UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

Facultad de Ingeniería

Carrera de Ingeniería Civil

Implementación del VDC (Virtual Design and Construction) en la etapa de planeamiento del proyecto Aloft, para minimizar la cantidad de Solicitudes de Información (SI) y No Conformidades (NC), en la etapa de ejecución

TESIS

Para optar el título profesional de: Ingeniero Civil

AUTOR

Padilla Saavedra, Nancy Elizabeth ([0000-0001-6330-6566](#))

Quispe Rodríguez, Katherine Elizabeth ([0000-0002-8227-6988](#))

ASESOR DE TESIS

Núñez Rivera, Karina Paola ([0000-0001-9945-9599](#))

Lima, 01 de diciembre del 2017

A mi hija, la mayor motivación que puedo tener, la razón para terminar todos mis proyectos y empezar nuevas metas con grandes objetivos. A mis padres, por ser mi soporte, guías y cómplices en todo lo que he decido realizar. Por su apoyo incondicional. A mis compañeros de trabajo y a mi estimado V., por haberme apoyado con sus ánimos, sus disposiciones de tiempo, sus buenos deseos, sus explicaciones ante todo aquello que me generaba duda en el desarrollo de mi tesis, su comprensión, colaboración para que mi carga laboral sea menor y, sobre todo, por no haber dejado que caiga ante la presión.

Nancy Elizabeth Padilla Saavedra

A mis padres y hermanas, por motivarme a seguir adelante y lograr mis metas, por ser mi ejemplo de perseverancia.

Katherine Elizabeth Quispe Rodríguez

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecemos a los profesores, colaboradores, compañeros de estudio de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) quienes colaboraron de manera directa en el desarrollo de nuestra carrera y nos brindaron las herramientas necesarias para integrarnos al mercado laboral en la cual nos desempeñamos actualmente.

En segundo lugar, agradecemos a nuestra asesora, Ing. Karina Núñez, quien nos guio y apoyo para desarrollar la presente tesina de la mejor forma posible.

Finalmente, agradecemos a la empresa Graña y Montero por las facilidades brindadas en lo laboral y en la disposición de información que incluimos en nuestro informe de tesis.

RESUMEN EJECUTIVO

Las nuevas construcciones exigen un mayor nivel de planeamiento y flujo de información entre todas las áreas de producción y soporte de una obra. Es importante tener en cuenta que una buena planificación en obra conlleva a minimizar los desperdicios, re-trabajos e inconsistencias en el entregable final para el cliente. En la actualidad, la empresa GYM se encuentra en la búsqueda de nuevas estrategias de trabajo donde no solo se busque anticipar los problemas e inconvenientes que pueda suscitarse en obra, sino que a la par tengamos la visión del cliente sobre el trabajo realizado a la fecha y puedan irse mejorando las observaciones y levantando las no conformidades paralelamente al avance del proyecto. Una deficiencia encontrada dentro de los proyectos ya realizados, es la gran cantidad de Solicitud de Información (SI) que se identifican durante la construcción, estos son derivados al especialista encargado del diseño o al cliente y, en muchos casos, terminan definiendo una ruta crítica dentro del cronograma de avance de construcción y/o al dilatarse el tiempo de respuesta o nunca tenerla, derivan en toma de decisiones en campo que crean la posibilidad de rechazo ante la entrega final al cliente. Por otro lado, se encuentran un gran número de No conformidades (NC) que repercuten en el incremento de horas hombre y, por ende, en consumir gastos de levantamiento de observaciones que no se encuentran contempladas dentro del presupuesto de obra, un desperdicio de recursos (mano de obra), materiales, equipos, etc. que es importante minimizar para beneficio del proyecto.

Por ello, para minimizar estos desperdicios se plantea el uso de VDC mediante sesiones colaborativas e integradas con parte del equipo de Proyecto: Sub contratistas, Contratista principal y proveedores; el objetivo del proyecto se logrará si cada una de las partes involucradas trabaja desde la etapa de planeamiento de manera integrada. De esta manera, se logrará llegar a la etapa de ejecución con menos probabilidad de incurrir en gastos que no crear valor al entregable final.

Palabras Claves:

VDC, Sesiones ICE, minimizar desperdicios.

ABSTRACT

The new constructions require a higher level of planning and information flow between all areas of production and support of work. It is important to keep in mind that a good planning on site leads to minimize waste, re-works and inconsistencies in the final applicable to the client. Currently, the company GYM is in search of new work strategies where not only can anticipate the problems and inconveniences that may arise in the work, but at the same time has the vision of the client about the work done to the date and the observations can be improved and the non-conformities parallel to the progress of the project. A shortcoming found within the projects already carried out is the large amount of Information Request (SI) that was identified during the construction, these were derived to the specialist in the design of the client and in many cases, they end up defining a critical path within the construction progress schedule and / or when the response time is extended or never, resulting in decision making in the field that creates the possibility of rejection of the final delivery to the client. On the other hand, there are a large number of non-conformities (NC) that have an impact on the increase in man-hours, therefore, in consumption of expenses for the collection of observations that are not included in the work budget, a waste of resources (workforce), materials, equipment, etc. which is important to minimize for the benefit of the project.

Therefore, to minimize this waste, the use of VDC is proposed through collaborative and integrated sessions with part of the Project team: Sub contractors, main contractor and suppliers; the objective of the project will be achieved if each of the parties involved works from the planning stage in an integrated form. In this way, it is possible to reach the execution stage with less probability of incurring expenses that do not generate value to the final deliverable.

Keywords:

VDC, ICE sessions, minimize waste

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN EJECUTIVO	4
ABSTRACT	5
TABLA DE CONTENIDOS	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE GRÁFICOS	9
INTRODUCCIÓN	12
Antecedentes.....	12
Realidad problemática	13
Formulación del problema.....	16
Hipótesis	17
Objetivo General.....	17
Objetivos Específicos	17
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO	18
Conceptos de planeamiento	18
Ciclo de Vida del Proyecto	18
Planificación	21
Conceptos de Lean.....	21
Conceptos de valor para el cliente	23
Definición de cliente.....	23
Enfoque al cliente	24
No Conformidades.....	24
Conceptos de VDC	25
Solicitudes de Información (SI).....	27
Tecnología BIM.....	27
Concepto de Sesiones ICE.....	29
CAPÍTULO 2: SITUACIÓN ACTUAL DEL PROYECTO.....	30
Información General.....	30
Ubicación.....	30
Planeamiento General.....	30
Monto y plazo	31

Etapa de aplicabilidad.....	31
Planeamiento en el Proyecto Aloft	31
Tecnología BIM aplicada en el Proyecto Aloft	36
Solicitud de Información (SI) del Proyecto	36
CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN VDC.....	37
Planeamiento en el Proyecto Aloft con la integración del VDC	37
Consideraciones de la Implementación	37
Planeamiento con integración VDC	38
CAPÍTULO 4: IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA VDC	43
Implementación de Metodología VDC aplicada a la etapa de planeamiento del proyecto	43
CAPÍTULO 5: INDICADORES DE LOGRO	53
Solicitudes de Información (SI).....	53
No conformidades	56
Resultados adicionales.....	58
CONCLUSIONES.....	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Comparativo del Enfoque de Gestión Tradicional y el Enfoque de Gestión Lean.</i>	12
Tabla 2 <i>Principales causas de los problemas en un proyecto en etapa de construcción</i>	13
Tabla 3. <i>Costo de implementación VDC proyecto Aloft</i>	38
Tabla 4 <i>Cantidad de No Conformidades y costos asociados de la división de Edificaciones de GYM.</i>	57
Tabla 5. <i>Tabla de No conformidades y asociados con respecto al previsto, real y proyectado del Proyecto Aloft.</i>	58
Tabla 6. <i>Balance de inversión y ahorro en el proyecto Aloft producto de la implementación de la metodología VDC.</i>	60

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Cantidad de Solicitudes de Información (SI) de 03 obras de Edificaciones de GyM S.A. (Fuente propia, 2017).....	14
<i>Figura 2.</i> Cantidad de Solicitudes de Información (SI) de 03 obras de Edificaciones de GyM S.A. (Fuente propia, 2017).....	15
<i>Figura 3.</i> Cantidad de No conformidades (NC) de 03 obras de Edificaciones de GyM S.A. (Fuente propia, 2017)	15
<i>Figura 4.</i> Cantidad de Horas Hombre (HH) de 03 obras de Edificaciones de GyM S.A. (Fuente propia, 2017)	16
<i>Figura 5.</i> Costo del proyecto y nivel de personal típicos a lo largo de la vida del proyecto (PMI, 2013, p. 39)	20
<i>Figura 6.</i> Esquema de organización de objetivos VDC. (Uehara, 2017, p. 51).....	26
<i>Figura 7.</i> Flujograma de Planeamiento de un proyecto tradicional – Proyecto Aloft. (Fuente propia, 2017)	32
<i>Figura 8.</i> Flujo grama de compatibilización de un proyecto tradicional	34
<i>Figura 9.</i> Distribución de responsabilidades basándonos en la re visión de Planos 2D del proyecto. (Fuente propia, 2017)	35
<i>Figura 10.</i> Flujograma de planeamiento con integración VDC en el Proyecto Aloft (Fuente propia, 2017)	39
<i>Figura 11.</i> Flujograma de compatibilización con integración VDC en el Proyecto Aloft (Fuente propia, 2017).	40
<i>Figura 12.</i> Matriz y leyenda de responsabilidades del equipo de compatibilización del Proyecto Aloft con implementación VDC. (Fuente propia, 2017).....	42
<i>Figura 13.</i> Horario de rutina de reuniones del Proyecto Aloft.....	44
<i>Figura 14.</i> Sesión ICE de arquitectura y MEP. (Proyecto Aloft, 2017).....	45
<i>Figura 15.</i> Sesión ICE con encofrados ULMA. (Proyecto Aloft, 2017).....	45
<i>Figura 16.</i> Sesión ICE con el equipo de estructuras y MEP. (Proyecto Aloft, 2017)....	46
<i>Figura 17.</i> Emisión de SI a través del visor Tekla BIMsight. (Proyecto Aloft, 2017) ..	47
<i>Figura 18.</i> Hoja de control de avance de Obra. (Proyecto Aloft, 2017)	47
<i>Figura 19.</i> Hoja de control de despacho de acero del Proyecto Aloft. (Proyecto Aloft, 2017).....	48

<i>Figura 20.</i> Hoja de control de despacho y devolución de encofrado del Proyecto Aloft (Proyecto Aloft, 2017).....	49
<i>Figura 21.</i> Modelo de estructuras en LOD 400. (Proyecto Aloft, 2017)	50
<i>Figura 22.</i> Plano de detalle de estructura en LOD 400. (Proyecto Aloft, 2017).....	51
<i>Figura 23.</i> Plano de detalle de MEP en LOD 300. (Proyecto Aloft, 2017)	52
<i>Figura 24.</i> Cantidad de SI enviadas durante la etapa de Planificación y Ejecución - Cisterna (Proyecto Aloft, 2017).....	53
<i>Figura 25.</i> Cantidad de SI en etapa de planeamiento y ejecución del Proyecto Aloft durante los primeros meses de ejecución (Fuente Propia, 2017)	54
<i>Figura 26.</i> Comparativo de SI a finalizar el proyecto frente a otros proyectos de edificaciones.	55
<i>Figura 27.</i> Gráfico de tiempo promedio de respuesta antes y después de la implementación VDC. (Fuente propia, 2017)	56
<i>Figura 28.</i> Comparativo de NC proyectado en comparación a otros proyectos de edificaciones. (Fuente propia, 2017)	57
<i>Figura 29.</i> Cantidad de personal de Staff durante Proyecto Aloft (Fuente propia, 2017)	59
<i>Figura 30.</i> Gastos generales proyectados al finalizar el Proyecto Aloft (Fuente Propia, 2017).....	59
<i>Figura 31.</i> Imagen extraída de Google Maps. (Google Maps, 2017)	64
<i>Figura 32.</i> Ciclo de vida del proyecto. (Fuente propia, 2017)	65
<i>Figura 33.</i> Estructura organizacional del Proyecto Aloft con compatibilización 2D. (Proyecto Aloft, 2017).....	66
<i>Figura 34.</i> Extracto del Registro de SI Proyecto Aloft (Proyecto Aloft, 2017).....	69
<i>Figura 34.</i> Estructura organizacional del proyecto Aloft con implementación VDC. (Proyecto Aloft, 2017).....	70
<i>Figura 36.</i> Modelamiento de MEP en LOD 300, nivel de detalle en la especialidad de eléctricas, sanitarias y mecánicas (Proyecto Aloft, 2017).	71
<i>Figura 37.</i> Modelamiento de arquitectura en LOD 300, nivel de detalle en la especialidad de Arquitectura. (Proyecto Aloft, 2017)	71
<i>Figura 38.</i> Modelamiento de estructuras en LOD 400, nivel de detalle en la especialidad de Estructuras. (Proyecto Aloft, 2017)	72
<i>Figura 39.</i> Plano de detalle Acero - Cimentación Hotel (Proyecto Aloft, 2017).....	73
<i>Figura 40.</i> Plano de Modelado MEP LOD 300. (Proyecto Aloft, 2017)	74

<i>Figura 41. Comparativo de Instalaciones Sanitarias en Sótano vs modelo BIM aplicando metodología VDC (Proyecto Aloft) .....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 42. Comparativo de Instalaciones sanitarias empotrada en techo vs modelo BIM aplicando metodología VDC (Proyecto Aloft, 2017).....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 43. Comparativo Instalaciones Sanitarias en techo y muros vs modelo BIM aplicando Metodología VDC. (Proyecto Aloft, 2017) .....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 44. Cantidad de SI identificadas durante la ejecución y planificación del Sótano 1. ....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 45. Cantidad de SI identificadas durante la ejecución y planificación del Piso 1.(Fuente propia, 2017) .....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 46. Registro de No conformidades del Proyecto Aloft (Fuente propia, 2017)...</i>	<i>79</i>
<i>Figura 47. Ratio de producción de Acero (Fuente propia, 2017) .....</i>	<i>80</i>
<i>Figura 48. Ratios de producción de Encofrado (Fuente propia, 2017).....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 49. Eficiencia de HH proyectadas para el Proyecto Aloft (Fuente Propia, 2017) .....</i>	<i>81</i>

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

Durante muchos años, las empresas constructoras vienen buscando diversas formas de maximizar sus utilidades bajo la premisa de que se debe minimizar todo aquel gasto que no se encuentre contemplado para la realización del proyecto y, a la vez, entregar al cliente un producto que cumpla con sus expectativas y se encuentre dentro de lo pactado en el contrato.

En el año 1999, la empresa GyM inicia una nueva etapa de mejora de procesos a través de la implementación de la Filosofía Lean Construction y Last Planner que aportan en la disminución de los desperdicios dentro de los diversos procesos del proyecto. Esta transición significó un gran paso de innovación dentro del proceso constructivo de una edificación que supuso grandes ahorros para la empresa.

Tabla 1

Comparativo del Enfoque de Gestión Tradicional y el Enfoque de Gestión Lean.

GESTIÓN TRADICIONAL	GESTIÓN ÁGIL O BASADA EN FILOSOFÍA LEAN
Largas reuniones con todos los involucrados en el proyecto.	Reuniones eficientes diarias o con grupos específicos o interesados.
Alto riesgo al no involucrar al cliente en la etapa de ingeniería.	Gestión de riesgos analizada al principio del proyecto sin importar su tamaño.
Ruta crítica	Recursos críticos
Multitareas	Priorizar tareas
Largas esperas – Burocracia	Turnos y reservas
Tropiezos y demoras, por orden de llegada	Flujo de servicio en base a una planificación de corto y mediano plazo.
Individualismos, héroes, súper-genios, bomberos.	Equipos comprometidos
Ojo del buen cubero	Procesos establecidos y claros
Costos en que se incurren para ejecutar el proyecto	El trabajo está en función al valor que se brinda al proyecto
Alto desgaste del equipo del proyecto	Satisfacción del equipo por mantener al cliente satisfecho con los resultados.

Nota. Los puntos mostrados ayudan a elegir la mejor forma de elegir la gestión de nuestro proyecto. Adaptado de «Gestión Lean de Proyectos de Ingeniería», por Saravia, s.f.

Como se muestra en la tabla 1, muchos de los cambios del enfoque tradicional hacia el enfoque Lean estaban direccionados a la disminución de todo tipo de desperdicio y a la mejora de la eficiencia de los procesos durante la ejecución del proyecto. Por lo tanto, los procesos tradicionales fueron dejando de dar toda la responsabilidad del proyecto a las personas con experiencia empírica y se empezó a generar estrategias donde se involucraba a la ingeniería de proyecto, los clientes, los responsables de trabajos y todos aquellos que contribuyan con la ejecución en diferentes escalas. De esta manera, los procesos de construcción logran cierto nivel de estandarización con un debido estudio de tiempos, riesgos y controles que mejoran la productividad de la empresa y organizan el avance de los proyectos.

Realidad problemática

Pese a que los proyectos realizados bajo el enfoque Lean mejoraron significativamente la eficiencia de los procesos y por ende maximizó las ganancias para la empresa, aún se mantienen desperdicios que resultan importantes tomar en cuenta para minimizarlos considerando que en la actualidad los proyectos de construcción exigen mayores niveles de complejidad y calidad en la entrega al cliente.

Tabla 2

Principales causas de los problemas en un proyecto en etapa de construcción

Nota. Adaptado de «Gestión Lean de Proyectos de Ingeniería», por Saravia, s.f.

De acuerdo a la tabla 2, los mayores problemas en la construcción actual están centrados en no tener una sola visión de lo que se busca realizar ya sea por falta de información, por

la poca colaboración de los proyectistas o por problemas de interferencias e incompatibilidades no resueltas antes de iniciar las actividades y que, finalmente, dan como resultado una serie de desperdicios como: re trabajos por observaciones de calidad, adicionales no aprobados por el cliente, sobre esfuerzos, tiempos de espera por consultas de ingeniería, etc. que impactan directa y negativamente en los costos de la obra.

Un punto importante dentro de estos problemas y que se evidencia, principalmente, durante le etapa de ejecución del proyecto es la gran cantidad de Solicitudes de Información (SI) generadas, usualmente, con tiempos de respuesta muy ajustados; y, al tener que esperar la respuesta del cliente se generan los desperdicios en mano de obra paralizada, recursos o equipos sin uso y en el caso de realizar una actividad adelantándose a la respuesta de la SI y la respuesta recibida sea una negativa a lo propuesto, la eliminación de esta actividad no autorizada por el cliente, termina siendo un re trabajo que impacta directamente en los costos del proyecto.

Figura 1. Cantidad de Solicitudes de Información (SI) de 03 obras de Edificaciones de GyM S.A. (Fuente propia, 2017)

En la figura 1, se presenta un historial de la cantidad de SI enviados en 03 obras del área de Edificaciones que se realizaron durante la ejecución de los mismos. Asimismo, en la tabla 4, se puede identificar los principales motivos de las consultas lo cual nos da una idea de los inconvenientes que se presentan para la construcción y que tuvieron que superarse en el trayecto.

Figura 2. Cantidad de Solicitudes de Información (SI) de 03 obras de Edificaciones de GyM S.A. (Fuente propia, 2017)

Por otro lado, es importante recalcar que, las No conformidades también son parte de la brecha negativa que se producen dentro de los proyectos ya que son trabajos que no producen valor para el cliente y, al tener que repararse, modificarse o cambiarse, son un costo asumido totalmente por la obra, que no se encuentra presupuestado y por el cual el cliente no pagará.

Figura 3. Cantidad de No conformidades (NC) de 03 obras de Edificaciones de GyM S.A. (Fuente propia, 2017)

En la figura 3, se presenta un historial de la cantidad de No Conformidades detectadas en 03 obras del área de Edificaciones que fueron detectadas durante la etapa de ejecución. De igual manera en la figura 4, se expone la cantidad de HH utilizadas para el levantamiento de dichas NC.

Figura 4. Cantidad de Horas Hombre (HH) de 03 obras de Edificaciones de GyM S.A. (Fuente propia, 2017)

Por lo mostrado en los anteriores gráficos y explicado, es importante buscar alternativas que permitan reducir los desperdicios producidos por estos vacíos dentro de la planificación y, de esta manera, mantener y/o lograr mejoras en la productividad por el uso eficiente de los tiempos de trabajo de la mano de obra y reducir las fallas en la etapa de ejecución.

Mediante la implementación del VDC (Virtual Design and Construction), en la etapa planeamiento, el equipo de trabajo del Proyecto Aloft, busca lograr la minimización de Solicitudes de Información y No conformidades durante la etapa de ejecución al lograr anticiparse a estos gestionando el proyecto a través de la construcción digital con un modelo BIM y mejorando la interacción de los interesados (stakeholders) a través de sesiones de trabajo de Ingeniería Concurrente Integrada (ICE).

Formulación del problema

¿Es posible minimizar la cantidad de Solicitudes de Información (SI) y No Conformidades (NC) de calidad en la etapa de ejecución, a través de la implementación

del VDC (Virtual Design and Construction) durante la etapa de planeamiento del proyecto Aloft?

Hipótesis

Mediante el uso del VDC (Virtual Design and Construction) en la etapa de planeamiento del proyecto Aloft, es posible minimizar la cantidad de Solicitudes de Información (SI) y No Conformidades (NC), en la etapa de ejecución.

Objetivo General

Analizar el impacto en la minimización de Solicitudes de Información (SI) y No Conformidades (NC) mediante la implementación del VDC, en la etapa de planeamiento del Proyecto Aloft a fin de reducir el re trabajo por observaciones de calidad, adicionales no aprobados por el cliente, sobre esfuerzos, tiempos de espera por consultas de ingeniería.

Objetivos Específicos

Entender los conceptos asociados a la implementación del VDC en el Proyecto Aloft.

Elaborar el flujograma del proceso tradicional de planeamiento.

Elaborar el flujograma de la mejora del proceso de planeamiento, mediante la utilización de VDC.

Determinar los resultados obtenidos de la implementación del VDC, en la etapa de pre construcción, en el proyecto Aloft.

Elaborar las conclusiones y recomendaciones obtenidas de la implementación del VDC.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo, se presentarán y explicarán todos los conceptos básicos relacionados a planeamiento, Gestión Lean, valor para el cliente, Virtual Design and Construction (VDC) y Sesiones de Ingeniería Concurrente Integrada (ICE). De esta manera, se introducirá un conocimiento previo para mejor entendimiento de la tesina.

Conceptos de planeamiento

Ciclo de Vida del Proyecto

De acuerdo a la Guía del PMBOK¹ (2013), el término proyecto se define de la siguiente manera:

“Es un esfuerzo temporal que se emprende para crear un producto, un servicio o un resultado singular” (p.3)

De esta definición, resaltamos las siguientes características propias de un proyecto de construcción y que serán importantes para la finalidad de esta tesis:

- Temporal: El proyecto posee un tiempo determinado de duración, con un inicio y fin definido, el cual se asume como tal cuando se alcance el resultado esperado o pactado.
- Producto único: Se genera un producto tangible, los proyectos pueden tener características semejantes pero nunca serán iguales. Cada proyecto posee condiciones internas o externas que lo hacen singular y sujeto a toma de decisiones para cada una de sus actividades. (Mattos y Valderrama, 2014, p. 39)

Teniendo en cuenta las características del mismo, podemos considerar como proyecto lo siguiente:

- Un producto, que puede ser un componente de otro elemento, una mejora de un elemento o un elemento final en sí mismo;
- Un servicio o la capacidad de realizar un servicio (p.ej., una función de negocio que brinda apoyo a la producción o distribución);

---

¹ Project Management Body of Knowledge

- Una mejora de las líneas de productos o servicios existentes (p.ej., Un proyecto Seis Sigma cuyo objetivo es reducir defectos); o
- Un resultado, tal como una conclusión o un documento (p.ej., un proyecto de investigación que desarrolla conocimientos que se pueden emplear para determinar si existe una tendencia o si un nuevo proceso beneficiará a la sociedad). (PMI, 2013, p.3)

De esta manera, resulta conveniente considerar que todos los procesos necesarios para llevar a cabo un proyecto deben ser organizados y secuenciados a fin de mantener una buena gestión y/o dirección de la obra. De acuerdo a la Guía del PMBOK (2013), la dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo. Se logra mediante la aplicación e integración adecuadas de los 47 procesos de la dirección de proyectos, agrupados de manera lógica, categorizados en cinco Grupos de Procesos. Estos cinco Grupos de Procesos son:

- Inicio,
- Planificación,
- Ejecución,
- Monitoreo y Control, y
- Cierre. (p.4)

En términos generales, la dirección del proyecto establecerá lo siguiente:

- Identificar requisitos;
- Abordar las diversas necesidades, inquietudes y expectativas de los interesados en la planificación y la ejecución del proyecto;
- Establecer, mantener y realizar comunicaciones activas, eficaces y de naturaleza colaborativa entre los interesados;
- Gestionar a los interesados para cumplir los requisitos del proyecto y generar los entregables del mismo;
- Equilibrar las restricciones contrapuestas del proyecto que incluyen, entre otras:
  - El alcance,

- La calidad,
- El cronograma,
- El presupuesto,
- Los recursos y
- Los riesgos. (PMI, 2013, p.6)

Para poder determinar y establecer todo lo anteriormente mencionado, es importante definir que los Grupos de Procesos tienen mucha relación con los niveles típicos de costos dentro del proyecto y el plazo del mismo. Es así que, un aspecto importante para considerar en esta tesina es que entre más nos acerquemos a la parte de la ejecución mayor será el costo y nivel de dotación de personal, tal y como lo muestra la siguiente figura extraída de la Guía del PMBOK (2013):

Figura 5. Costo del proyecto y nivel de personal típicos a lo largo de la vida del proyecto (PMI, 2013, p. 39)

Tal y como se muestra en la anterior imagen, al tener tiempo muertos por falta de información y/o incompatibilidades en la fase de ejecución mayor será el tiempo de horas hombres que se tengan puesto que mayor es la carga de personal del proyecto.

Planificación

La planificación se define como el proceso de definir, coordinar y determinar el orden en el que se deben realizar las actividades teniendo como fin el lograr eficiencia y maximización del uso de los recursos, equipos y herramientas con las que se cuentan. De esta manera podemos obtener un esquema de trabajo debidamente controlado y se establecerá un programa de actividades que se establece como meta a cumplir.

Según el Curso de Métodos Constructivos de la Universidad de Chile (s.f.), el programa debidamente controlado permitirá:

- Conocer qué actividad no se está desarrollando de acuerdo al programa.
- Poder tomar una decisión en el momento adecuado.
- Mostrar un orden y disciplina de trabajo.
- Proporcionar un medio de comunicación tanto vertical como horizontal.

Para realizar una debida planificación es importante contar con las siguientes actividades:

- Cronograma de construcción: En él se definen las actividades a realizarse con sus respectivas duraciones, así como los hitos de entrega. Este cronograma suele estar desarrollado por las personas a cargo del proyecto y que tienen conocimientos técnicos sobre los procesos constructivos a realizarse.
- Estimados, presupuestos y control de costos: El costos estimado de construcción suele ser el primer indicador para la toma de decisiones administrativas y constructivas del proyecto, tales como: Cantidad de personal involucrado para el desarrollo de actividades, cantidad de equipos y herramientas, tecnología aplicada al proyecto, etc.
- Control de proyectos: Actividades que reúne todas las técnicas aplicadas para el éxito de los diferentes entregables. El control implica coordinar, regular las acciones y organizar todas lo relacionado al proyecto para alcanzar el término del mismo sin inconvenientes. (De la Cruz y Parodi, 2013, p. 14).

Conceptos de Lean

Según el Lean Construction Institute (ILC), Lean Construction se define como la filosofía que está orientada hacia la correcta administración en construcción y tiene como objetivo principal la reducción o eliminación de todas aquellas actividades que no agregan valor

al proyecto y optimiza aquellas que sí lo hacen, por consiguiente, se enfoca en crear herramientas específicas aplicadas, mayormente, al proceso de ejecución del proyecto y al sistema de producción (Porrás, Sánchez y Galvis, 2014, p. 35).

La Ing. Rocío Saravia Estrada en su libro Gestión Lean de Proyectos de Ingeniería nos menciona lo siguientes:

“La ingeniería, en sus distintas fases, es la etapa en la que cualquier inversión permite tener los más altos ahorros del proyecto. Invertir en ingeniería es invertir en tener un negocio más rentable, y si esa ingeniería se ejecuta en forma secuencial y bien pensada, haciendo lo necesario y dejando de hacer lo que nos produce lentitud, parálisis, aletargamiento y plazos excesivos, lograremos una ingeniería Lean. Lo mismo sucederá si tenemos el objetivo de buscar entre los especialistas la mejor solución, sin perder de vista todos los aspectos relacionados al negocio que representa ese proyecto.” (s.f., p. 104).

Tal y como se menciona anteriormente, la Gestión Lean está enfocada en hacer de forma más eficiente cualquier entregable que el cliente nos ha solicitado diseñar aplicando nuestros conocimientos y experiencia sobre la construcción. Lo importante de la Gestión Lean es acelerar las actividades de los proyectos, sin dejar de lado la calidad ni la seguridad y eliminando todo lo que no resulte necesario en el proceso de desarrollo y ejecución.

Por lo tanto, es importante tener en cuenta que es lo que el cliente está dispuesto a tener como entregable y que es valorable para él y aquello que es un desperdicio.

Saravia, nos menciona los siguientes tipos de desperdicios:

- Desperdicios del tipo 1: que corresponde a actividades o tareas con poco o ningún valor, pero necesarias para desarrollar las tareas principales del proyecto. Afectan el costo del proyecto, pero no deben afectar el precio. Por ejemplo, participar de una reunión semanal de coordinación del proyecto o reportar mensualmente el estado del proyecto al cliente y/o a la gerencia.
- Desperdicios del tipo 2: son tareas sin ningún valor agregado, que deben ser eliminados del proceso de ejecución de un proyecto. Por ejemplo, perseguir información necesaria para el desarrollo del proyecto, que fue pedida el mes pasado y que no fue entregada; o la creación de documentos formales no solicitados por el cliente.

- Por otro lado, según el blog de Lean Manufacturing en español (s.f.), los desperdicios identificados según la filosofía Lean están descritos en los siguientes tipos:
- Sobreproducción: Procesar artículos más temprano o en mayor cantidad que la requerida por el cliente. Se considera como el principal y la causa de la mayoría de los otros desperdicios.
- Transporte: Mover trabajo en proceso de un lado a otro, incluso cuando se recorren distancias cortas; también incluye el movimiento de materiales, partes o producto terminado hacia y desde el almacenamiento.
- Tiempo de espera: Operarios esperando por información o materiales para la producción, esperas por averías de máquinas o clientes esperando en el teléfono.
- Sobre-procesamiento o procesos inapropiados: Realizar procedimientos innecesarios para procesar artículos, utilizar las herramientas o equipos inapropiados o proveer niveles de calidad más altos que los requeridos por el cliente.
- Exceso de inventario: Excesivo almacenamiento de materia prima, producto en proceso y producto terminado. El principal problema con el exceso inventario radica en que oculta problemas que se presentan en la empresa.
- Defectos: Repetición o corrección de procesos, también incluye re-trabajo en productos no conformes o devueltos por el cliente.
- Movimientos innecesarios: Cualquier movimiento que el operario realice aparte de generar valor agregado al producto o servicio. Incluye a personas en la empresa subiendo y bajando por documentos, buscando, escogiendo, agachándose, etc. Incluso caminar innecesariamente es un desperdicio.

Conceptos de valor para el cliente

Definición de cliente

Según la guía del PMBOK, los clientes son aquellas personas u organizaciones que aprobarán y gestionarán el producto, servicio o resultado del proyecto. Los usuarios son aquellas personas u organizaciones que utilizarán el producto, servicio o resultado del proyecto. Clientes y usuarios pueden ser internos o externos a la organización ejecutora y pueden existir en diferentes niveles. (2013, p. 32)

Enfoque al cliente

Al ser el cliente, el generador de la necesidad del proyecto y, por ende, el receptor del proyecto una vez finalizado. Es necesario comprender y entender que es lo que el cliente tiene mentalizado recibir y, a la vez, que el cliente comprenda que es lo que se encuentra pactado entregar. Una de las formas más comunes de detectar el grado de satisfacción del cliente es realizando encuestas o entrevistas, actas de conformidad de obra y resultados en auditorías del cliente que permiten determinarlo, con esta información se realiza un análisis para tomar decisiones y acciones necesarias para tener una mejora continua con miras a cumplir las expectativas del cliente. (GyM, 2017, p. 24)

Dentro del Manual de Calidad de GyM (2017), se busca lograr aumentar la satisfacción del cliente, entregando el proyecto a conformidad de sus expectativas y necesidades, priorizando las siguientes precisiones del enfoque al cliente:

- Los medios necesarios para conocer los requisitos y expectativas de los clientes,
- La forma de transmisión al equipo del proyecto para su conocimiento y concientización de su importancia, y
- La planificación y ejecución de los medios para cumplir los requisitos.

Cabe precisar que el cliente es la principal fuente de información en todo lo que se refiere a consultas y decisiones que repercutirán en todo el proyecto por lo que, si existiese alguna duda sobre especificaciones, alcances o toda decisión crítica del proyecto, la empresa está obligada a solicitar la información necesaria mediante una Solicitud de Información (SI) para asegurar que se cumpla con los requisitos establecidos.

No Conformidades

Teniendo en claro los requisitos solicitados por el cliente y estableciendo una matriz de puntos de inspección de los procesos constructivos dentro de proyecto, es importante tener en claro que es una No Conformidad y cuál es su implicancia dentro del proyecto. Según la Asociación Española para la Calidad (s.f.), una no conformidad se define como un incumplimiento de un requisito del sistema, sea este especificado o no. Se conoce como requisito una necesidad o expectativa establecida, generalmente explícita u obligatoria.

Pueden ser de dos tipos:

- No conformidad mayor: ausencia o fallo en implantar y mantener uno o más requisitos del sistema de gestión de la calidad, o una situación que pudiera, basándose en evidencias o evaluaciones objetivas, crear una duda razonable sobre la calidad de lo que la organización está suministrando. Las entidades certificadoras no pueden conceder el certificado mientras exista una no conformidad mayor.
- No conformidad menor (o solamente no conformidad): es una no conformidad detectada, que por sus características no llega a la gravedad de la anterior.

Conceptos de VDC

Virtual Design Construction (VDC) es la metodología que se enfoca en las metas de un proyecto a través de la reducción de los recursos innecesarios (tiempo, capacidad e inventarios), a lo largo de las fases de diseño e ingeniería, planeamiento, ejecución, control y cierre del proyecto; sin descuidar la calidad, la seguridad de su personal y patrimonio, así como el cuidado del medio ambiente. Esta metodología se basa en el uso de herramientas tecnológicas para disminución de la variabilidad y el aseguramiento de la minimización del plazo y costo. Según José Taboada y Paúl Alcántara, en su artículo “Toma de decisiones y revisión de diseño a partir de la construcción digital y la aplicación de la metodología VDC” (s.f.) nos indica que la aplicación de esta metodología se soporta en 4 pilares fundamentales:

- Gestionar el desarrollo del proyecto, a través de la construcción digital del proyecto, antes de su ejecución real, por medio del uso de herramientas Modelado de la Información del Edificio (BIM), durante sus diferentes etapas. A través de la construcción digital se puede revisar anticipadamente la realidad del proyecto las veces que sean necesarias.
- Gestionar los procesos y la producción, por ejemplo, a través de la ejecución del sistema del Último Planificador (Last Planner) con los responsables de producción y el mapeo de procesos con todos los involucrados.
- Gestionar la organización del proyecto y la interacción entre equipos multidisciplinarios, a través de la ejecución de sesiones de trabajo de Ingeniería Concurrente Integrada (ICE) y el uso de salas inteligentes de trabajo (iRooms).

- Gestionar la ejecución del proyecto por objetivos, a través del uso continuo de indicadores de desempeño (Métricas), como puede ser la reducción del tiempo de respuesta de las Solicitudes de Información (RFIs).

Figura 6. Esquema de organización de objetivos VDC. (Uehara, 2017, p. 51)

Tal y como se muestra en la figura 6, se prioriza los objetivos del cliente para fijar los objetivos del proyecto que serán de mayor entendimiento en todos los involucrados en tanto se lleve un plan de Sesiones ICE, el modelamiento contenga la información actualizada y la dirección de producción y los dos puntos anteriormente mencionados funcionen integralmente.

Asimismo, Taboada y Alcántara (s.f.), nos indican que las ventajas que se pueden obtener a través de la construcción digital en la etapa de diseño son las siguientes:

- Detección y solución de interferencias: Al tener la modelación en escala tridimensional se puede visualizar todas las interferencias de las diferentes especialidades del proyecto y, de esta manera, identificar problemas para solucionarlos antes de realizarlos en campo.
- Trabajo colaborativo: Muchos softwares de modelación 3D permiten obtener el proyecto de manera integrada con los diferentes especialistas, y definir una característica especial para cada uno con la cual podamos optimizar los diseños de lo que se propone como diseño.

- **Revisión del modelo digital:** Se puede visualizar en diferentes espacios de trabajo y al realizar un cambio este se puede ver reflejado de inmediato sin mayor inconveniente que la actualización del modelo.
- **Simulaciones:** En algunos casos, los programas tecnológicos permiten realizar simulaciones a nivel acústico, climático, ventilación natural o iluminación artificial de ambientes.
- Y finalmente, nos presentan que las ventajas que se obtienen en la etapa de diseño son:
- **Generación de layout:** El layout muestra la distribución del proyecto. Facilita el entendimiento de lo que se va a construir y muestra las características como la profundidad, altura y dimensión de los elementos.
- **Visualización:** Mejora exponencialmente la visualización de los detalles del elemento a construir lo cual genera una mejor coordinación de los involucrados.
- **Coordinación en obra:** Facilita la toma de decisiones de forma conjunta ante cualquier tipo de duda técnica o falta de información por medio de las reuniones ICE.
- **Sectorización:** Ayuda a mejorar la partición del proyecto en entregables homogéneos y que puede ser controlada en el tren de actividades del cronograma de trabajo.
(Taboada y Alcántara,s.f.)

Solicitudes de Información (SI)

Las solicitudes de información son el proceso mediante el cual, se pide responder a consultas referente a especificaciones, absolución de incompatibilidades, inconvenientes técnicos y otros para lograr llevar a cabo el proyecto sin incurrir en mayores costos de construcción. Es una solicitud formal a una respuesta por parte de los diseñadores, proyectistas o clientes que tienen impacto en el plazo o costo del proyecto.

Tecnología BIM

El término de Building Information Modeling (BIM) se refiere al conjunto de metodologías de trabajo y herramientas, utilizando la información que se tiene de forma coordinada, coherente, computable y continua. La información utilizada puede ser netamente de los planos de construcción, pero también se considera todo detalle de

materiales y calidad físicas, los usos de cada espacio, etc. El resultado obtenido por el desarrollo BIM es un modelo basado en la información de la edificación, es decir, se se recrea y/o simula mediante el modelado la información que se tiene para construcción. (Salinas, 2015, p. 21)

El comité BIM del Perú (s.f.), resume los principales beneficios del uso de la Tecnología BIM de la siguiente manera:

- Consolida múltiples procesos en una sola aplicación permitiendo obtener información más consistente de manera más rápida.
- Facilita la colaboración entre las distintas especialidades
- Reduce los tiempos de entregas
- Reduce errores en la obra
- Es más eficiente en un ambiente multidisciplinario
- Calidad
  - Precisión
  - Coordinación
  - Mejor control del diseño
  - Herramientas de análisis
  - Concentración en el diseño
- Tiempo
  - Simplificación
  - Automatización
  - Tiempo de entregas más cortos
  - Disposición de información más consistente
  - Diseño y documentación son simultáneos
- Dinero
  - Mejores resultados con menos personal

- Reducción de errores y omisiones
- Menos esfuerzo a la hora de la obra
- Reducción en cambios de obra.

Concepto de Sesiones ICE

Las sesiones de Integrated Concurrent Engineering (ICE) son una metodología de desarrollo efectivo y confiable en la cual se reúnen todos los implicados del proyecto (diseñadores, proyectistas, ingenieros de campo, subcontratas, capataces, etc.) con el fin de poder absolver todos los problemas que pudiesen resultar al momento de la ejecución de la obra. Se basa en la ayuda de la tecnología para crear y evaluar múltiples modelos virtuales para el mayor entendimiento del proyecto a construir. Los beneficios de las sesiones ICE significan una mejora en el enfoque de los problemas, mejora la comunicación efectiva entre todos los implicados y promueve la búsqueda y optimización de los recursos con los que se planean contar durante la ejecución del proyecto.

La organización de estas sesiones está integrada por un líder de equipo quien controla los temas a tratar y recopila los resultados obtenidos; el facilitador, quien ayuda a mejorar la comunicación entre todos los miembros de la sesión; el recorder, quien redacta todo lo sucedido en la sesión y guarda la información importante y decisiones; y todos los miembros del equipo, quienes proponen alternativas de solución y desarrollo de los procesos y el entregable final. (Príncipe y Moreno, s.f., p.3)

CAPÍTULO 2: SITUACIÓN ACTUAL DEL PROYECTO

En este capítulo se presentará el proyecto en el cual se desarrolla la propuesta de tesina. Se mostrará los datos generales del proyecto extraídos de la Memoria de Arquitectura del Anteproyecto y aspectos importantes a considerar para el cumplimiento de los objetivos que se desean lograr con la implementación VDC.

Información General

Ubicación

El proyecto se encuentra ubicado en la Av. 28 de Julio N° 755 y Vasco Núñez de Balboa N° 882/886, Distrito de Miraflores, Lima (Ver Anexo 1).

Planeamiento General

El presente informe de Tesis, se basa en información obtenida del Proyecto Hotel Aloft, de categoría 4 estrellas, posee un área total de 1300 m² aproximadamente.

La descripción del proyecto se presenta de la siguiente manera:

- El Hotel cuenta con un edificio de 10 pisos, un basamento incluido en el primer piso, un mezzanine y 9 pisos de habitaciones más azotea para equipos. Se está considerando 3.00 mt. Altura para los pisos de habitaciones, 4.50 mt. Para el primer piso y mezzanine y 9.00 mt. para el basamento. La altura total del edificio es de 36 mt.
- El Hotel posee 164 Habitaciones distribuidas de la siguiente manera: King (105 hab.), Doble Queen (55 hab.), Suites (04 hab.)
- Se considera 144 plazas de estacionamientos distribuidos en 04 niveles de sótanos.
- En la azotea se instalarán los equipos de aire acondicionado, cuarto de calderos, subestación eléctrica, grupo electrógeno y tanque de gas.
- En el sótano de cisternas se ubica un cuarto de bombas, 02 cisternas de agua contra incendio, 01 cisterna de aguas negras y cisterna de aguas blandas, trampa de grasa y depósitos.

El proyecto considera la construcción del hotel incluyendo estructuras, acabados, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, sistema de comunicaciones, sistema de seguridad, implementación acústica, movimiento de tierras, estabilización de taludes con pantalla de anclajes y el modelamiento BIM del proyecto.

Monto y plazo

El monto contractual del proyecto asciende a S/. 58'558,629.94 (Cincuenta y ocho millones quinientos cincuenta y ocho mil seiscientos veintinueve y 94/100 Soles) más el Impuesto General a las Ventas. El plazo del proyecto es de 18 meses, siendo septiembre del 2018 el último mes de ejecución. El tipo de contrato por el que se rige el proyecto es de Suma Alzada y el cliente es la empresa Intursa.

Etapas de aplicabilidad

La propuesta de la presente tesina se aplicará en la Etapa de Planeamiento del proyecto; considerado para este proyecto con una duración de 8 meses calendario que abarcan los meses de Marzo a Noviembre del 2017 (Ver Anexo 2).

Planeamiento en el Proyecto Aloft

En GyM la planificación es un proceso constante de toma de decisiones cuyo objetivo es elaborar la estrategia de ejecución del proyecto, este flujo de procesos puede ser constante debido a la variabilidad de los proyectos, teniendo en cuenta la situación actual y los factores internos y externos que pueden influir en el desarrollo del proyecto (GyM, 2017).

El proyecto Aloft consideró, inicialmente, un proceso de planeamiento tradicional, tal y como se realiza en todos los proyectos de GyM. Este flujograma de planeamiento consiste en la etapa de compatibilización de ingeniería, previo al desarrollo del diseño del sistema de producción, la cual es llevada a cabo por un equipo de profesionales, especialistas en cada una de las disciplinas a compatibilizar; por otro lado, el proceso de diseño del sistema de producción se refiere a la elaboración de la secuencia lógica de actividades y tareas necesarias para producir el entregable final. Una vez elaborada la secuencia constructiva se desarrolla el diseño del soporte de la producción, para la cual es importante conocer el tiempo de gestión de cada proceso de soporte a la producción, ya sean equipos, logística, recursos humanos, administración, ingeniería, condiciones

externas, trabajos previos, etc. Finalmente se costea el planeamiento estratégico con el objetivo de determinar si cumple con el objetivo económico.

A continuación, se muestra el flujograma de planeamiento tradicional considerado para el Proyecto Aloft:

Figura 7. Flujograma de Planeamiento de un proyecto tradicional – Proyecto Aloft.
(Fuente propia, 2017)

Tal y como se muestra en la figura 7, el proceso de planeamiento considera un retorno continuo hacia el diseño del sistema de producción cuando no se cumplen los objetivos del proyecto, lo cual implica una inversión de tiempo que debe asumir la empresa sin tenerlo costeadado.

Por otro lado, se muestra la secuencia de procesos requerida para el desarrollo de la compatibilización de cada una de las especialidades; es importante saber que la etapa de compatibilización toma alrededor de un mes, aproximadamente, por nivel de ejecución, por lo cual el equipo asignado a estas labores deberá permanecer en el proyecto, por una etapa aproximada de 8 a 9 meses, desde el arranque del Proyecto. Es importante mencionar que el proceso de compatibilización y resolución de solicitudes de información puede tomar hasta dos meses desde que se inicia el flujo de procesos. A continuación, se muestra el flujo tradicional de compatibilización basado en los planos del proyecto:

Figura 8. Flujo grama de compatibilización de un proyecto tradicional

En la figura 8, se muestra como cada Líder de Especialidad es el encargado de emitir las consultas (Solicitudes de Información) y dar seguimiento para la absolución de las mismas, así como para elevarlas hacia los proyectistas y/o diseñadores por especialidad. Este proceso es, usualmente, realizado durante la etapa de ejecución por lo que la demora de este flujo de compatibilización conlleva a desperdicios por mano de obra paralizada, horas extra, etc.

Teniendo con consideración la cantidad de actividades que debe desarrollar el equipo de obra para levantar todas estas consultas, es necesario contar con profesionales asignados

a cada especialidad del proyecto, esto debido a que el Proyecto es un EPC (Engineering, Procurement and Construction) y es de responsabilidad de la obra resolver toda solicitud de información que nazca de la compatibilización de las especialidades. Es por ello, que la estructura organizacional está dividida en profesionales dedicados a la Logística – Revisión, Planos 2D y producción. (Ver Anexo 3).

Basándonos en la estructura organizacional del equipo de compatibilización, es necesario establecer funciones específicas para cada colaborador por lo cual, en la siguiente tabla, se muestra la Matriz de responsabilidades asignada para cada integrante del equipo de Ingeniería:

PROCESOS	PUESTOS ACTIVIDADES	Ingeniería Karim Torres	Control documentario Rocio Mendoza	Arquitectura Mariko Yoza	Ing. Estructuras Jorge Castillo	Ing. EM/ISS Tatiana Vicente	Ing. IEE Jhon Villegas	Coordinador BIM Cesar Tirado	Cadista Omar Q.	BIM Mep Marco G
Compatibilización de ingeniería	Elaboración de SI	R		R	R	R	R			
	Emisión y seguimiento de SI	S		S	S	S	S			
	Reunión con proveedores	E		E	E	E	E			
	Definición de cambios con proyectistas	E		E	E	E	E			
	Elaboración de Red lines	E		E	E	E	E			
	Revisión de planos	R		R	R	R	R			
	Emisión de planos para construcción								E	E
Control Documentario	Control de documentos de SI		E							
	Actualización de Log de SI y cartas		E							
	Elaboración y actualización de estadísticas de SI y cartas		E							
	Actualización de Log de Transmittall		E							
	Elaboración y actualización de estadísticas de Transmittall		E							
	Actualización de Log de Submittall		E							
	Elaboración y actualización de estadísticas de Submittall		E							
	Actualización de log de planos		E							
	Elaboración y actualización de estadísticas de log de planos		E							
Gestión de cambios	Identificación y metrado de cambios	E		E	E	E	E			
	Emisión de ordenes de cambio	E		E	E	E	E			
	Actualización de log de ordenes de cambio				E					
	Actualización de estadísticas de ordenes de cambio				E					

Revisión	R
Aprobación	A
Validación	V
Ejecución	E
Firma	F
Seguimiento	S
Información	I

Figura 9. Distribución de responsabilidades basándonos en la revisión de Planos 2D del proyecto. (Fuente propia, 2017)

Tecnología BIM aplicada en el Proyecto Aloft

El objetivo inicial del Proyecto, en la etapa presupuestal, era incorporar la tecnología BIM con la finalidad de mostrar al cliente, desde la etapa conceptual, que características tendría el entregable final. Es decir, la tecnología BIM incluida en el proyecto se enfoca en desarrollar un modelo 3D del Hotel en base a la información de planos y cambios realizados durante la etapa de construcción. Para lo cual, como se mostró en la figura 4 solo se necesitaba de un dibujante cadista que pueda realizar el modelado con la información que obra brindará.

Solicitud de Información (SI) del Proyecto

Debido a que la implementación se realizó a partir del tercer mes de proyecto, se tiene data de las solicitudes de información realizadas durante el primer y segundo mes de trabajo con el tiempo de respuesta de cada una de ellas. Esta información resulta importante para la finalidad de la presente tesina puesto que nos servirá de punto de partida para la comparación de las mejoras que se pueden generar a partir de la implementación VDC. (Ver Anexo 4)

CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN VDC

En el presente capítulo se describirá y analizará las condiciones en las que el proyecto recibe la propuesta de implementación VDC, teniendo en cuenta que, para este caso en particular, el proyecto tiene considerado realizar modelación BIM, el cual será aprovechado para la aplicación del VDC.

Planeamiento en el Proyecto Aloft con la integración del VDC

Consideraciones de la Implementación

Para la implementación de la Metodología VDC, se consideró necesario reforzar la tecnología BIM del proyecto a fin de poder realizar las nuevas actividades que se incorporaron en el proceso de planeamiento. De esta manera, se agregó una nueva subcontrata para el modelamiento en 3D de las especialidades de Estructuras (LOD 400), Arquitectura (LOD 300) y MEP (LOD 300); se agregó dentro del organigrama del equipo a un coordinador BIM que se encargue de la integración del modelamiento con la metodología VDC además, se tuvo que reforzar el equipamiento de la sala de reuniones para llevar a cabo las sesiones ICE. En la siguiente tabla, se muestra la estimación del costo de la implementación de la metodología VDC dentro del proyecto:

Tabla 3.

Costo de implementación VDC proyecto Aloft

Descripción	Cant	Und	P. Unit	S/.	USD
EQUIPO GYM					
Coordinador BIM	18.00	mes	3,900.00	70,200.00	21,600.00
Cadista	8.00	mes	3,200.00	25,600.00	7,876.92
				-	-
MODELAMIENTO				-	-
ARQ/MEP (Id BIM)	1.00	glb	74,750.00	74,750.00	23,000.00
EST (AASA) (36USDxTN)	700.00	tn	117.00	81,900.00	25,200.00
				-	-
EQUIPAMIENTO				-	-
1 PC BIM Adicional Sala Reuniones	18.00	mes	65.00	1,170.00	360.00
1 Proyector Adicional	18.00	mes	32.50	585.00	180.00
Mejorar Ancho de Banda	12.00	mes	1,000.00	12,000.00	3,692.31
Pizarras Acrílicas	1.00	und	100.00	100.00	30.77
Rack de Proyector	1.00	und	2,720.00	2,720.00	836.92
TOTAL				269,025.00	82,776.92 USD
					18,800.00 m2
					4.40 USD/m2

Nota. Cálculos realizados considerando los tiempos de planificación y permanencia del personal. (Fuente propia, 2017)

Planeamiento con integración VDC

El flujo de procesos, con la integración del VDC, inicia con la compatibilización en la etapa de pre construcción del proyecto, en la cual se realiza mediante el uso del BIM la formulación de las consultas de Ingeniería y se absuelve de acuerdo a la especialidad de cada Líder, en este caso este proceso incluido dentro del planeamiento tradicional debe lograr incluir todas las dudas del proyecto a fin de no llegar a la etapa de ejecución con un gran número de Solicitudes de Información o No conformidades. A continuación, se presenta el flujograma de Planeamiento del proyecto considerando la metodología VDC:

Figura 10. Flujograma de planeamiento con integración VDC en el Proyecto Aloft (Fuente propia, 2017)

En la figura 10, se presenta la rutina de trabajo descrita anteriormente, con esta secuencia de procesos se busca organizar la metodología del equipo de Ingeniería con el objetivo de cumplir con los entregables.

Por otro lado, se establece un proceso reforzado para la compatibilización de planos con la metodología VDC. El proceso inicia cuando el coordinador BIM integra el modelado desarrollado por los modeladores subcontratados, posteriormente los líderes de especialidad revisan el modelo en conjunto con los modeladores, en sesiones ICE, donde dan solución a consultas por alguna incompatibilidad, interferencia o falta de información, en caso se requiera de la opinión de un especialista externo al proyecto (GMI² en la mayoría de casos), se emite una Solicitud de Información (SI) y se hace seguimiento a la respuesta durante la semana; una vez terminado el proceso de compatibilización por nivel de ejecución, se emiten los planos para construcción y la hoja de control de metrados.

Figura 11. Flujograma de compatibilización con integración VDC en el Proyecto Aloft (Fuente propia, 2017).

Teniendo con consideración la cantidad de actividades que debe desarrollar el equipo de obra, es necesario contar con un equipo de profesionales asignados a cada especialidad del proyecto, ya que se debe resolver toda solicitud de información que nazca de la

² GMI: Empresa Consultora del Grupo Graña y Montero (GMI,2017)

compatibilización con VDC de las distintas especialidades siguiendo el flujograma de compatibilización anteriormente mostrado. Por lo tanto, dentro del organigrama de compatibilización e integración VDC, se agrega el grupo de procesos de Preconstrucción – Compatibilización. (Ver Anexo 5)

Basándonos en la estructura organizacional del equipo de compatibilización con integración VDC, la siguiente gráfica muestra la Matriz de responsabilidades asignada para los responsables de las nuevas actividades que se realizan producto de la aplicación de la metodología VDC:

PROCESOS	PUESTOS ACTIVIDADES	Ingeniería	Control documentario	Arquitectura	Ing. Estructuras	Ing. EM/ISS	Ing. IEE	Coordinador BIM	Cadista	BIM Mep	Marco G
		Karim Torres	Rocio Mendoza	Mariko Yoza	Jorge Castillo	Tatiana Vicente	Jhon Villegas	Cesar Tirado	Omar Q	BIM Mep	Marco G
Compatibilización de Ingeniería	Elaboración de SI	R		R	R	R	R				
	Emisión y seguimiento de SI	S		S	S	S	S				
	Reunión con proveedores	E		E	E	E	E				
	Definición de cambios con proyectistas	E		E	E	E	E				
	Elaboración de Red lines	E		E	E	E	E				
	Revisión de planos	R		R	R	R	R				
	Emisión de planos para construcción								E	E	
Control Documentario	Control de documentos de SI		E								
	Actualización de Log de SI y cartas		E								
	Elaboración y actualización de estadísticas de SI y cartas		E								
	Actualización de Log de Transmitall		E								
	Elaboración y actualización de estadísticas de Transmitall		E								
	Actualización de Log de Submittall		E								
	Elaboración y actualización de estadísticas de Submittall		E								
	Actualización de log de planos		E								
Gestión de cambios	Elaboración y actualización de estadísticas de log de planos		E								
	Identificación y metrado de cambios	E		E	E	E	E				
	Emisión de ordenes de cambio	E		E	E	E	E				
	Actualización de log de ordenes de cambio				E						
Gestión BIM	Actualización de estadísticas de ordenes de cambio				E						
	Revisión de Ingreso de Planos del Proyecto al Modelo				V			R			
	Hacer Seguimiento y Revisión de Ingreso de SI's al modelo				R			E			
	Llevar Actas de Reunión de Trabajo y coordinación de BIM							E			
	Elaborar presentación de SI's más resaltantes para la Reunión de Coordinación (Pendientes y Respuestas)							E			
	Elaborar presentación de SI's más resaltantes para la Reunión de Cliente (Pendientes y Respuestas) 1vez x mes							E			
	Seguimiento de entregables Planos de Sistemas Instalaciones de IDB							S			
	Seguimiento de entregables Planos de Sistemas para SB en Arquitectura de IDB/Generar el SB							S			
	Elaboración de Planos de Arquitectura según avance de obra de manera oportuna								E		
	Elaboración de Planos de MEP según avance de obra de manera oportuna									E	
	Elaboración de planos de Estructuras según avance de obra de manera oportuna								E		

Revisión	R
Aprobación	A
Validación	V
Ejecución	E
Firma	F
Seguimiento	S
Información	I

Figura 12. Matriz y leyenda de responsabilidades del equipo de compatibilización del Proyecto Aloft con implementación VDC. (Fuente propia, 2017)

CAPÍTULO 4: IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA VDC

En este capítulo, se detallará el proceso de implementación VDC aplicada a la etapa de Planeamiento del proyecto y que se verá reflejado en el proceso de ejecución del mismo. Se analizará los principales cambios realizados a partir de lo propuesto.

Implementación de Metodología VDC aplicada a la etapa de planeamiento del proyecto

El primer cambio a considerar dentro de la implementación VDC, es el nivel de detalle del modelo BIM en las diferentes especialidades del proyecto. De tal manera que el contratista principal, proveedores, subcontratas y clientes puedan visualizar y manejar a fin de generar y absolver sus propias Solicitudes de Información (SI) con la colaboración del equipo de trabajo constituido.

El nivel de detalle considerado para el modelado BIM se distribuyó de la siguiente manera (Ver Anexo 6):

- Modelado MEP: LOD³ 300
- Modelado Arquitectura: LOD 300
- Modelado Estructuras: LOD 400

Se definió que los modelos para la construcción digital tengan este nivel de detalle, ya que no debían servir solo para la detección de interferencias o incompatibilidades, sino también para la obtención de información necesaria para la construcción y su control.

Por otro lado, el proyecto optó por llevar un control de modelamiento por nivel terminado, es decir, que una vez que el equipo de modelamiento culminara un piso de la estructura, los ingenieros especialistas se reúnen con los involucrados para realizar la revisión, compatibilización, detección de interferencias y definición de soluciones. Todo esto se realiza en las Sesiones ICE, para la cual se planteó una rutina de reuniones (Ver figura 1).

---

³ Level of Development o Nivel de Desarrollo

RUTINA DE REUNIONES - PROYECTO ALOFT							
Hora		Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado
08:00	08:30			REUNIÓN SEMANAL CLIENTE			
08:30	09:00						
09:00	09:30		REUNIÓN BIM - COORDINACIÓN			REUNIÓN DE PROGRAMACIÓN DE INGENIERÍA	
09:30	10:00		SESION ICE - ESTRUCTURAS				
10:00	10:30						
10:30	11:00					SESION ICE - ULMA	
11:00	11:30						
11:30	12:00						
12:00	12:30	Almuerzo					
12:30	13:00						
13:00	13:30						
13:30	14:00						
14:00	14:30		REUNIÓN DE COORDINACIÓN DE OBRA	SESION ICE - ARQUITECTURA Y MEP		SESION ICE - ARQUITECTURA Y MEP	
14:30	15:00						
15:00	15:30						
15:30	16:00						
16:00	16:30				REUNIÓN DE PROGRAMACIÓN DE PRODUCCIÓN		
16:30	17:00		REUNIÓN DE PLANEAMIENTO - CLIENTE				
17:00	17:30				OT-LEAN		
17:30	18:00						

Figura 13. Horario de rutina de reuniones del Proyecto Aloft

Tal y como se muestra en la figura 13, las sesiones se realizan semanalmente con una inversión importante de horas para las mismas. En este caso, las sesiones están divididas por áreas o especialidades y en todas ellas la participación de todos los involucrados genera que dichas sesiones sean efectivas y productivas.

Las sesiones se llevan rutinariamente cada semana, en ella, como se puede observar en las figuras 2,3 y 4, de manera colaborativa e integrada, lo cual lleva a obtener resultados consensuados, reuniones rápidas y efectivas, mayor posibilidad de soluciones e involucramientos de todas las partes.

A continuación, se muestra algunos ejemplos de las sesiones ICE realizadas en el proyecto:

Figura 14. Sesión ICE de arquitectura y MEP. (Proyecto Aloft, 2017)

En la figura 14, se observa a la especialista de Instalaciones mecánicas y sanitarias brindar soluciones a las incompatibilidades identificadas durante una de la sesiones ICE. De esta manera, las soluciones que brinda la especialista pueden ser evaluadas, objetadas y consensadas con las demás especialidades a fin de no generar mayores inconvenientes dentro del proyecto hasta se puede generar nuevas ideas con el fin de minimizar los costos de producción.

Figura 15. Sesión ICE con encofrados ULMA. (Proyecto Aloft, 2017)

En la figura 15, se muestra que el equipo de construcción y los proveedores se encuentran definiendo las soluciones y rotación de encofrados en el Mezzanine y Piso 2 a ejecutarse 2 meses después. En este caso, las incompatibilidades, piezas faltantes por cambio de modulación y algún otro detalle que los modeladores ULMA no consideraron incluir para el despacho de su material, puede ser solicitado con antelación a la ejecución y de esta manera realizar algún trabajo no autorizado y/o improvisado que conlleva al desperdicio de horas hombre.

Figura 16. Sesión ICE con el equipo de estructuras y MEP. (Proyecto Aloft, 2017)

Tal y como se muestra en la figura 16, se realiza también la compatibilización de Estructuras junto con las demás especialidades y una vez levantadas todas las consultas y/o observaciones, se procede a la emisión de los Planos para Construcción, con los cuales los líderes de especialidad pueden iniciar su planificación del sistema de Producción e iniciar la ejecución del proyecto sin tener mayor inconveniente.

Es importante mencionar que si alguna especialidad requiere de alguna sesión complementaria se programan sesiones adicionales con los involucrados. Por otro lado, si las consultas obtenidas en estas sesiones requieren de una revisión más detallada se emiten las Solicitudes de Información (SI) a ser resueltas por los ingenieros especialistas de GMI. Para dicho fin, el equipo de proyecto utiliza el programa Tekla BIMsight, para emitir las solicitudes de información (SI) vinculadas al modelo, tal como se muestra en la siguiente figura:

Figura 17. Emisión de SI a través del visor Tekla BIMsight. (Proyecto Aloft, 2017)

La figura 17 muestra la interferencia del falso cielo raso con el pase de tubería de agua contra incendio, así como también la interferencia de este con la mampara en Mezzanine. Ejemplos como este que implican un mayor grado de toma de decisiones y sobre todo que significan un cambio mayor dentro del diseño de la estructura, son derivados a los especialistas de GMI quienes reciben el SI luego de las sesiones ICE y lo consideran como un pendiente de levantamiento a resolver en el menor tiempo posible.

Una vez resueltas las consultas y las solicitudes de información, el equipo de modelamiento actualiza el modelo y procede a emitir los planos para construcción y las herramientas de control, tales como hoja de control de avance, hoja de control de proveedores y emisión de planos para construcción.

PLANO	TIPO	TIPO DE CONCRETO	FECHA LOCK/HEAD PLANEADA	SEMANA PLANEADA	FECHA PLANEADA	STATUS PRODUCCION	FECHA REAL
GYM-HA-MP-A04 r1/A05 r1/A11 r1	1.01.01	fc420(280)	W17.06	W17	sáb 29 abr 17	Ejecutado	sáb 29 abr 17
GYM-HA-MP-A04 r1/A05 r1/A11 r1	1.01.01	fc420(280)	W17.06	W17	sáb 29 abr 17	Ejecutado	sáb 29 abr 17
GYM-HA-MP-A04 r1/A05 r1/A11 r1	1.01.02	fc420(280)	W18.05	W18	vie 05 may 17	Ejecutado	vie 05 may 17
GYM-HA-MP-A04 r1/A05 r1/A11 r1	1.01.02	fc420(280)	W18.05	W18	vie 05 may 17	Ejecutado	vie 05 may 17
GYM-HA-MP-A04 r1/A05 r1/A11 r1	1.01.03	fc420(280)	W17.04	W17	jue 27 abr 17	Ejecutado	jue 27 abr 17
GYM-HA-MP-A04 r1/A05 r1/A11 r1	1.01.03	fc420(280)	W17.04	W17	jue 27 abr 17	Ejecutado	jue 27 abr 17
GYM-HA-MP-A04 r1/A05 r1/A11 r1	1.01.04	fc420(280)	W18.04	W18	jue 04 may 17	Ejecutado	jue 04 may 17
GYM-HA-MP-A04 r1/A05 r1/A11 r1	1.01.04	fc420(280)	W18.04	W18	jue 04 may 17	Ejecutado	jue 04 may 17

Figura 18. Hoja de control de avance de Obra. (Proyecto Aloft, 2017)

En la figura 18, se muestra la herramienta de control de avance obtenida directamente como un exportable del modelo. Ya que al realizar las sesiones ICE con todos los involucrados del proyecto, se genera un feedback paralelo a la planificación sobre cómo se está ejecutando los trabajos en campo y, de esta manera, el modelo queda actualizado

a la fecha y con información de algún percance extraordinario que el modelo no pudo haber detectado.

Asimismo, este reporte de avance, además de recopilar el avance de campo, sirve para emitir las valorizaciones y determinar el índice de productividad del proyecto que son entregables de producción que pueden ser comparados con los índices elaborados por los ingenieros de campo a fin de comparar la exactitud de los reportes generados.

Por otro lado, el modelo también nos brinda la posibilidad de extraer la hoja de control de proveedores. Esta es una herramienta también obtenida como un exportable del modelo pero, a diferencia de la hoja de control de avance, posee información directamente relacionada a los despachos de acero dimensionado que se entrelazan con la información de concreto y encofrado que se debería considerar para dicho avance y, de esta manera, se tiene el control de lo que se necesita en campo justo a tiempo.

CONCRETO(m3)	ARMADURA(kg)	RATIO ARMADURA(kg)	ENCOFRADO(m2)	DESPACHO ACEDIM	FECHA DE ENTREGA ACEDIM	STATUS ACEDIM BIM
0.072	0	7	0.001		mié 19 abr 17	5-GYM-En obra
5.946	543	551	19.841		mié 19 abr 17	5-GYM-En obra
0.072	0	7	0.008		vie 28 abr 17	5-GYM-En obra
5.325	487	494	17.778		vie 28 abr 17	5-GYM-En obra
0.053	0	5	0.001		mié 19 abr 17	5-GYM-En obra
5.330	509	494	17.771		mié 19 abr 17	5-GYM-En obra
5.951	501	552	19.841		mié 19 abr 17	5-GYM-En obra
0.072	0	7	0.001		mié 19 abr 17	5-GYM-En obra

Figura 19. Hoja de control de despacho de acero del Proyecto Aloft. (Proyecto Aloft, 2017)

De la figura 19, es importante recalcar que al emitirse esta herramienta de control, el ingeniero de campo puede realizar sus solicitudes de acero al proveedor directamente con los códigos de acero asignados a cada sector, acorde a su programación y, el proveedor al estar presente dentro de las sesiones ICE, puede manejar los pedidos codificados sin mayor inconveniente y, a la vez, retroalimentar la información del modelo confirmando

y/o modificando las fechas de entrega en caso ocurriese algún inconveniente ajeno al proyecto.

Por otro lado, se tiene la hoja de control de encofrados, la cual es una herramienta también obtenida como un exportable del modelo, esta posee información directamente relacionada a los despachos de encofrado, según el despiece planificado en la planificación, de esta manera se tiene el control de lo que se necesita en campo, justo a tiempo.

ENCOFRADO ITEM	ARMADURA ITEM	ID(CONCRETO)	FORMA TEKLA	CASO ENCOFRADO	TIPO DE ENCOFRADO	a	b	d	e	l
2.2.2.3	2.2.2.7	9376075	Concrete_W-1	1	0					
2.2.2.3	2.2.2.7	9115266	Concrete_W-1	4	3		575			345
2.2.2.3	2.2.2.7	9379872	Concrete_W-1	1	0					
2.2.2.3	2.2.2.7	9115272	Concrete_W-1	8	7		575		60	345
2.2.2.3	2.2.2.7	9381750	Concrete_W-1	1	0					
2.2.2.3	2.2.2.7	9115289	Concrete_W-1	8	7		575		60	345
2.2.2.3	2.2.2.7	9480987	Concrete_W-1	4	3		575			345
2.2.2.3	2.2.2.7	9381828	Concrete_W-1	1	0					

Figura 20. Hoja de control de despacho y devolución de encofrado del Proyecto Aloft (Proyecto Aloft, 2017).

En la figura 20, se muestra como la herramienta de control de encofrado apoya el control del ingeniero de campo ya que puede realizar sus solicitudes de encofrado, al proveedor, directamente con los códigos de encofrado asignados a cada sector, acorde a lo planificado en la etapa de pre construcción.

Por último, el flujo de trabajo mediante la metodología VDC culmina con la emisión de planos aptos para construcción, así como layouts o sketches que son de gran utilidad para el equipo de construcción.

A continuación se adjunta una imagen donde se puede apreciar el nivel de detalle, al cual tiene acceso producción para la ejecución del proyecto:

Figura 21. Modelo de estructuras en LOD 400. (Proyecto Aloft, 2017)

La figura 21, muestra el detalle del acero en cimentaciones del sótano 4 del edificio, se pueden apreciar los cortes de la sectorización, definida por producción.

Con este nivel de detalle, el ingeniero de producción puede visualizar mejor la ubicación de los elementos a colocar en campo; no obstante, no es la única forma de visualizar este detalle, también se pueden emitir exportables de planos de detalle y sketchs que ayuden a una mejor comprensión de los mismos. (Ver Anexo 7)

Figura 23. Plano de detalle de MEP en LOD 300. (Proyecto Aloft, 2017)

De acuerdo a la figura 23, los sketches ayudan a tener una mejor comprensión de las instalaciones antes de ser instaladas, de esta forma se asegura que se instale de acuerdo a lo planificado y, al tener el modelado de acuerdo a lo construido en campo, cualquier mejora y/o levantamiento de observación se verá reflejado en tiempo real en el momento y se verá si es conveniente o no para el proyecto.

Es importante resaltar que las subcontratas, al estar familiarizadas con el modelo desde la concepción del mismo, lo utilizan en campo para acelerar manejar de mejor manera sus cuadrillas de trabajo y, a la vez, mostrar a sus capataces y mano de obra como deben terminar los trabajos y, de esta manera, unificar la visualización de lo que se quiere conseguir al final del proyecto mejorando su índice de avance y reduciendo la posibilidad de error. (Ver Anexo 9)

CAPÍTULO 5: INDICADORES DE LOGRO

En el presente capítulo, se analizará los resultados obtenidos durante los primeros meses de aplicación VDC dentro del proyecto Aloft y se comparará frente a los resultados que se obtuvieron en otros proyectos de la misma división de Edificaciones a fin de obtener indicadores que nos puedan apoyar al sustento de la hipótesis de la tesina.

Solicitudes de Información (SI)

El objetivo de la presente tesina es disminuir la cantidad de SI durante la etapa de ejecución. En este caso, al realizarse todas las consultas y absoluciones de incompatibilidades durante las sesiones ICE de planeamiento con el uso del modelo y se liberan todas las restricciones antes de la ejecución del hito del proyecto.

Para el avance de esta obra, el planeamiento se realiza con hitos de entrega por niveles de construcción por lo que el planeamiento aplicando metodología VDC se realiza con semanas de anticipación al piso de construcción y, realizando el control de SI enviados durante la etapa de ejecución se evidencia la disminución de estas de manera significativa. A continuación, se muestra la cantidad de SI elaboradas durante la etapa de planeamiento y ejecución:

Figura 24. Cantidad de SI enviadas durante la etapa de Planificación y Ejecución - Cisterna (Proyecto Aloft, 2017)

Tal y como se muestra en la figura 24, la disminución de la cantidad de SI enviadas durante la etapa de Ejecución resultan ser mínimas y, de igual manera, se puede evidenciar que los demás hitos construidos hasta la fecha presentan la misma disminución de SI. (Ver Anexo 10).

A continuación, se muestra un comparativo de las SI enviadas durante la etapa de planificación y las de ejecución a fin de determinar la cantidad detectadas en cada una de las etapas:

Figura 25. Cantidad de SI en etapa de planeamiento y ejecución del Proyecto Aloft durante los primeros meses de ejecución (Fuente Propia, 2017)

Tal y como se muestra en la figura 25, los SI enviados durante etapa de ejecución han disminuido visiblemente; sin embargo, es importante recalcar que todos los SI enviados en planificación pudieron haber sido detectados recién en la ejecución si no se implementaba la metodología VDC por lo que haciendo un análisis se estima que la aplicación de esta metodología reduce los SI en un 32% en la etapa de ejecución y al realizar un proyectado del número de SI hasta finalizar el proyecto versus la data histórica de los otros proyectos de edificaciones que se realizan con el proceso tradicional se obtiene la siguiente gráfica:

Figura 26. Comparativo de SI a finalizar el proyecto frente a otros proyectos de edificaciones.

De esta manera, se puede proyectar que la disminución de SI al finalizar el proyecto representará un aproximado del 61% en comparación a otros proyectos.

Adicionalmente, se tiene data del primer mes de proyecto donde realizaron las compatibilizaciones de la forma tradicional y al medir los períodos de respuesta que se obtuvieron antes de la implementación del VDC y después de la implementación del VDC, podemos observar que la mayoría de solicitudes de información son resueltas antes de los 15 días; en cambio, las solicitudes de información identificadas antes de la implementación del VDC fueron resueltas pasados los 15 días.

A continuación, se muestra el promedio de periodo de respuesta obtenida durante la etapa de planificación antes y después de la implementación del VDC:

Figura 27. Gráfico de tiempo promedio de respuesta antes y después de la implementación VDC. (Fuente propia, 2017)

Del gráfico anterior, se denota que el tiempo de resolución de solicitudes de información ha disminuido en un 53% y al ser resultados dentro del proceso de planificación, brinda un mayor tiempo de organización para que el equipo de construcción pueda gestionar sus recursos con mayor antelación.

Es notable que al tener un modelo 3D y poder compatibilizar de forma colaborativa con los involucrados del proyecto, facilita y acelera los tiempos de respuesta ante las incompatibilidades o interferencias halladas. Además, se puede decir que todas las solicitudes de información fueron detectadas durante la planificación y resueltas en su mayoría 2 semanas después de detectadas, teniendo en consideración que esta compatibilización se realizaba por nivel y 6 semanas antes de la ejecución, se puede decir que se disminuyó la probabilidad de tener una para en la producción a causa de una espera por respuesta de solicitudes de información.

No conformidades

Si es bien cierto, las No Conformidades no representan un ahorro dentro del presupuesto del proyecto ya que son gastos de No Calidad, la implementación del VDC nos ayuda a detectar las posibles interferencias, fallas a producirse por falta de información, incompatibilidades no detectadas a tiempo lo cual ocasiona la minimización de No conformidades (Ver Anexo 11). Y, al ser comparadas con el histórico de otros proyectos se obtiene el siguiente gráfico:

Figura 28. Comparativo de NC proyectado en comparación a otros proyectos de edificaciones. (Fuente propia, 2017)

De acuerdo a la figura 28, se puede evidenciar que las No conformidades disminuirán en un promedio de 70% lo cual demuestra que la metodología VDC mejora los índices de No Conformidades dentro del proyecto.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que, usualmente, una No Conformidad está sujeta a un tiempo de re trabajo y por ende a un gasto por Horas Extra de la mano de obra para levantar estas observaciones. A fin de medir en cuanto se disminuye este número se comparará con el previsto de HH obtenida del análisis del histórico de No Conformidades de otros proyectos de la misma División y su costo asociado en Nuevos Soles que se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 4

Cantidad de No Conformidades y costos asociados de la división de Edificaciones de GYM.

PROYECTO	NC	HH	COSTO (S/.)	INCIDENCIA (%)
PARQUES DE COMAS	494	266.26	6,117.99	0.09%
RIVERA NAVARRETE	737	1806.36	41,505.64	0.12%
HOTEL TALBOT	397	3920.15	90,075.25	0.13%

Nota. El % de incidencia está comparado en base al presupuesto del proyecto. (Fuente propia, 2017)

De acuerdo a la tabla anterior, en los proyectos de Edificaciones se estimó un porcentaje mayor al 9% en lo que representa HH de retrabajos. Al realizar un estimado del número de meses de cada proyecto frente a su número de no conformidades se asume que para los 18 meses previstos se obtendrá un total de 434 No Conformidades con 2906.05 HH de retrabajos y S/. 66,773.76. Teniendo en cuenta que los primeros 6 meses se han obtenido 54 No conformidades en la ejecución, se estima que para los 12 siguientes meses se obtendrá 108 observaciones las cuales asociadas a su número de HH nos da un total de 162 No Conformidades con 1084.5 HH de retrabajos y un costo asociado de S/. 24,919.00. Tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5.

Tabla de No conformidades y asociados con respecto al previsto, real y proyectado del Proyecto Aloft.

PROYECTO	Nº MESES	NC	HH	COSTO (S/.)
PREVISTO	18	434	2906.05	66,773.76
REAL	6	54	361.5	8,306.37
PROYECTADO	12	108	723	16,612.73
TOTAL (real + proy.)	18	162	1084.5	24,919.10

Nota. Se asume una relación directa entre número de meses y cantidad de No Conformidades en el proyecto. (Fuente propia, 2017)

De la tabla anterior, se deduce que se reduce el monto de las No Conformidades de S/. 66,773.76 a S/. 24,919.10 lo cual representa una disminución de 63% en el gasto que representan las No conformidades para el proyecto y resulta directamente de la aplicación de la metodología VDC.

Resultados adicionales

Adicionalmente a la disminución de Solicitudes de Información y No Conformidades, se realizó la medición de la mejora de los tiempos de ejecución de las diferentes actividades dentro del proyecto, los cuales han mejorado significativamente debido a que todos los involucrados tienen definido sus procesos, recursos, equipos y materiales con anticipación y manteniendo una clara visión de los que se busca lograr. Por tal motivo, la obra refleja un mes de producción adelantado lo cual nos lleva a buscar medir que tanto se logrará ahorrar en otras áreas del proyecto que si significarían un ahorro en el presupuesto inicial. A continuación, se presenta el histograma del comportamiento de la cantidad de Personal de Staff de acuerdo al adelante que presenta la obra:

Figura 29. Cantidad de personal de Staff durante Proyecto Aloft (Fuente propia, 2017)

En la figura 29, se puede visualizar que efectivamente al final de proyecto se logra generar una reducción considerable del personal de Staff, lo cual conlleva a minimizar los gastos generales del proyecto y esto impacta diferente dentro de lo presupuestado en proyecto. A continuación, se muestra la curva proyectada de disminución de gastos generales producto de la implementación VDC:

Figura 30. Gastos generales proyectados al finalizar el Proyecto Aloft (Fuente Propia, 2017)

De la misma manera, los ratios de producción se ven mejorados al tener todos los procesos mapeados y las dudas absueltas. Por lo que, al realizar el análisis de como mejorarán los procesos a partir de la data de ejecución de los 06 primeros meses del proyecto se obtiene un ratio de 0.0364 hh/kg para Acero, 1.32 hh/m² para encofrado y, finalmente, la mejora de la eficiencia de la mano de obra del proyecto (Ver Anexo 12). Todo este ahorro por tiempos reflejados en moneda nacional nos resulta una reducción de S/. 86,491.91.

Finalmente, al realizar un análisis del gasto de implementación frente a los ahorros obtenidos adicionalmente a la reducción de las Solicitudes de Información y No Conformidades se puede determinar lo siguiente:

Tabla 6.

Balance de inversión y ahorro en el proyecto Aloft producto de la implementación de la metodología VDC.

Descripción	S/.	USD
VDC	- 269,025.00	-82,776.92
GG	212,496.00	65,383.38
IP MO	86,491.91	26,612.89
BENEFICIO	29,962.91	9,219.35
% INCIDENCIA	0.06%	

Nota. La incidencia se encuentra con respecto al presupuesto total del proyecto mencionado en la información del mismo. (Fuente propia, 2017).

CONCLUSIONES

Debido a que se ha logrado reducir la variabilidad del proyecto, en consecuencia, de la identificación anticipada de las solicitudes de información, en la etapa de planificación, se ha logrado reducir el tiempo de ejecución, logrando a la fecha un adelanto de 1 mes, lo cual se refleja en una disminución de gastos generales, por pagos a personal staff, logrando un ahorro de 212,496.00 nuevos soles, equivalente al 0.15% del costo total del proyecto.

Se logró reducir mucho trabajo operativo, de parte de oficina técnica, debido a que los metrados, herramientas de control, toma de datos de campo y requerimientos de materiales se obtuvieron del modelo, por ello también se proyecta que se necesitará menos personal staff una vez culminado el caso del edificio.

Se logró reducir el riesgo de la construcción, ya que se cumplieron con los hitos contractuales del proyecto, esto debido al adelanto de 1 mes que se obtuvo.

Al detectar el mayor número de solicitudes de información, durante la etapa de planificación, se logró reducir los cambios constructivos durante la etapa de ejecución, evitando no conformidades, que pudieron representar re trabajos en demoliciones y por ende sobre costos.

Al realizar la construcción digital con el equipo constructor, se reduce la probabilidad de obtener mayores no conformidades, logrando un ahorro de 41,854.66 nuevos soles, equivalente al 0.07% del costo total del proyecto.

Al realizar la construcción digital, se lograron generar estrategias constructivas y soluciones de ingeniería de manera integrada y colaborativa.

Al integrar al equipo de construcción en las sesiones ICE, se aseguró que la construcción sea como se diseñó, que lo planteado sea construible y que las especialidades coordinen su interacción desde la planificación.

Al integrar a las subcontratistas en las sesiones ICE, se aseguró que lo planeado se lleve a cabo durante la construcción.

Al integrar a los equipos del proyecto: cliente, contratista principal, proveedores y subcontratas, se logró eliminar el trabajo interdependiente entre todos, es por ello que los tiempos de respuesta a las solicitudes de información fueron en su mayoría menores a 15 días.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EYZAGUIRRE, Raúl Ralph. (2015) Potenciando la capacidad de análisis y comunicación de los proyectos de construcción, mediante herramientas virtuales BIM 4D durante la etapa de planificación. Tesis para optar por el título de Ingeniero Civil. Lima – Perú.
- FISHER, M, & ASHCRAFT, & REED R. D. & KHANZODE A. (2017) Integrating Project Delivery. Jhon Wiley & Sons. New Jersey
- LAMBARRI, Juan Manuel (s.f.) Lean Construction en Proyectos Peruanos
- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (2013). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía PMBOK). Pennsylvania: Project Management Institute.
- SARAVIA, Rocío (s.f.) Gestión Lean de proyectos de Ingeniería.
- TABOADA, José y ALCÁNTARA, Paul (2015) Toma de decisiones y revisión de diseño a partir de la construcción digital y la aplicación de la metodología VDC. Lima – Perú.
- UNIVERSIDAD ESAN (2016) Virtual Design and Construction (VDC): una nueva era en la construcción. Lima, Perú. Recuperado de <https://www.esan.edu.pe/conexion/actualidad/2016/10/14/virtual-design-construction-vdc-nueva-era-construccion/>
- WOMACK, Jim y JONES, Dan (2003) Lean Thinking

ANEXOS

Anexo 1: Ubicación Proyecto Aloft

Figura 31. Imagen extraída de Google Maps. (Google Maps, 2017)

Anexo 2: Ciclo de vida Proyecto Aloft

Figura 32. Ciclo de vida del proyecto. (Fuente propia, 2017)

Anexo 3: Estructura Organizacional de Compatibilización del Proyecto Aloft

Figura 33. Estructura organizacional del Proyecto Aloft con compatibilización 2D. (Proyecto Aloft, 2017)

Anexo 4: Registro de SI del tiempo de ejecución del Proyecto Aloft

Item	N° SURFI	FECHA DE EMISIÓN DE GY	CONTENIDO	ESTATUS DE RESPUESTA	RESPUESTA	FECHA DE RESPUESTA	PLANO AFECTADO Y/O OBSERVACIONES	FECHA REQUERIDA POR GYM	DISCIPLINA	NIVEL	Tiempo de respuesta
1	001-GYM	10-feb-17	En el plano de Arquitectura del sótano 1 (plano A-08), la rampa de acceso al estacionamiento del Strip Mall se encuentra entre los ejes K y L, paralela a las mismas. Por otro lado, en los planos de Estructuras (E-502), la rampa tiene un recorrido distinto. Se solicita: 1.- Indicar cuál es el recorrido de rampa que prevalece para el proyecto. 2.- En caso que el recorrido indicado en los planos de Arquitectura sea el que prevalece, se solicita el diseño y detalles de Estructuras de dicha rampa.	RESPONDIDO	Se adjunta el plano con las la nueva disposición de la rampa, así como los detalles de la cimentación del Strip Mall	25-feb-17	Plano de arquitectura A-08 Plano de estructuras E-502	17-feb	Estructuras	sótano 2	15
2	002-GYM	21-feb-17	Se requiere validar los límites de propiedad del proyecto, en base a ello se solicita enviar los planos inscritos en Registros Públicos.	RESPONDIDO	se adjunta Partida Registral N° 11753654	22-mar-17	0002.16.05.16 plano Catastral MDM	21-feb	Arquitectura	Sótanos y Pisos	29
3	003-GYM	22-feb-17	En el plano de Estructuras E-111 se verifica un detalle de ensanche de muro para anclaje general para todos los paños. Se solicita: 1.- Eliminar dicho ensanche de muro para anclaje 2.- Consideraciones para la eliminación de dicho ensanche	RESPONDIDO	El ensanche presentado se puede eliminar siempre y cuando, las fuerzas de tensado no sobrepasen los 85t y 90t de carga. Adicionalmente, las placas de anclaje deberán ser de 35cmx35cm y 40cmx40cm respectivamente. Esto quiere decir que cargas menores a 85t se deberá considerar placas de 35cmx35cm; mientras que para cargas mayores a 85t y hasta 90t de deberá considerar placas de 40cmx40cm. se adjunta una descripción así como las memorias de cálculo donde se comprueba la eliminación del ensanche presentado en el plano. Cabe señalar que, cuando el muro tenga un espesor menor a 35cm se tendrá que realizar un ensanche de 5cm para que se cumpla con la acción de fuerzas de	12-mar-17	1847-200-PL-E-111-Rev00	01-mar	Estructuras	Sótanos	18
4	004-GYM	23-feb-17	Según requerimiento solicitado por Urbasnova, con la implementación de un conjunto de puestos de comida en el piso 2 del Strip Mall, se solicita el diseño de: 1.- Trampa de grasa 2.- Pozo sumidero 3.- Bombas de impulsión	RESPONDIDO	El diseño indicado no forma parte del alcance de diseño contratado para la remodelación del strip. Se enviará una orden de cambio por el diseño solicitado, para la revisión y aprobación de quien corresponda.	25-mar-17	1847-200-PL-IS-012_D_SOTANO 1_Dic	25-mar	II.SS	Techo Nivel +1.30	30

4	004-GYM	23-feb-17	Según requerimiento solicitado por Urbanova, con la implementación de un conjunto de puestos de comida en el piso 2 del Streep Mall, se solicita el diseño de: 1.- Trampa de grasa 2.- Pozo sumidero 3.- Bombas de impulsión	RESPONDIDO	El diseño indicado no forma parte del alcance de diseño contratado para la remodelación del strip. Se enviará una orden de cambio por el diseño solicitado, para la revisión y aprobación de quien corresponda.	25-mar-17	1847-200-PL-IS-012_D_SOTANO_L_Dic	25-mar	II.SS	Techo Nivel +1.30	30
5	005-GYM	23-feb-17	Existe incongruencia en la medida entre el eje E y el eje F, en arquitectura indica una medida de 7.43m y en estructura una medida de 7.408m. Se consideró las medidas de Arquitectura.	RESPONDIDO	La distancia entre eje E y el eje F es de 7.408m como se indica en el plano de estructura. Los planos de Arquitectura fueron modificados con el levantamiento de observaciones municipales del Expediente de Modificación de Proyecto. Por lo tanto la medida entre dichos ejes, es de 7.408m.	30-mar-17	1847-200-PL-E-100-Rev00; HOTEL ALOFT REDUCTO - A08_SOTANO	01-mar	Arquitectura	Sótanos y Pisos	35
6	006-GYM	23-feb-17	Existe incongruencia en la asignación de ejes. En arquitectura se observa desde el eje 1 hasta el eje 7, en el plano de muros pantalla solo se observa desde el eje 1 hasta el eje 5. Se consideró los planos de arquitectura para la asignación de ejes.	RESPONDIDO	Geofundaciones debe respetar los ejes indicados en los planos de Arquitectura. Adicionalmente, se indica que el eje 7 debe estar paralelo al límite de propiedad	22-mar-17	HOTEL ALOFT REDUCTO - A08_SOTANO; plano de geofundación: A-1	01-mar	Arquitectura	Sótano 1	27
7	007-GYM	23-feb-17	Existe incongruencia en la medida entre el eje 1 y el eje 1A, en arquitectura indica una medida de 4.85m y en estructura una medida de 4.83m. Se consideró las medidas de Arquitectura.	RESPONDIDO	La distancia entre el eje 1 y el eje 1A es de 4.83m como se indica en los planos de Estructura. Los planos de Arquitectura fueron modificados con el levantamiento de observaciones municipales del Expediente de Modificación de Proyecto. Por lo tanto la medida entre dichos ejes, es de 4.83m	20-mar-17	1847-200-PL-E-100-Rev00; HOTEL ALOFT REDUCTO - A08_SOTANO	01-mar	Arquitectura	Sótano 1	25

8	008-GYM	23-feb-17	Existe incompatibilidad en la asignación de ejes. En arquitectura se observa el eje 1 hasta el eje 7, en el plano de geofundaciones solo se observa el eje 1 hasta el eje 5. 'Para el diseño del modelo se consideró los planos de arquitectura para la asignación de ejes.	RESPONDIDO	Geofundaciones debe respetar los ejes indicados en los planos de Arquitectura. Adicionalmente, se indica que el eje 7 debe estar paralelo al límite de propiedad	24-mar-17	HOTEL ALOFT REDUCTO - A08_SOTANO; plano de geofundación: A-1	01-mar	Arquitectura	Sótano 1	29
9	003-GYM	23-feb-17	El detalle de empalme en columna y muro indica hacer el empalme en centro de la altura libre de la estructura. El plano E-111 muestra detalle de refuerzo para muros pantalla, pero no tenemos un detalle de columnas en zona de muros pantalla. Propuesta: Se propone grifar las barras verticales para facilitar la instalación, así como la zona de empalme y un cuadro de longitud de empalme "clase B"	RESPONDIDO	Se aprueba la propuestas. Tener presente que se debe mantener la distribución de los estribos según los planos de diseño al momento de colocar la columna en el segundo anillo según el detalle propuesto. Con respecto al cuadro de longitudes de empalme considerar el cuadro adjunto.	15-mar-17	1847-200-PL-E-121-Rev00	01-mar	Estructuras	Sótanos	20
Item	N° SURF	DE EMISIÓN DE GYM	CONTENIDO	ESTADO DE RESPUESTA	RESPUESTA	FECHA DE RESPUESTA	PLANO AFECTADO Y/O OBSERVACIONES	FECHA REQUERIDA POR GYM	DISCIPLINA	NIVEL	Tiempo de respuesta
10	010-GYM	23-feb-17	En los planos de elevación y cortes de geofundación se observa el nivel N.R. = 0.00 hasta el NPT -13.3, y en los planos de estructura indica N.T.C = -0.05 hasta N.T.C = -13.35. 'Para el diseño del modelo se consideró los niveles de los planos de estructuras.	RESPONDIDO	Se confirma que los niveles a utilizar son los de Estructura	11-mar-17	1847-200-PL-E-110-Rev00; plano de geofundación: A-2 al A-7	01-mar	Estructuras	Sótanos	16

Figura 34. Extracto del Registro de SI Proyecto Aloft (Proyecto Aloft, 2017)

Anexo 5: Estructura Organizacional de Compatibilización del Proyecto Aloft con metodología VDC

Figura 35. Estructura organizacional del proyecto Aloft con implementación VDC. (Proyecto Aloft, 2017)

Anexo 6: Nivel de detalle de Modelación BIM para la implementación de la Metodología VDC en el proyecto Aloft

Figura 36. Modelamiento de MEP en LOD 300, nivel de detalle en la especialidad de eléctricas, sanitarias y mecánicas (Proyecto Aloft, 2017).

Figura 37. Modelamiento de arquitectura en LOD 300, nivel de detalle en la especialidad de Arquitectura. (Proyecto Aloft, 2017)

Figura 38. Modelamiento de estructuras en LOD 400, nivel de detalle en la especialidad de Estructuras. (Proyecto Aloft, 2017)

Anexo 7: Ejemplo de plano de detalle de Acero – Modelado LOD 400

Figura 39. Plano de detalle Acero - Cimentación Hotel (Proyecto Aloft, 2017)

Anexo 8: Ejemplo de plano de Modelado MEP en BIM – Modelado LOD 300

Figura 40. Plano de Modelado MEP LOD 300. (Proyecto Aloft, 2017)

Anexo 9: Visualización de la aplicación de VDC en campo

Figura 41. Comparativo de Instalaciones Sanitarias en Sótano vs modelo BIM aplicando metodología VDC (Proyecto Aloft)

Figura 42. Comparativo de Instalaciones sanitarias empotrada en techo vs modelo BIM aplicando metodología VDC (Proyecto Aloft, 2017)

Figura 43. Comparativo Instalaciones Sanitarias en techo y muros vs modelo BIM aplicando Metodología VDC. (Proyecto Aloft, 2017)

**Anexo 10: Cantidad de SI en la etapa de planeamiento y ejecución del proyecto
Aloft.**

Figura 44. Cantidad de SI identificadas durante la ejecución y planificación del Sótano 1.

Figura 45. Cantidad de SI identificadas durante la ejecución y planificación del Piso 1.(Fuente propia, 2017)

Anexo 11: Registro de NC durante ejecución Proyecto Aloft

REPORTE DE OBSERVACIÓN	Nombre del Proyecto	ID	Fecha Registro Desviación	Descripción de desviación	Piso	Originador	Entidad Originadora	Disciplina	Ejecutor Daño	Tipo de Desviación
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	131	15.09.2017	EL MATERIAL DE ACEROS AREQUIPA INCLUYE REFUERZOS	S01T	Carla Medina	GyM	Civil	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	128	14.09.2017	SEGREGACIÓN EN VIGUETA S/TANO 3	S03T	Carla Medina	GyM	Civil	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	126	08.09.2017	CANGREJERA EN VIGUETA	S04T	Juan Bazán Bar	GyM	Civil	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	125	08.09.2017	APARICIÓN DE SEGREGACIÓN EN S/TANO 4 TECHO	S04T	Juan Bazán Bar	GyM	Civil	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	121	07.09.2017	SEGREGACIÓN PARTE INF PLACA 6X DE_	S02	Carla Medina	GyM	Civil	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	120	07.09.2017	ACERO EXPUESTO	S02	Carla Medina	GyM	Civil	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	118	05.09.2017	LOS PLANOS PARA CONSTRUCCIÓN NO TENÍAN LA VERSI	S02T	Carla Medina	GyM	Civil	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	117	04.09.2017	LA COLUMNA DEL S/TANO 2 ENTRE LOS EJES 2/E APARIC	S02	Carla Medina	GyM	Civil	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	111	28.08.2017	SEGREGACION EN LA PARTE SUPERIOR DE COL C-5	S03	Carla Medina	GyM	Civil	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	108	23.08.2017	OB0048 No se ha tenido el cuido adecuado con la arm	S05 (CISTERNA)	Supervision	SUPERVISION	Civil	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	107	26.08.2017	MEJORAR ACABADO DEL TECHO, TARRAJEO	Mezzanine	Supervision	SUPERVISION	Arquitectura	GyM	PL (observaciones entrega)
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	105	26.08.2017	TARUGOS DE ACERO QUE SOBRESALEN DE LA LOSA CERCA	Mezzanine	Supervision	GyM	Civil	GyM	PL (observaciones entrega)
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	104	26.08.2017	CIERRE METÁLICO EN DUCTO CON EXTRACTOR DE AIRE	Mezzanine	Supervision	SUPERVISION	Civil	GyM	PL (observaciones entrega)
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	103	26.08.2017	LIMPIEZA DE SALPICADURAS Y REBABAS EN ALGUNOS SEC	General	Supervision	SUPERVISION	Civil	GyM	PL (observaciones entrega)
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	101	26.08.2017	PUERTA METÁLICA DE ACCESO A CUARTO DE MÁQUINAS F	S01	Supervision	GyM	Arquitectura	GyM	PL (observaciones entrega)
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	100	26.08.2017	DESENCOFRADO PENDIENTE	S01	Supervision	SUPERVISION	Civil	GyM	PL (observaciones entrega)
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	99	26.08.2017	TAPAS METÁLICAS PENDIENTES	S01	Supervision	SUPERVISION	Instalaciones	GyM	PL (observaciones entrega)
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	98	24.08.2017	OB0051 Se ha detectado cangrejera en el techo del cui	S04T	Juan Bazán Bar	GyM -> SUP	Civil	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	97	24.08.2017	OB0052 Se ha detectado una cangrejera la viga VS-16 e	S03T	Juan Bazán Bar	GyM -> SUP	Civil	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	96	24.08.2017	SE ARMÁ LOSA CON 25 CMS SIENDO EL ESPESOR DE 12.5	S04	Carla Medina	GyM	Civil	GyM	ROB

REPORTE DE OBS	Nombre del Proy	ID	Fecha Registro	Descripción de desviación	Piso	Originador	Entidad Origen	Disciplina	Ejecuto	Tipo de Desviación
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	75	02.08.2017	OB0044 De la inspección se tiene:1. Se viene observa	S05T	Supervision	SUPERVISION	Civil	Sub Contrat	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	74	02.08.2017	EN LA CAMARA DE BOMBEO DE STRIP MALL SE HA PROCE	S01	Juan Bazán Bar	GyM	Instalaciones	Sub Contrat	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	73	31.07.2017	OB0043 Se observa que las bridas rompe agua, están	No Aplica	Supervision	SUPERVISION	Instalaciones	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	69	27.07.2017	POR FALTA DE DEFINICIÓN EN TECHO DE CUARTO DE BO	S05T	Carla Medina	GyM	Civil	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	67	21.07.2017	OB0041 Presencia de segregación y superior de la col	P02	Supervision	SUPERVISION	Civil	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	66	24.07.2017	PRESENCIA SEGREGACIÓN EN ELEMENTO DE CISTERNA	S05 (CISTERNA)	Carla Medina	GyM	Civil	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	65	21.07.2017	OB0040 No se ha tenido el cuido adecuado con la arm	S04	ANSA	GyM -> SUP	Civil	Sub Contrat	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	64	20.07.2017	OB0039 Presencia de segregación y cangrejera en el n	S05 (CISTERNA)	Supervision	SUPERVISION	Civil	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	62	18.07.2017	OB0038 Presencia de segregación y cangrejera la part	P02	Supervision	SUPERVISION	Civil	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	61	18.07.2017	OB0037 Presencia de segregación y cangrejera la part	P02	Supervision	SUPERVISION	Civil	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	60	18.07.2017	OB0036 Presencia de segregación y cangrejera en la p	P02	Supervision	SUPERVISION	Civil	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	59	18.07.2017	OB0035 Presencia de segregación y cangrejera en la p	P02	Supervision	SUPERVISION	Civil	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	58	18.07.2017	OB0034 Presencia de segregación y cangrejera en la p	P02	Supervision	SUPERVISION	Civil	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	57	18.07.2017	OB0033 Presencia de segregación y cangrejera la part	P02	Supervision	SUPERVISION	Civil	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	47	08.07.2017	OB0029 No se ha respetado la secuencia normal de in	S04	Karina Zamora	GyM -> SUP	Civil	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	46	08.07.2017	OB0028 Habiendo transcurrido un día-a aproximadame	P01	Supervision	SUPERVISION	Civil	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	42	30.06.2017	PRESENCIA DE SEGREGACIÓN	S04	Juan Bazán Bar	GyM	Civil	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	35	15.06.2017	PNC0004 Se ha observado que la ejecución del muro e	P01	Supervision	SUPERVISION	Civil	GyM	PNC
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	30	06.06.2017	OB0022 Acero en contacto con superficies húmedas	No Aplica	Supervision	SUPERVISION	Civil	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	25	30.05.2017	PERDIDA DE CONCRETO	S03	Carla Medina	GyM	Civil	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	24	29.05.2017	OB0018 ACERO TORCIDO	S01T	Supervision	SUPERVISION	Civil	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	23	29.05.2017	OB0017 STRIP MALL - ACERO TORCIDO	S01T	Supervision	SUPERVISION	Civil	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	22	29.05.2017	OB0016 ACERO TORCIDO - STRIP MALL	S01T	Supervision	SUPERVISION	Civil	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	14	22.05.2017	SE DETECTO DESALINEAMIENTO DURANTE EL ENCONFRAC	S02	Juan Bazán Bar	GyM	Civil	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	10	12.05.2017	LAS BOLSAS DE CEMENTO SE ENCUENTRAN MOJADAS	No Aplica	Juan Bazán Bar	GyM	Civil	GyM	ROB
GyM.SGC.PS.009-F3	1847- HOTEL ALOFT	9	06.05.2017	SE DAÑÓ LOS CABLES DE TENSADO AL MOMENTO DE EX	S01	Juan Bazán Bar	GyM	Civil	GyM	ROB

Figura 46. Registro de No conformidades del Proyecto Aloft (Fuente propia, 2017)

Anexo 12: Ratios de producción y eficiencia del Proyecto Aloft – Curvas proyectadas

Figura 47. Ratio de producción de Acero (Fuente propia, 2017)

Figura 48. Ratios de producción de Encofrado (Fuente propia, 2017)

Figura 49. Eficiencia de HH proyectadas para el Proyecto Aloft (Fuente Propia, 2017)