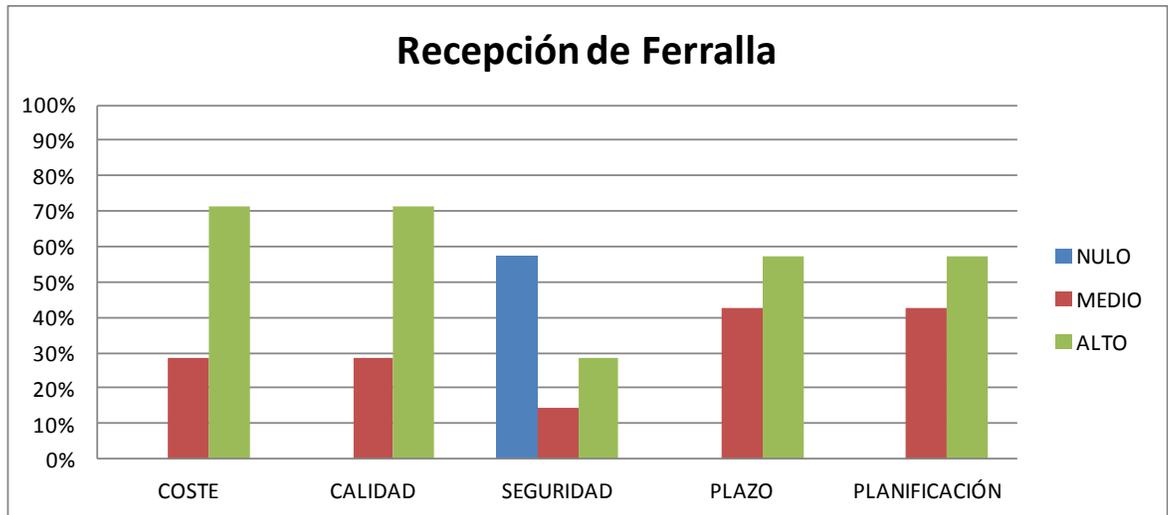


Figura 37: Impacto de recepción de la ferralla (F. Propia)

Como se observa en el gráfico, el impacto de la recepción del hierro es alto en los factores de coste y calidad con un porcentaje del 70%. Los factores de planificación y plazo tienen un impacto medio con un porcentaje algo superior al 50%. El factor seguridad se observa con poco impacto nulo cercano al 60%.

f) 5 S

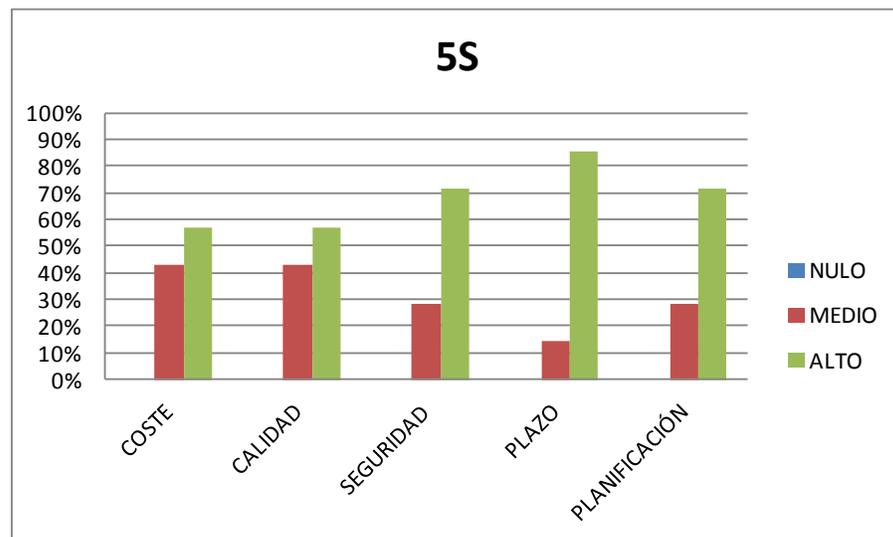


Figura 38: Impacto de las 5 S (F. Propia)

Como se observa en el gráfico, el impacto de las 6 S es alto en los factores planificación y seguridad con un porcentaje del 70% y el factor de plazo con un porcentaje superior al 80%. El resto de factores (coste y calidad) tienen un porcentaje medio cercano al 40%.

g) Resumen

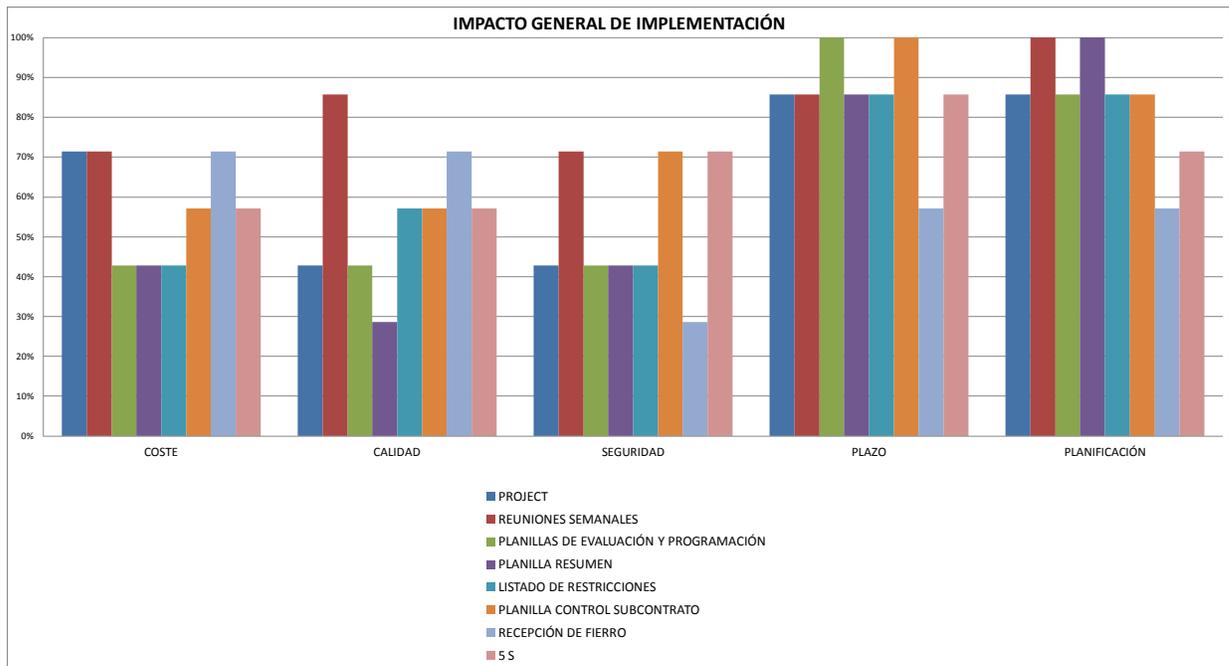


Figura 39: Resumen de impacto (*F. Propia*)

En este gráfico, se observa, que el mayor impacto de las implementaciones se ha logrado en los aspectos de planificación y plazo con porcentajes superiores al 80%.

En el factor de coste, las implementaciones con más impacto son el programa Microsoft Project, las reuniones semanales y la recepción de la ferralla con un porcentaje del alto del 70%. En el factor calidad, destacan las reuniones semanales con un porcentaje alto superior al 80% y la recepción del fierro con un 70%. Respecto al factor seguridad, se destacan tres implementaciones con un porcentaje alto superior al 70%, las reuniones semanales, la planilla de control de subcontratos y las 5 S.

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

8.1. PPC

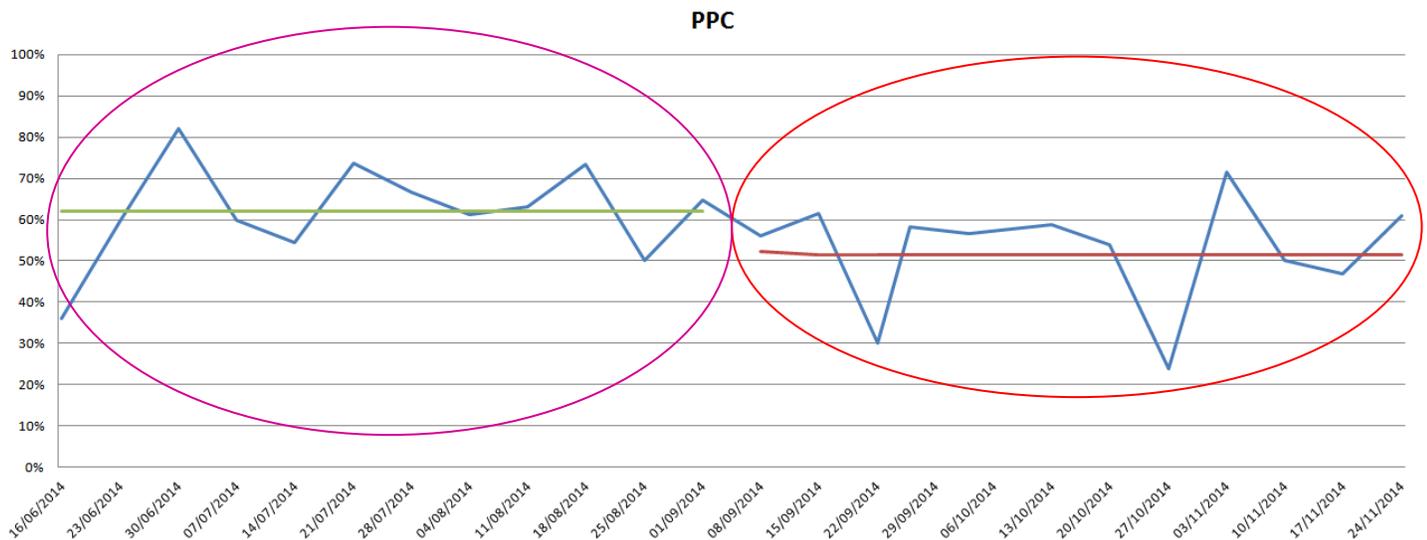


Figura 40: Gráfico de PPC (*F. Propia*)

Analizando este gráfico determinamos que en el primer periodo el cumplimiento medio de compromisos es más elevado que en el segundo, pero esto se debe a que la cantidad o el grado de avance comprometido en el primer periodo es mucho menor. Además, las fuertes pendientes en el primer periodo representan un alto grado de variabilidad respecto a los compromisos. Con lo que terminamos que en el primer periodo los compromisos respecto al avance son escasos y además con un alto grado de variabilidad.

Por otro lado, en el segundo periodo se corrigen estos errores, mejorando el grado de compromiso respecto al avance, es decir haciendo que las promesas no sean escasas respecto al avance. También se reduce la variabilidad de cumplimiento de los compromisos a excepción de las dos bajadas. Estas bajadas fueron debidas a imprevistos. La primera de ellas se debe a un absentismo laboral y una muy baja productividad de los operarios este fenómeno se asocia a la festividad de fiestas patrias. Debido a la cercanía de este evento el rendimiento de los operarios bajo drásticamente y el absentismo subió produciendo así un bajo cumplimiento de compromiso.

La segunda de ellas fue debida a una paralización completa de los trabajos de la obra. La paralización de los trabajos fue debito a un accidente de alta gravedad producido en el sector de los edificios. Debido a la alta gravedad del accidente se paralizó toda la obra para que las autoridades pertinentes realizaran la inspección correspondiente y se pusieran al día las medidas de seguridad correspondientes a los trabajos en ejecución.

8.2. PPC y PCR

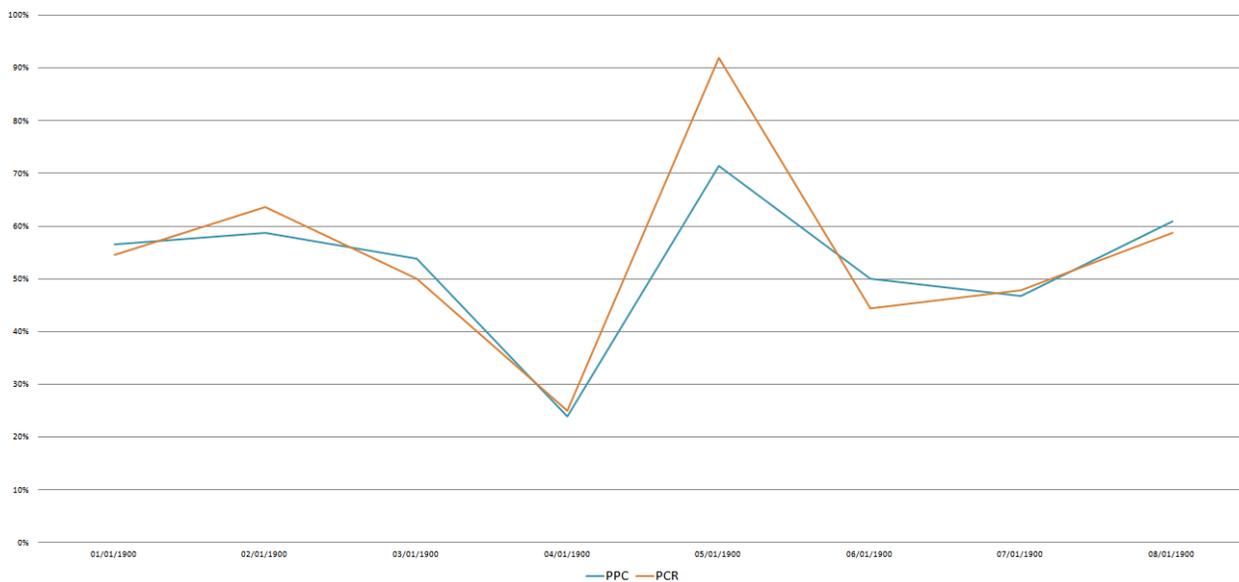


Figura 41: Gráfico PPC-PCR (*F. Propia*)

Como observamos en este gráfico, el PPC y del PCR se mueven en direcciones parejas, con pequeñas desviaciones, pero con la misma tendencia. Determinando que el PCR (Porcentaje de Cumplimiento de Restricciones) es directamente proporcional al PPC y a la inversa. Por lo queda deducido que cuando mayor sea el PCR, mayor será el PPC. Esto se debe a que la fecha de liberación de restricciones es muy próxima a su límite por esto se grafica con esta tendencia. Para el mejor cumplimiento del PPC se deberían liberar las restricciones con mayor antelación por lo que una cima en el grafico de liberación de restricciones aportaría una pendiente positiva en el PPC durante un periodo de tiempo más largo.

8.3. Restricciones y CNC

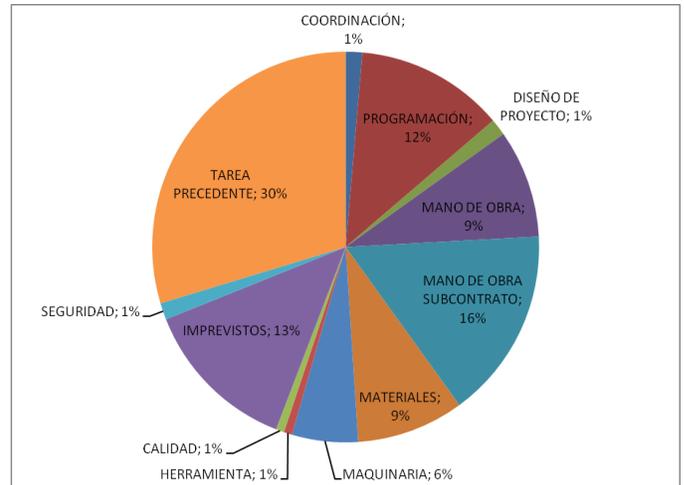
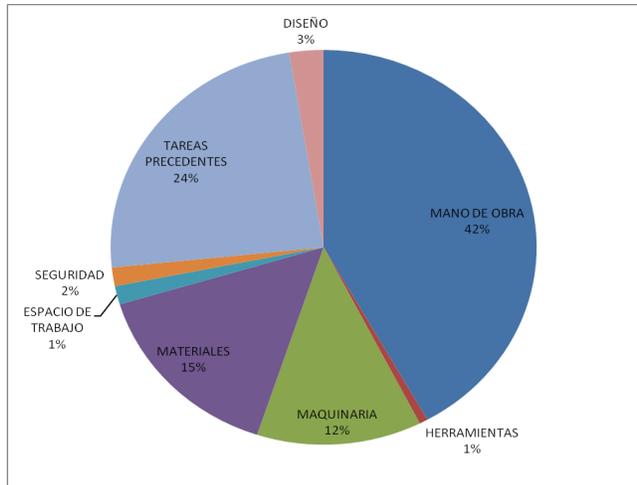


Figura 42: Gráfico de restricciones (*F. Propia*)

Figura 27: Gráfico de restricciones (*F. Propia*)

Comparando estos gráficos de restricciones y CNC, observamos que el 42% de las restricciones corresponden a la mano de obra y que el 25% de las causas de no cumplimiento corresponden a este mismo factor. Esto se debe a la alta variabilidad de asistencia laboral, tanto por parte de la mano de obra propia como por la mano de obra de los subcontratos, donde esta variabilidad es el doble como CNC. Por lo que los subcontratos tienen una baja fiabilidad. Además este absentismo laboral, provoca el retraso de cumplimiento de trabajos, lo que provoca que los trabajos sucesivos que se han programado para realizar no puedan realizarse. Como observamos en el gráfico de restricciones, las tareas precedentes suponen un 24% de las restricciones, porcentaje que se ve aumentado proporcionalmente en las CNC debido a que gran cantidad de los trabajos programados, dependen de un precedente para poder ejecutarse.

Por otro lado, los materiales y la maquinaria, representan respectivamente el 15% y el 12% de las restricciones, y el 9% y el 6% de las CNC. Con esto podemos determinar que existe un problema con el suministro y puesta en obra del hormigón.

En primer lugar, el suministrador de hormigón sufre retrasos de entrega muy significativos respecto a los pedidos programados, esto produce que por cuestiones de horario de trabajo no se pueda verter el hormigón programado, ya que este llega fuera del horario de trabajo y

obliga a reprogramarlo para la próxima jornada, retrasando las tareas de descimbre y avance. Además esta variabilidad de tiempo de entrega y retrasos del hormigón provocan también problemas para la coordinación de la bomba. Ya que este recurso se comparte entre los diferentes sectores. Esto provoca aun un retraso mayor, ya que si la programación del hormigón es para un día concreto y este se aplaza, puede generar una descoordinación de la bomba con los otros sectores y provocar retrasos mayores.

8.4. Avance

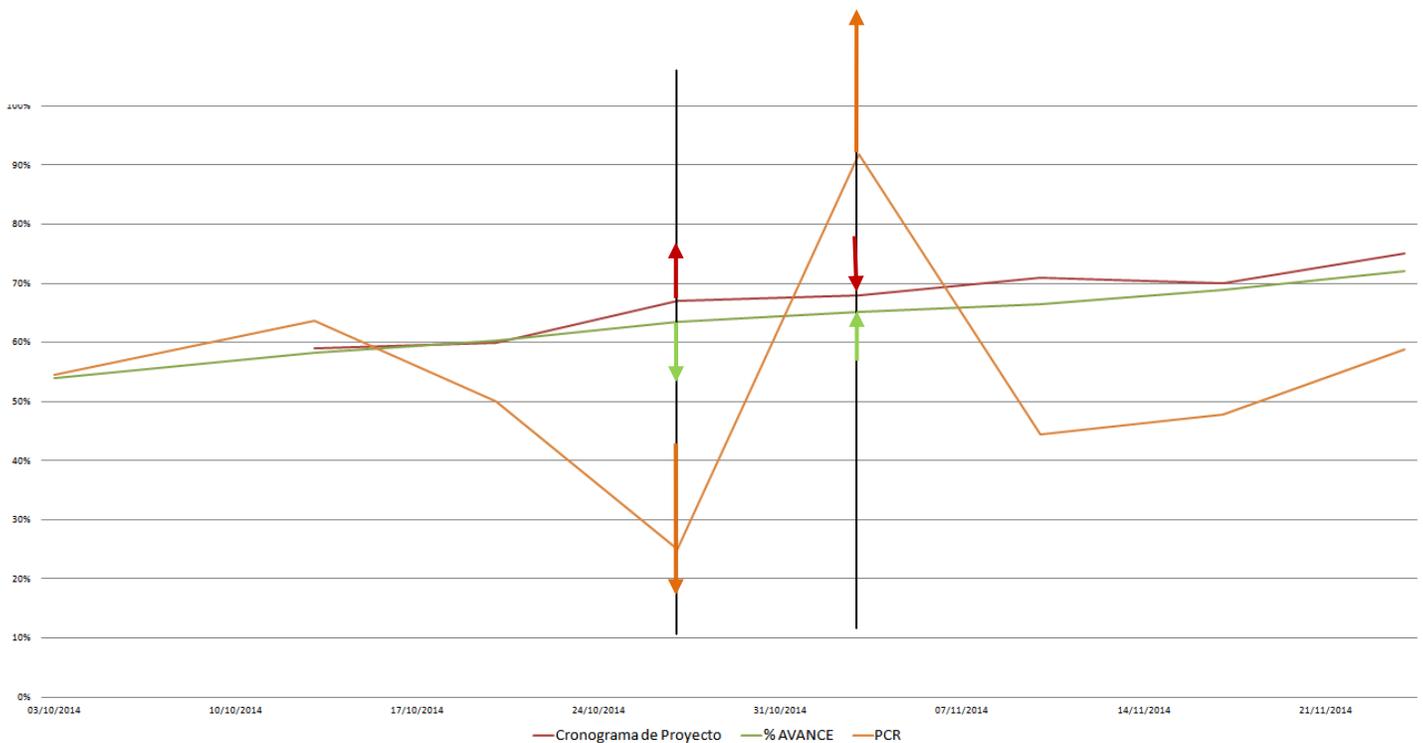


Figura 43: Gráfico de Cronograma de proyecto - % Avance – PCR (*F. Propia*)

Como se ha determinado anteriormente, el PCR que esta proporcionalmente ligado al PPC. Como observamos en este gráfico, el % de avance real respecto al cronograma de proyecto está ligado al PCR. Cuando el PCR tiene un valor mayor o tendencia ascendente, la diferencia entre el avance real y el cronograma de proyecto es menor. Por lo que podemos determinar, que el avance real de proyecto respecto al cronograma de proyecto está determinado por las PCR con la que tiene una relación directa el PPC. Por lo que se puede



relacionar que a un mayor PPC, mayor será el avance real del proyecto. Con lo que podemos afirmar, que el mejoramiento del PPC puede ayudar al mejoramiento del avance de la obra.

Por otro lado cabe discutir algunas excepciones. Se puede dar el caso de tener un PPC bajo, pero el avance ser elevado, ya que el grado de cumplimiento de los compromisos se encuentra en un grado alto pero sin llegar a cumplirse. Por otro lado, una programación deficiente, podría aportar un alto grado de cumplimiento pero poco grado de avance, incluso provocar retrasos en el plazo debido a que las actividades programadas no resultan críticas y se dejan de lado las actividades críticas. De este modo, al no ejecutar las tareas críticas, se produce un aumento del plazo. Por ello es importante una buena programación y tener en cuenta los caminos críticos. Este problema se ha solucionado con el programa en Microsoft Project en el que podíamos detectar fácilmente los trabajos más críticos para darles preferencia de ejecución. Además, al realizar actualizaciones semanales del programa se determinan los cambios de camino crítico según el avance del proyecto para evitar retrasos en el plazo.

8.5. Impactos generales de implementación

Se muestra en la siguiente tabla, las herramientas propuestas y su grado de implementación en la obra. Además se incluye el grado de impacto en cada uno de los campos que se citan según una media ponderada de la encuesta realizada al Director de Ejecución, Jefe de Obra, Encargados de Producción, Encargado de Calidad y Oficina Técnica.



Tabla 16: Resumen de impacto (*F. Propia*)

PROPUESTAS DE MEJORA	COSTE	CALIDAD	SEGURIDAD	PLAZO	PLANIFICACIÓN	GRADO DE IMPLEMENTACIÓN
Programa project	Green	Red	Red	Green	Green	Green
Reuniones semanales	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Planillas de Ev. y Prog.	Red	Red	Red	Green	Green	Green
Planilla resumen	Red	Red	Red	Green	Green	Green
Listado de restricciones	Red	Yellow	Red	Green	Green	Red
Planillas de control de Sub.	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Red
Recepción de fierro	Green	Green	Red	Yellow	Yellow	Yellow
5 S	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Green

 Grado de impacto alto

 Grado de impacto medio

 Grado de impacto bajo o nulo



9. CONCLUSIONES

Debido a la brevedad del estudio y a la escasez de datos recopilados, no se puede determinar que la implementación del LPS produzca una mayor confiabilidad en la previsión del plazo de ejecución del proyecto. Sería necesario continuar con la recopilación de datos durante un periodo de tiempo mayor para poder dejar una evidencia clara i representativa.

Aunque no se ha podido dejar una evidencia clara i representativa de los resultados, sí se ha detectado una cierta tendencia a la mejora de la confiabilidad en el plazo. Además, según los datos obtenidos en las encuestas también ha tenido un elevado impacto en el plazo y la planificación de la obra. Por ello puedo decir que es muy probable que la mejoría de los resultados se reproduzca con el paso de un periodo de tiempo ya que es complicado obtener unos resultados directos en tan poco tiempo.

Respecto a la implementación de las 5 S juntamente a la de Poka Yokes, ha mejorado el orden de la obra, por lo tanto disminuido el riesgo de accidentes además de mejorar el rendimiento de los trabajadores. La mejoría de este rendimiento se basa en que los trabajadores no pierden tiempo buscando y trasportando materiales o herramientas porque se encuentran acopiados/as de modo ordenado en lugares colindantes a la ubicación del trabajo.

En conclusión, la investigación realizada permitió analizar la obra al inicio del proyecto y al inicio del estudio para determinar los errores y carencias que presentaba. Así, como el diseño, mejora e implementación de herramientas para la reducción de estos errores y carencias.

Permitió desarrollar un sistema de seguimiento del Last Planner System así como una serie de recomendaciones para su correcto seguimiento e implementación.



9.1. Recomendaciones

9.1.1 Convencimiento del Director de Ejecución y capacitación del equipo de trabajo:

En un proyecto, donde la cadena de mando es altamente jerarquizada, es de vital importancia el convencimiento del Director de Ejecución de la obra en aplicar este sistema. Además debe ser preocupación del mismo el formar a su equipo para darle la importancia correspondiente y crear convencimiento que genere un compromiso entre el equipo de trabajo.

El equipo de trabajo debe formarse en la materia, conocer y como debe aplicarse el sistema para asegurar un mejor resultado en su aplicación.

9.1.2 Flexibilidad del sistema

La implementación del LPS debe hacerse adaptándose a las características del proyecto y a sus necesidades. Las herramientas utilizadas para el funcionamiento no deben ser rígidas y deben adaptarse al modo de trabajar de los últimos planificadores ya que no todos los son gente con estudios o tienen las mismas capacidades de entendimiento. Por esta razón las herramientas utilizadas, deben sencillas y entendibles para todos los participantes en cada participante.

9.1.3 Facilitador para la implementación

Para una eficaz implementación del LPS es muy conveniente un facilitador que esté capacitado en la materia y que ayude a mediar las reuniones. Debe estar formando continuamente a los participantes del sistema durante su implementación para evidenciar los errores que se cometen y ayudar a resolverlos.

El facilitador, debe estar respaldado por el Director de Ejecución de la obra, para que este tenga el poder de influencia necesario y pueda capacitar al equipo de trabajo.



El facilitador tiene como función contribuir a la generación de una red de compromisos entre los integrantes.

9.1.4 Sistema de seguimiento

- Plan maestro

El administrador de la obra deberá establecer un plan definido por una serie de hitos significativos para el proyecto en función de las necesidades del cliente.

- Plan intermedio

En función de los hitos definidos en el plan maestro por el administrador, el Jefe de Obra, en conjunto con los Encargados de Producción deben elaborar un plan intermedio de 4 a 8 semanas, desglosado por actividades. Estas actividades deben estar desglosadas por especialidades de trabajo y subcontratistas. Según las necesidades del proyecto estas actividades estarán sectorizadas en fracciones más pequeñas para que su control sea más sencillo.

Los tiempos planificados para cada actividad deben establecerse en consenso con cada subcontratista y asimismo adaptarse también a las necesidades de avance de la obra para el cumplimiento de los hitos.

Además, esta planificación intermedia debe incorporar un control de las restricciones para cada actividad y cuál es el plazo último de su liberación para que esta no afecte al programa.

- Planificación semanal.

- Reunión previa

En esta reunión tiene como objetivo preparar y actualizar todos los planes y restricciones del plan intermedio y del plan semanal. De este modo, se aumenta la eficacia de la reunión posterior con los últimos planificadores acortando su duración y tratando los temas de mayor importancia.



En esta reunión, deben participar el Director de Ejecución, Oficina técnica, Jefe de Obra, Encargado de Producción, Encargado de suministros y Coordinador de Seguridad y Salud. Es muy importante la participación de todos estos integrantes, ya que cada uno representa un área específica que debe coordinarse con el resto. Deben estar todos concienciados de realizar la reunión un día determinado de la semana en un horario fijo. Según mi experiencia, recomiendo que sean todos los jueves a las 16:00. Estas reuniones no deben durar más de una hora, ya que su excesiva duración desconcentra a los participantes que quedan pendientes de otros asuntos que dejan de lado para asistir a la reunión.

➤ Revisión de la semana anterior

Esta revisión empieza con la revisión de cumplimientos de compromisos semanales (PPC). Al mismo tiempo se analizan las causas de no cumplimiento de cada compromiso buscando siempre la causa raíz. Posteriormente, se determinan una serie de soluciones o medidas a aplicar para evitar repetir el no cumplimiento del compromiso.

También deben repasarse las restricciones pendientes y analizar la causa raíz de su no eliminación y determinar las acciones correspondientes para su eliminación así como una fecha límite para su eliminación.

➤ Preparación del plan semanal

Se genera un listado de las actividades que según el plan intermedio deben estar realizadas (lo que debe hacerse). Después se analiza actividad por actividad las restricciones que tienen para su ejecución. A estas restricciones se les asigna un responsable para su liberación y una fecha límite para la misma.

Por lo tanto se genera un ITE (Inventario de Tareas Ejecutables) con sus respectivas restricciones y sus responsables de cumplimiento (lo que puede hacerse).

➤ Actualización del plan intermedio



En función al cumplimiento semanal de actividades, se actualizará el plan intermedio y se añadirá una semana más de actividades teniendo en cuenta los hitos marcados en el plan maestro.

En función de las actividades incorporadas al plan intermedio, se deberán señalar las restricciones que requiere su ejecución y actualizar el listado de restricciones asignando un responsable y una fecha para su liberación.

➤ Reunión con subcontratistas

Esta reunión tiene como objetivo coordinar a los subcontratistas para ejecutar el ITE definido en la reunión previa. En esta reunión deben participar El Jefe de Terreno, el Jefe de Obra y un representante por cada Subcontrato.

El Jefe de Obra debe actuar como mediador entre los subcontratistas y el Encargado de Producción.

Al igual que en la reunión previa, esta debe tener un horario semanal definido y constante al que todos deben asistir y ser puntuales. Para mejorar este aspecto, se recomienda servir galletas, café y/o refrescos entre los participantes para propiciar un ambiente más agradable y fructífero.

En función de la experiencia, recomiendo que esta reunión se realice los viernes a las 15:00.

La reunión debe empezar con un resumen de cumplimiento de compromisos de la semana, repasando la causas raíz de no cumplimiento y las medidas que se adoptarán para que no se vuelvan a dar.

A continuación se presentará el ITE a los subcontratistas.

La planificación se resuelve mediante una pull sesión utilizando post-it de colores (cada color representa a un subcontrato) empezando de modo inverso de atrás hacia adelante en el tiempo. Primero desde el viernes hasta llegar al lunes colocando cada pot-it en el día de terminación de cada actividad. Al mismo tiempo cada subcontrato indicará las necesidades requeridas para la realización de cada actividad que correspondan a otro subcontrato o a la misma constructora. Estos requerimientos o restricciones pueden representarse en post-it con forma diferente, correspondiendo cada color a un tipo de restricción.



Es importante dividir el día en dos jornadas (mañana y tarde) para que el flujo de trabajo se mas continuo y la planificación sea más exacta.

De este modo se determina lo que realmente se hará y la estimación de los tiempos de realización de cada actividad estará determinada por los últimos planificadores en base a los recursos disponibles y los rendimientos de cada subcontrato. De este modo, se genera un compromiso entre los mismos subcontratos y la constructora.

9.2. Limitaciones

Las limitaciones del estudio han sido las siguientes:

- El estudio se ha realizado en un sector de un único proyecto.
- El tiempo para la recolección den datos y aplicación de herramientas ha sido muy limitado (4 meses).
- La información económica del proyecto no ha sido facilitada por motivos de políticas de privacidad de la propia empresa, por lo que el único factor que ha podido determinar este aspecto ha sido la encuesta realizada a los trabajadores dirigentes del proyecto.
- El proyecto se encontraba en fase de implementación del LPS pero no existía una capacitación del equipo de trabajo por lo que no se conocían los beneficios del sistema ni su funcionamiento.

Esto causaba múltiples rechazos a las actividades realizadas durante la aplicación del sistema por parte del equipo que consideraban todo el trabajo como una carga adicional sin beneficio alguno.



10. REFERENCIAS

Alarcón, L. F., Diethelm, S., Rojo, O. y Calderon, R. (2005). Assessing the impacts of implementing lean construction. *Source of the Document 13th International Group for Lean Construction*, pp. 387-393.

Alarcón, L. F. & Pellicer, E., (2009). Un nuevo enfoque en la gestión: la construcción sin pérdidas. *Revista de Obras Públicas*, Issue 3496, pp. 45-52.

Flores, F. (1991): Offering New Principles for a Shifting Business World. Belmont, California: *Business Design Associates*, 21.

Hernández, J. C. & Vizán, A., (2013). Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación. Madrid: *Fundación EOI*.

Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, volumen 25, Issue 2, pp. 420-437.

Koskela, L., (1992). Application of the new production philosophy to construction. *Center For Integrated Facility Engineering*, Issue 72.

Koskela, L. (2000). An exploration towards a production theory and its application to construction. *VTT Building Technology*, 408.

Krafcik, J. (1988). Triumph of the Lean Production System. *Sloan management review*, volumen 30, Issue 1, pp. 41-51.

Morgan, J. M. & Liker, J. K. (2006). The Toyota Product Development System: Integrating People, Process And Technology. New York: *Productivity Press*.



Mossman, A., (2013). Last Planner: 5 + 1 crucial & collaborative conversations for predictable design & construction delivery. [En línea]

Available at: <http://bit.ly/LPS-5cc>

[Último acceso: 01-09-2015].

Sayer, N. J. & Williams, B. (2007). *Lean for Dummies*. Hoboken, New Jersey: *Wiley Publishing*.

Shingo, S. (1989), *A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint*. New York: *Productivity Press*.

Womack, J. P., Jones, D.T. & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world*. *Massachusetts Institute of technology*.



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
MÁSTER UNIVERSITARIO EN PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN EN INGENIERÍA CIVIL



ANEXOS



ANEXO A: ENCUESTA A TRABAJADORES

NOMBRE:

CARGO:

FECHA:

El metodo de las 6 S, es un metodo que consiste en la clasificación, orden, limpieza, estandarización, disciplina y mejora continua. Según lo observado en la obra se ha aplicado:

- *Limpieza, orden y clasificación de los materiales, equipos y zonas de trabajo.
- *Delimitación de las zonas de trabajo mediante señalización.
- * Indicadores de colores para determinar la seguridad de los andamios y escaleras.
- *Designación de carpinteros de seguridad para garantizar las condiciones de orden y seguridad.
- *Para determinar el grado de impacto de este metodo se realiza la siguiente encuesta:

Marque con una (X) la respuesta que considere.

Cree que este metodo afecta positivamente en los costes?

En que grado?	Nulo	<input type="checkbox"/>
	Medio	<input type="checkbox"/>
	Alto	<input type="checkbox"/>

Cree que este metodo afecta positivamente en la calidad?

En que grado?	Nulo	<input type="checkbox"/>
	Medio	<input type="checkbox"/>
	Alto	<input type="checkbox"/>

Cree que este metodo afecta positivamente en la seguridad?

En que grado?	Nulo	<input type="checkbox"/>
	Medio	<input type="checkbox"/>
	Alto	<input type="checkbox"/>

Cree que este metodo afecta positivamente en el plazo?

En que grado?	Nulo	<input type="checkbox"/>
	Medio	<input type="checkbox"/>
	Alto	<input type="checkbox"/>

Cree que este metodo afecta positivamente en la planificación?

En que grado?	Nulo	<input type="checkbox"/>
	Medio	<input type="checkbox"/>
	Alto	<input type="checkbox"/>

ANEXO B: ENCUESTA A RESPONSABLES DE AREA

NOMBRE:

CARGO:

PROPUESTAS DE MEJORA	COSTE		CALIDAD		SEGURIDAD		PLAZO		PLANIFICACIÓN Y CONTROL			
	Grado de influencia		Grado de influencia		Grado de influencia		Grado de influencia		Grado de influencia			
	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
Programa project												
Reuniones semanales												
Planillas de Ev. y Prog.												
Planilla resumen (PPC)												
Listado de restricciones												
Planillas de control de Sub.												
Recepción de fierro												
6 S												

Marque con una X el grado de influencia o impacto de cada una de las propuestas de mejora planteadas sobre cada uno de los aspectos enunciados en la tabla.

Firma:

Fecha:



ANEXO E: EVALUACIONES SEMANALES CON PLANILLA ANTERIOR AL ESTUDIO

PROGRAMA SEMANAL DE OBRA: CASAS
Semana del 09 al 13 de junio 2014



Obra: PARQUESANTA MARIA

Table with columns for Partida, dates (9-13), responsible, % completion, and observations. Includes a summary table for PPC (Cumpl.) at 36%.



PROGRAMA SEMANAL DE OBRA: CASAS
Semana del 30 de junio al 04 de julio 2014



Obra: PARQUE SANTA MARIA

Table with columns for Partida, dates (30 Jun to 4 Jul), responsible (JAMMI), and various compliance metrics. Includes a summary table for 'CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO' and 'OBSERVACIONES'.

PROGRAMA SEMANAL DE OBRA: CASAS

Semana del 07 al 11 de julio 2014



Obra: PARQUE SANTA MARIA

Partida	RESPONSABLE							% CUMPLIMIENTO		CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO							OBSERVACIONES	
	7 Lun	1 Mar	2 Miér	3 Jue	4 Vie	% COMP	% REAL	FALTA COORD. TERRENO	CAMBIO DE PROGRAMA	DESIGNO DE PROYECTO	MATERIALES	MANO DE OBRA	BAJO RENDIMIENTO	FALTA DE CALIDAD	FALLA SUBCONTRATO	MATERIALES SUBCONTRATO		IMPREVISTOS
OBRA GRUESA																		
1 B1 Armado de moldaje de losa B1s3	X	X					100%	100%										No se ha entregado el plano definitivo
2 B Replanteo Lote 8	X	X	X				0%	0%			X							falta de pre requisito
3 B Trazado de Fundaciones Lote 8 tipo B	X	X	X	X			100%	0%			X							falta de pre requisito
4 B Excavaciones de fundaciones lote 8, tipo B					X		100%	0%			X							
5 A3 Hormigon muros casa A3 s3-s1	X	X	X				100%	100%										
6 A7 Emplentillado lote A7	X	X	X				100%	100%										
7 A7 Instalación de Armaduras A7 s3	X	X	X				100%	100%										
8 B1 Armado de enjerdadura losa B1s3	X	X	X				100%	50%			X					X		falta material de UNISPAN
9 B1 Armado de enjerdadura losa B1s1	X	X	X				100%	100%										
10 B1 Instalaciones eléctricas en losa B1s2	X	X					100%	100%										
11 B1 Instalaciones eléctricas en losa B1s1	X	X					100%	100%										
12 A7 Instalación de Armaduras A7 s3	X	X	X				100%	100%										
13 A2 Armado de losa A2s1	X	X	X	X			100%	0%			X					X		falta material de UNISPAN
14 A2 Armado de losa A2s2	X	X	X	X			100%	0%			X					X		falta material de UNISPAN
15 A2 Armado de losa A2s3	X	X	X	X			100%	0%			X					X		falta material de UNISPAN
16 A3 Rellenos para Radier A3s2	X	X					100%	0%			X					X		Se orientan las actividades a la losa b1
17 A3 Rellenos para Radier A3s3	X	X	X				100%	100%										Se orientan las actividades a la losa b1
18 A3 Rellenos para Radier A3s1			X	X			100%	0%			X							
19 A3 Instalaciones Eléctricas en radier A3s1	X	X	X				100%	100%										
20 A3 Instalaciones Eléctricas en radier A3s2			X	X			100%	0%			X							
21 A3 Instalaciones Eléctricas en radier A3s3			X	X			100%	0%			X							
22 A3 Instalaciones Sanitarias para radier A3s1	X	X					100%	100%										
23 A3 Instalaciones Sanitarias para radier A3s2			X	X			100%	0%			X							
24 A3 Instalaciones Sanitarias para radier A3s3			X	X			100%	0%			X							
25 A3 Hormigon de radier A3s3			X	X			100%	0%			X							
26 A3 Hormigon de radier A3s2			X	X			100%	0%			X							
27 A3 Hormigon de radier A3s1			X	X			100%	0%			X							
28 A4 Relleno capa 6 lote 4	X						100%	100%										
29 A4 Relleno capa 7 lote 4	X	X					100%	100%										
30 A4 Relleno capa 8 lote 4	X	X	X				100%	100%										
31 A4 Replanteo Lote A4			X	X			100%	0%										No se termina el relleno según lo programado
32 A4 Trazados Lote A4			X	X			100%	0%										No se termina el relleno según lo programado
33 A4 Excavaciones lote A4s1			X	X			100%	0%										
34 A5 Relleno capa 6 lote 5	X	X					100%	100%										
35 A5 Relleno capa 7 lote 5	X	X	X				100%	100%										
36 A6 Relleno capa 8 lote 5			X	X			100%	100%										
37 A6 Relleno capa 6 lote 6	X	X	X				100%	100%										
38 A6 Relleno capa 7 lote 6			X	X			100%	100%										
39 A7 Relleno capa 8 lote 6	X	X	X				100%	100%										
40 A7 hormigonado de fundaciones lote A7s2			X	X			100%	100%										
41 B1 hormigonado de fundaciones lote A7s3			X	X			100%	100%										
42 A2 Reparación de pilares	X	X	X				100%	70%			X					X		Falta material para completar el moldaje
43 A2 Trabajos de remate Eje I casa A2	X	X	X				100%	0%										falta de pre requisito
44 B1 Remates de reparación casa B1	X	X	X	X			100%	0%										cambio de actividades por llegada de materiales
45 A2 Remates de reparación casa A2			X	X	X		100%	0%										cambio de actividades por llegada de materiales

PROGRAMA SEMANAL DE OBRA: CASAS
Semana del 21 al 25 de julio 2014



Obra: PARQUE SANTA MARIA

Partida	RESPONSABLE							% CUMPLIMIENTO		CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO								OBSERVACIONES		
	21 Lun	22 Mar	23 Miér	24 Jue	25 Vie	JAMMM	JAMMM	% COMP	% REAL	FALTA COORD. TERRENO	CAMBIO DE PROGRAMA	DISEÑO DE PROYECTO	MATERIALES	MANO DE OBRA	BAJO RENDIMIENTO	FALTA DE CALIDAD	FALTA SUBCONTRATO		MATERIALES SUBCONTRATO	IMPREVISTOS
OBRA GRUESA																				
B1 Hormigonado de muros 2do piso B1 S1	x	x		x			JAMMM	100%	50%	0				x						Falta de MO subcontrato enfriadores
A2 Armado moldajes de losa 2do piso y voladizos				x	x		JAMMM	100%	100%	1										
A2 Hormigonado de losa 100% A2		x					JAMMM	100%	100%	1										
A3 Hormigonado de muros 2do piso A1 S1	x			x			JAMMM	100%	100%	1										
A3 Hormigonado de radier A3 s3			x				JAMMM	100%	100%	1										
A4 Armado moldajes de losa 1ºp	x	x		x			JAMMM	100%	100%	1										
A4 Emplantillado A4							JAMMM	100%	100%	1										
A4 Fundaciones A4 S1 S2	x			x			JAMMM	100%	100%	1										
A5 Trazados A5							JAMMM	100%	100%	1										
A5 Excavaciones A5 s1		x		x			JAMMM	100%	100%	1										
A5 Emplantillado A5 S1				x	x		JAMMM	100%	100%	1										
A6 Trazados A6	x						JAMMM	100%	100%	1										
A6 Excavaciones A6 s1		x		x			JAMMM	100%	100%	1										
A6 Emplantillado A6 S1				x	x		JAMMM	100%	50%	0			x							Incumplimiento planta de hormigones
A7 Fundaciones A7		x					JAMMM	100%	90%	0			x							Incumplimiento planta de hormigones
B1 Trazados casa B, lote 8				x			JAMMM	100%	0%	0			x							
B1 Excavaciones Casa B, S1, Lote 8				x	x		JAMMM	100%	0%	0			x							
SV Instalación de Baldosas	x	x	x	x			JAMMM	100%	90%	0			x							falta de cemento e imprevisto por mejora de ter

PROGRAMA SEMANAL DE OBRA: CASAS

Semana del 28 de Julio al 01 de Agosto 2014



Obra: PARQUE SANTA MARIA

Partida	RESPONSABLE							% CUMPLIMIENTO		PPC (CUMPL.)	PPC (CUMPL.)	OBSERVACIONES
	28 Lun	29 Mar	30 Miér	31 Jue	1 Vie	% COMP	% REAL					
OBRA GRUESA												
1 B1									100%	100%	1	
2 A6									100%	100%	1	
3 A7									100%	100%	1	
4 B1									100%	100%	1	
5 B1									100%	100%	1	
6 SV									100%	100%	1	
7 B1									100%	100%	1	
8 B1									100%	50%	0	falla subcontrato de enladrada
9 A2									100%	50%	0	falla subcontrato de enladrada
10 A3									100%	20%	0	falla subcontrato de enladrada
11 A3									100%	0%	0	falla de pre requisito
12 A4									100%	100%	1	
13 A4									100%	0%	0	
14 A5									100%	100%	1	
15 A5									100%	0%	0	falla subcontrato de enladrada
16 A6									100%	100%	1	
17 A7									100%	0%	0	falla subcontrato de enladrada
18 B									100%	100%	1	

PROGRAMA SEMANAL DE OBRA: CASAS

Semana del 04 al 08 de Agosto 2014



Obra: PARQUE SANTA MARIA

Partida	RESPONSABLE							% CUMPLIMIENTO		PPC (CUMPL.)	OBSERVACIONES
	4 Lun	5 Mar	6 Miér	7 Jue	8 Vie	% COMP	% REAL				
OBRA GRUESA											
1 B1 Vigas enlucadas B1 terraza	X	X						100%	100%	1	
2 A2 Armado de muros, enlucadura A2 S1 - S2	X	X	X					100%	100%	1	
3 A3 Armado de losa (fierro) A3 S1	X	X	X					100%	100%	1	
4 A3 Hormigonado de losa A3 100%			X	X				100%	50%	0	
5 A4 Hormigonado de fundaciones A4	X	X						100%	100%	1	
6 A5 Enlucadura fundaciones A5 S1	X	X	X					100%	100%	1	
7 A7 Enlucadura 2da elevación	X	X						100%	100%	1	
8 B1 Armado de losa 2º piso	X	X	X	X				100%	0%	0	
9 B1 Enlucadura de losa 2ºp			X	X				100%	0%	0	
10 B1 Inst eléctricas losa 2ºp			X	X				100%	0%	0	
11 B1 Hormigonado losa 2ºp			X	X				100%	0%	0	
12 A2 Hormigon de muros 2º piso Casas A2 S1 - S2	X	X		X				100%	70%	0	
13 A4 inst. elec. En muros saca A4			X	X				100%	100%	1	
14 A4 Armado de moldaje muros S1			X	X				100%	0%	0	
15 A5 Hormigonado de fundaciones A5 s1		X	X	X				100%	100%	1	
16 A6 Pre armado de armaduras		X	X	X				100%	100%	1	
17 A6 Hormigonado de fundaciones A6 s1			X	X				100%	100%	1	
18 A7 Hormigonado de muros A7 S3			X	X				100%	100%	1	
19 B Trazado de muros lote 8			X	X				100%	0%	0	

CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO										
FALTA COORD. TERRENO										
CAMBIO DE PROGRAMA										
DISÑO DE PROYECTO										
MATERIALES										
MANO DE OBRA										
BAJO RENDIMIENTO										
FALLA DE CALIDAD										
FALLA SUBCONTRATO										
MATERIALES SUBCONTRATO										
IMPREVISTOS										

PPC (CUMPL.)
63%

PPC (CUMPL.)
63%

Partida	RESPONSABLE							% CUMPLIMIENTO		PPC (CUMPL.)	OBSERVACIONES
	4 Lun	5 Mar	6 Miér	7 Jue	8 Vie	% COMP	% REAL				
OBRA GRUESA											
1 B1 Vigas enlucadas B1 terraza	X	X						100%	100%	1	
2 A2 Armado de muros, enlucadura A2 S1 - S2	X	X	X					100%	100%	1	
3 A3 Armado de losa (fierro) A3 S1	X	X	X					100%	100%	1	
4 A3 Hormigonado de losa A3 100%			X	X				100%	50%	0	
5 A4 Hormigonado de fundaciones A4	X	X						100%	100%	1	
6 A5 Enlucadura fundaciones A5 S1	X	X	X					100%	100%	1	
7 A7 Enlucadura 2da elevación	X	X						100%	100%	1	
8 B1 Armado de losa 2º piso	X	X	X	X				100%	0%	0	
9 B1 Enlucadura de losa 2ºp			X	X				100%	0%	0	
10 B1 Inst eléctricas losa 2ºp			X	X				100%	0%	0	
11 B1 Hormigonado losa 2ºp			X	X				100%	0%	0	
12 A2 Hormigon de muros 2º piso Casas A2 S1 - S2	X	X		X				100%	70%	0	
13 A4 inst. elec. En muros saca A4			X	X				100%	100%	1	
14 A4 Armado de moldaje muros S1			X	X				100%	0%	0	
15 A5 Hormigonado de fundaciones A5 s1		X	X	X				100%	100%	1	
16 A6 Pre armado de armaduras		X	X	X				100%	100%	1	
17 A6 Hormigonado de fundaciones A6 s1			X	X				100%	100%	1	
18 A7 Hormigonado de muros A7 S3			X	X				100%	100%	1	
19 B Trazado de muros lote 8			X	X				100%	0%	0	

PROGRAMA SEMANAL DE OBRA: CASAS

Semana del 25 al 29 de Agosto 2014



Obra: PARQUE SANTA MARIA

Partida	% CUMPLIMIENTO							RESPONSABLE	CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO					OBSERVACIONES					
	25 Lun	26 Mar	27 Miér	28 Jue	29 Vie	% COMP	% REAL		FALTA COORD. TERRENO	CAMBIO DE PROGRAMA	DISEÑO DE PROYECTO	MATERIALES	MANO DE OBRA		BAJO RENDIMIENTO	FALTA DE CALIDAD	FALTA SUBCONTRATO	MATERIALES SUBCONTRATO	IMPREVISTOS
OBRA GRUESA																			
1 A4	x	x	x	x	x	x	100%	100%	JAMMM										
2 A4		x	x	x			100%	100%	JAMMM										
3 B1		x	x	x			100%	100%	JAMMM										
4 A2		x	x	x			100%	100%	JAMMM										
5 A3		x	x	x			100%	50%	JAMMM						X				
6 A4	x	x	x	x			100%	0%	JAMMM						X				falta de mano de obra del subcontrato
7 A4		x	x	x			100%	0%	JAMMM						X				falta de pre-requisito
8 B1	x	x	x	x	x		100%	100%	JAMMM										
9 B1	x	x	x	x	x		100%	30%	JAMMM						X				Cambio de programa por falta de Mano de Obra
10 A2	x	x	x	x			100%	100%	JAMMM										
11 A3		x	x	x			100%	100%	JAMMM										
12 A5		x	x	x			100%	100%	JAMMM										
13 A5		x	x	x			100%	0%	JAMMM						X				se cambia el frente de trabajo
14 A6	x	x	x	x			100%	100%	JAMMM										
15 A7	x	x	x	x			100%	100%	JAMMM										
16 A7	x	x	x	x			100%	100%	JAMMM										
17 A8	x	x	x	x			100%	50%	JAMMM							X			Falta de material



PROGRAMA SEMANAL DE OBRA: CASAS
Semana del 01 al 05 de Septiembre 2014



Obra: **PARQUE SANTA MARIA**

196

Partida	RESPONSABLE							% CUMPLIMIENTO		PPC (CUMPL.)	OBSERVACIONES
	1 Lun	2 Mar	3 Miér	4 Jue	5 Vie	% COMP	% REAL				
OBRA GRUESA											
1 A3										0	
2 A4										0	
3 A4										0	
4 B1										0	
5 A5										0	
6 B8										0	
7 B1										0	
8 B1										0	
9 B1										0	
10 A2										0	
11 A2										0	
12 A3										0	
13 A3										0	
14 A4										0	
15 A5										0	
16 A6										0	
17 A7										0	
18 A7										0	



[Empty box]



OBRA PARQUE SANTA

PROGRAMA SEMANAL DE OBRA CASAS

Semana del 14 al 20 de Octubre

ID	Descripción	Rep.	% CUMPLIMIENTO		PPC (CUMPL.)	CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO								OBSERVACIONES	MEDIDAS					
			% COMP.	% REAL		COORDINACIÓN	PROGRAMACIÓN	MANO DE OBRA	MANO DE OBRA SUCONTRATO	MATERIALES	MAQUINARIA	HERRAMIENTA	CAÍDA			IMPREVISTOS	SEGURIDAD	TAREA PRECEDENTE		
1	B1 Homologación Varios ventana 2º piso	JAN/A	100%	100%	1															
2	B1 Escalera completa	JAN/A	100%	250%	0															
3	B1 Modificación viga I13 respecto ventana	JAN/A	100%	0%	0															
4	B1 Modificación viga I12	JAN/A	100%	100%	1															
5	B1 Puente para viga 4	JAN/A	100%	100%	1															
6	B1 Puente para viga 2	JAN/A	100%	100%	1															
7	A2 Homologación del acceso a lavaj	JAN/A	100%	90%	0															
8	A2 Retenes múltiples y pilotes de radier en paralelo	JAN/A	100%	200%	0															
9	A2 Homologar viga pte 10	JAN/A	100%	100%	1															
10	A2 Homologar viga factor de seguridad	JAN/A	100%	100%	1															
11	A2 Homologar viga factor de seguridad I13	JAN/A	100%	100%	0															
12	A2 Perforación e instalación de Armaduras de escalera	JAN/A	100%	0%	0															
13	A3 Entierro de coque	JAN/A	100%	80%	0															
14	A3 Mordida de coque	JAN/A	100%	80%	0															
15	A3 Armado de losa 1º piso 50%	JAN/A	100%	0%	0															
16	A3 Armado de losa 2º piso 50%	JAN/A	100%	0%	0															
17	A4 Armado de losa 1º piso 50%	JAN/A	100%	100%	1															
18	A4 Armado de losa 2º piso 50%	JAN/A	100%	100%	1															
19	A5 Armado de losa 1º piso 50%	JAN/A	100%	100%	1															
20	A5 Armado de losa 2º piso 50%	JAN/A	100%	100%	1															
21	A6 Mordida losa 1º piso	JAN/A	100%	25%	0															
22	A7 Mordida losa 2º piso	JAN/A	100%	25%	0															
23	A7 Homologación muro 2º piso 100%	JAN/A	100%	100%	1															
24	A7 Mordida losa 2º piso 50%	JAN/A	100%	100%	1															
25	A7 Homologación muro 2º piso 50%	JAN/A	100%	100%	1															
26	A8 Homologación muro 50%	JAN/A	100%	100%	1															

0	3	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	6	14
0%	21%	0%	7%	29%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	48%	



OBRA PARQUE SANTA

PROGRAMA SEMANAL DE OBRA CASAS

Semana del 11 al 17 de Noviembre

Main project schedule table with columns for task ID, task name, and days of the week (Día, Hora, Lunes, Martes, Miércoles, Jueves, Viernes).

Summary table with columns: MANO DE OBRA, HERRAMIENTAS, MAQUINARIA, MATERIALES, ESPACIO DE TRABAJO, SEGURIDAD, TAREAS PRECEDENTES, DISEÑO, RESPONSABLE, and ÚLTIMA FECHA.

Summary statistics table showing totals for various categories: 42, 0, 11, 14, 1, 0, 24, 0, 45%, 0%, 12%, 15%, 0%, 28%, 0%.



OBRA PARQUE SANTA

PROGRAMA SEMANAL DE OBRA CASAS

Semana del 11 al 17 de Noviembre

Main project schedule table with columns for Partida, Resp, % COMPLETADO, % REAL, PFC, OBSERVACIONES, and MEDIDAS. Includes a summary table at the bottom right.

