



UNIVERSIDAD
**SAN IGNACIO
DE LOYOLA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

**CONTROL DE PRODUCCIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL
PROYECTO RESIDENCIAL SANTA LEONOR EN
INTERVENCIÓN POR INCUMPLIMIENTOS
CONTRACTUALES**

**Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título
Profesional de Ingeniero Civil**

LEANDRO JAIR FLORES MEZZA
(0000-0002-1346-8564)

Asesor:
Lic. Guillermo Martín Zevallos Rospigliosi
(0000-0002-7621-0109)

Lima - Perú
2022

JURADO DE LA SUSTENTACION ORAL

.....
Presidente

.....
Jurado 1

.....
Jurado 2

Entregado el: 17 de marzo del 2022

Aprobado por:

.....
Graduando:
FLORES MEZZA, LEANDRO JAIR

.....
Asesor de Tesis:
GUILLERMO ZEVALLOS

UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA
FACULTAD DE INGENIERIA

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo, Leandro Flores Mezza, identificado con D.N.I. N° 46880358, Bachiller del programa académico de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Ignacio de Loyola, presento mi Trabajo de Suficiencia Profesional titulado: **CONTROL DE PRODUCCION Y PLANIFICACION DEL PROYECTO RESIDENCIAL SANTA LEONOR EN INTERVENCION POR INCUMPLIMIENTOS CONTRACTUALES.**

Declaro en honor a la verdad, que el Trabajo de Suficiencia Profesional es de mi autoría; que los datos, los resultados y su análisis e interpretación, constituyen mi aporte. Todas las referencias han sido debidamente consultadas y reconocidas en la investigación.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad u ocultamiento de la información aportada. Por todas las afirmaciones, ratifico lo expresado, a través de mi firma correspondiente.

Lima, 17 de marzo del 2022

.....
Leandro Jair Flores Mezza
D.N.I. N° 46880358

AGRADECIMIENTO

Agradecer en primer lugar a Dios, que me ha permitido llegar a este punto de mi vida profesional con su gracia y bendición.

Agradecer a mis padres, Willian Flores y Jacqueline Mezza, este legro es por y para ustedes, por todo el apoyo brindado a lo largo de mi vida tanto profesional como personal.

Agradecer a mi hija Antonella, por ser el motor, motivo y esperanza para seguir adelante ante cualquier adversidad.

Agradecer a la USIL, por la formación y oportunidades brindadas.

Agradecer a mis profesores, por el conocimiento y experiencia brindados a lo largo de la vida universitaria.

INDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCION	10
2	GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	12
	2.1 DATOS GENERALES	12
	2.2 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA	12
	2.3 UBICACIÓN DE LA EMPRESA.....	12
	2.4 GIRO DE LA EMPRESA	13
	2.5 TAMAÑO DE LA EMPRESA	13
	2.6 BREVE RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA	13
	2.7 ORGANIGRAMA FUNCIONAL DE LA EMPRESA.....	14
	2.8 MISIÓN, VISIÓN Y POLÍTICA	15
	2.8.1 MISIÓN.....	15
	2.8.2 VISIÓN.....	15
	2.9 PRODUCTOS Y CLIENTES	15
	2.9.1 PRODUCTOS Y SERVICIOS.....	15
	2.9.2 CLIENTES.....	17
	2.10 PREMIOS Y CERTIFICACIONES	17
	2.11 RELACIÓN DE LA EMPRESA CON LA SOCIEDAD	17
3	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
	3.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN LA QUE PARTICIPÓ.....	18
	3.2 ANTECEDENTE Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	18
	3.2.1 ANTECEDENTES	18
	3.3 OBJETIVOS DEL INFORME.....	19
	3.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	19
	3.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
	3.4 JUSTIFICACIÓN	20
	3.5 ALCANCES Y LIMITACIONES	20
	3.5.1 ALCANCES	20
	3.5.2 LIMITACIONES.....	21
4	MARCO TEORICO	21
	4.1 RESEÑA HISTÓRICA.....	21
	4.2 PRINCIPALES CONCEPTOS Y TÉCNICAS	24
	4.2.1 JUST IN TIME (JIT).....	24
	4.2.2 TOTAL QUALITY CONTROL (TQC)	25
	4.3 LEAN PRODUCTION	26
	4.3.1 CADENA DE VALOR Y REDUCCIÓN DE PERDIDAS EN LA PRODUCCIÓN	27
	4.3.2 PRINCIPIOS Y REGLAS DE LA PRODUCCIÓN LEAN	27
	4.4 LEAN CONSTRUCTION	29
	4.4.1 ENFOQUE TRADICIONAL.....	30

4.4.2	ENFOQUE LEAN	30
4.4.3	PROYECTO TRADICIONAL VS PROYECTO LEAN.....	32
4.5	LEAN PROJECT DELIVERY SYSTEM (LPDS).....	33
4.5.1	Fase De Definición Del Proyecto	34
4.5.2	Fase De Diseño Lean	35
4.5.3	Fase De Suministro Lean	36
4.5.4	Fase De Montaje O Ejecución Lean	37
4.5.5	Fase De Uso Y Mantenimiento.....	37
4.6	INTEGRATED PROJECT DELIVERY (IPD).....	38
4.7	LAST PLANNER SYSTEM (LPS)	41
4.7.1	INTRODUCCIÓN LPS.....	41
4.7.2	DEFINICIÓN	41
4.7.3	SE DEBE, SE PUEDE, SE HARÁ.....	42
4.7.4	PLANIFICACIÓN A LARGO PLAZO – GESTIONANDO EL “DEBE”	44
4.7.5	PLANIFICACIÓN INTERMEDIA – GESTIONANDO EL “SE PUEDE”	47
4.7.6	PLANIFICACIÓN A CORTO PLAZO – GESTIONANDO EL “SE HARÁ”	50
5	DESARROLLO DEL PROYECTO.....	52
5.1	INTRODUCCIÓN DEL PROYECTO.....	52
5.2	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	52
5.2.1	PROYECTO “RESIDENCIAL SANTA LEONOR”	52
5.3	ALCANCE DEL CONTRATO	55
5.4	PLAN DE TRABAJO	57
5.4.1	FRENTE 1, CISTERNA.....	57
5.4.2	SECTORIZACION.....	71
6	ANALISIS Y RESULTADOS.....	72
6.1	PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (PPC).....	72
6.2	CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO (CNC).....	106
7	CONCLUSIONES	108
8	RECOMENDACIONES.....	111
9	BIBLIOGRAFÍA	112

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Ubicación de la Empresa en Lima (Fuente: Google Maps)</i>	12
Figura 2. <i>Organigrama del Proyecto Santa Leonor (Fuente: propia)</i>	14
Figura 3. <i>Principales Desperdicios en la Construcción</i>	25
Figura 4. <i>Lean Project Delivery System (LPDS)</i>	33
Figura 5. <i>Actores o agentes sociales que integra el IPD</i>	38
Figura 6. <i>Proceso Tradicional de Diseño</i>	40
Figura 7. <i>Proceso Integrado de Diseño</i>	40
Figura 8. <i>Esquema del Debe – Se Hará – Se Puede</i>	43
Figura 9. <i>Plan Maestro Proyecto Santa Leonor (fuente: propia)</i>	45
Figura 10. <i>Look Ahead Plan del proyecto Santa Leonor (fuente: propia)</i>	48
Figura 11. <i>Análisis de Restricciones del Proyecto Santa Leonor (fuente: propia)</i>	49
Figura 12. <i>Mapa de Ubicación del Proyecto (Fuente: propia)</i>	53
Figura 13. <i>Layout de Etapa I – Proyecto Santa Leonor (fuente: propia)</i>	53
Figura 14. <i>Plano de Circulación de la Etapa I – Proyecto Santa Leonor</i>	55
Figura 15. <i>Pull Session Proyecto Santa Leonor (Fuente: propia)</i>	69
Figura 16. <i>Look Ahead Proyecto Santa Leonor (Fuente: propia)</i>	70
Figura 17. <i>Sectorización de cimientos Proyecto Santa Leonor</i>	71
Figura 18. <i>Sectorización de elementos Verticales y Horizontales Proyecto Santa</i>	72
Figura 19. <i>Eliminación de desmonte y limpieza de terreno existente, Proyecto Santa</i>	74
Figura 20. <i>Despacho de acero para platea de cimentación y muros de cisterna.</i>	75
Figura 21. <i>Banco de Acero Proyecto Santa Leonor</i>	76
Figura 22. <i>Perfilado Manual de cimientos corridos en Cisternas, Proyecto Santa</i>	77
Figura 23. <i>Ensayo de Compactación del terreno en platea de cisterna.</i>	78
Figura 24. <i>Problemas crediticios del cliente con sus proveedores</i>	81

Figura 25. <i>Huelga de comerciantes bloquean el ingreso al Proyecto Santa Leonor</i>	82
Figura 26. <i>Colocación de Acero en platea de cimentación y muros de cisterna</i>	83
Figura 27. <i>Llegada de material de encofrado para muros de cisternas</i>	85
Figura 28. <i>Fabricación e Inspección de Bridas rompe aguas para Cisternas</i>	87
Figura 29. <i>Colocación de concreto en Cimientos corridos y Platea de cimentación en Cisternas Sector 1</i>	89
Figura 30. <i>Colocación de concreto en Cimientos corridos y Platea de cimentación en Cisternas Sector 2</i>	90
Figura 31. <i>Colocación de concreto en muros de cisterna sector 1 y 2</i>	93
Figura 32. <i>Desencofrado de muros de cisterna sector 1,2 y 3</i>	95
Figura 33. <i>Encofrado de muros de cisterna sector 4</i>	96
Figura 34. <i>Encofrado de techo de cisterna 1/2/20</i>	96
Figura 35. <i>Colocación de concreto en techo de cisterna 5/2/20</i>	100
Figura 36. <i>Diagrama de PPC Acumulado</i>	106
Figura 39. <i>Causas de No cumplimiento – Proyecto Santa Leonor</i>	106
Figura 40. <i>Diagrama de Pareto de las CNC – Proyecto Santa Leonor</i>	107

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. <i>Planificación Tradicional vs Planificación Lean</i>	32
Tabla 2. <i>Presupuesto inicial de obra vs Presupuesto de saldo de obra</i>	56
Tabla 3. <i>WBS de los trabajos en cisterna – Proyecto Santa Leonor</i>	58
Tabla 4. <i>Presupuesto de Excavación de cisterna – Proyecto Santa Leonor</i>	61
Tabla 5. <i>Presupuesto de Estructura de Cisterna según contrato (fuente: propia)</i>	62
Tabla 6. <i>Cotización de subcontratista adjudicado para la partida de estructuras</i>	64
Tabla 7. <i>Presupuesto Arquitectura Cisterna (Fuente: propia)</i>	66
Tabla 8. <i>Presupuesto Real de trabajos de Arquitectura Cisterna (Fuente: propia)</i>	67
Tabla 9. <i>Conteo de Tareas Acumuladas Semanales</i>	73
Tabla 10. <i>Actividades programadas Semana 01, Proyecto Santa Leonor</i>	73
Tabla 11. <i>Actividades Ejecutadas Semana 01, Proyecto Santa Leonor</i>	74
Tabla 12. <i>Actividades Programadas Semana 02, Proyecto Santa Leonor</i>	76
Tabla 13. <i>Actividades Ejecutadas Semana 02, Proyecto Santa Leonor</i>	79
Tabla 14. <i>Actividades Programadas Semana 03, Proyecto Santa Leonor</i>	79
Tabla 15. <i>Actividades Ejecutadas Semana 03, Proyecto Santa Leonor</i>	84
Tabla 16. <i>Actividades Programadas Semana 04, Proyecto Santa Leonor</i>	86
Tabla 17. <i>Actividades Ejecutadas Semana 04, Proyecto Santa Leonor</i>	88
Tabla 18. <i>Actividades Programadas Semana 05, Proyecto Santa Leonor</i>	90
Tabla 19. <i>Actividades Ejecutadas Semana 05, Proyecto Santa Leonor</i>	91
Tabla 20. <i>Actividades Programadas Semana 06, Proyecto Santa Leonor</i>	93
Tabla 21. <i>Actividades Ejecutadas Semana 06, Proyecto Santa Leonor</i>	94
Tabla 22. <i>Actividades Programadas Semana 07, Proyecto Santa Leonor</i>	98
Tabla 23. <i>Actividades Ejecutadas Semana 07, Proyecto Santa Leonor</i>	99
Tabla 24. <i>Actividades Programadas Semana 08, Proyecto Santa Leonor</i>	100

Tabla 25. <i>Actividades Ejecutadas Semana 08, Proyecto Santa Leonor</i>	101
Tabla 26. <i>Actividades Programadas Semana 09, Proyecto Santa Leonor</i>	102
Tabla 27. <i>Actividades Ejecutadas Semana 09, Proyecto Santa Leonor</i>	103
Tabla 28. <i>Actividades Programadas Semana 10, Proyecto Santa Leonor</i>	104
Tabla 29. <i>Actividades Ejecutadas Semana 10, Proyecto Santa Leonor</i>	105

1 INTRODUCCION

A principios de la década de 1990, los sistemas de producción global comenzaron a experimentar un cambio, comenzando por la industria automotriz con una filosofía conocida como lean Manufacturing.

A partir de entonces, esta se fue adoptando gradualmente a otras industrias, incluyendo a la construcción, en el un nuevo modelo de producción se empezó a aplicar llamado Lean Construction.

En 2007 se ha mostrado mayor intensidad en la aplicación del modelo Lean Construction, principalmente en EEUU, donde se han realizado numerosos estudios y análisis que muestran como las empresas que han adoptado la nueva filosofía de producción han alcanzado altos niveles de desempeño, en términos de reducción de costos, mayor productividad, cumplimiento de plazos de entrega, mejor calidad, mayor seguridad, mejor gestión de riesgos y niveles más altos de satisfacción del cliente.

Lean Construction es una filosofía que tiene como objetivo mejorar la productividad y competitividad de las organizaciones a la hora de gestionar proyectos de construcción. Cuenta con estrategias para mejorar la cadena de valor mediante la eliminación de actividades que generan pérdida en el proyecto.

Actualmente, se espera que el Lean Construction se implemente en varias empresas en Perú, puesto que toda empresa debe pensar en la reducción de los desperdicios y la preservación de los recursos naturales. Para que esta filosofía se implemente de manera exitosa las empresas deben empezar por dejar de resistirse al cambio, interesarse por conocer los beneficios que esta aporta y tener en cuenta los recursos y los medios que se necesitan para aplicarla

El presente trabajo tiene como finalidad implementar, analizar y evaluar el sistema de control de producción y planificación del Proyecto Santa Leonor, el cual se encontraba paralizado por incumplimientos contractuales entre las partes.

El primer objetivo secundario del presente trabajo de suficiencia profesional fue describir el método de planificación Last Planner, a continuación.

El segundo objetivo secundario fue describir las herramientas del Last Planner adecuadas para llevar a cabo la gestión del proyecto en mención.

Como tercer objetivo secundario se tiene realizar un diagnóstico de la situación real del proyecto Residencial Santa Leonor.

El cuarto objetivo secundario fue la aplicación del método de planificación Last Planner.

El quinto y sexto objetivo secundario fue evaluar los resultados obtenidos de la aplicación del método de planificación Last Planner y analizar los resultados y las conclusiones para poder aplicar la metodología en proyectos similares.

2 GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 DATOS GENERALES

Gerencia RP SAC, es una de las tantas empresas fundadas y dirigidas por el Ingeniero Gustavo Rizo Patrón Tori. Esta es una empresa que empezó operaciones en el 2007 y tuvo a su cargo grande y diversos proyectos de construcción de edificaciones en el Perú.

2.2 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA

El nombre de la empresa es GERENCIA RP SAC registrada con número de RUC 20516965739. Siendo contribuyente de tipo Sociedad Anónima Cerrada (SUNAT, 2020).

2.3 UBICACIÓN DE LA EMPRESA

El domicilio fiscal de la empresa se encuentra ubicado en la Avenida Del Pinar Nro. 180 int. 304 - Urbanización Chacarilla del Estanque – Santiago de Surco – Lima – Lima (SUNAT, 2020).

Figura 1.

Ubicación de la Empresa en Lima (Fuente: Google Maps)



2.4 GIRO DE LA EMPRESA

Principal – CIIU 45207 – Construcción Edificios Completos

Secundaria 2 – CIIU 74996 – Otras actividades empresariales NCP.

2.5 TAMAÑO DE LA EMPRESA

Según el tipo de empresa, la empresa está ubicada como Mediana Empresa.

2.6 BREVE RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA

Gerencia RP es una empresa que se constituyó por la asociación de la sociedad Inmobiliaria Los Algarrobos SAC y los socios de Gerencia RP SAC, en diciembre de 2007.

La experiencia de los Algarrobos, constituida por socios peruanos y extranjeros, es vasta. Lo mismo que Gerencia RP SAC y su antecesora RvV, que cuenta con más de 300 mil m² construidos en los más de 40 proyectos realizados. De este modo, Gerencia RP queda respaldada por la sólida y comprobada trayectoria de sus socios y garantiza la excelencia en cada uno de sus proyectos inmobiliarios.

La gestión profesional de Gerencia RP es guiada por el cumplimiento de los requisitos legales de todo proyecto inmobiliario y el compromiso con las exigencias arquitectónicas de sus clientes. Así, el equipo profesional de Gerencia RP está altamente capacitado para responder a las inquietudes del público. La exclusividad es el sello de la empresa y gracias a ello se consigue sutiles particularidades, tanto en el diseño de la estructura como en la ambientación del inmueble. Por ello, los proyectos que Gerencia RP están desarrollando actualmente en el Perú se inscriben en esa lista exitosa de edificaciones modernas que cautivan las miradas. Los desafíos que se vienen generan expectativa. La misma expectativa que provoca la inauguración de cada uno de nuestros proyectos.

Somos la primera inmobiliaria Carbono neutral del Perú, apostando por un futuro sostenible. Estamos conformados por la unión de capitales nacionales y extranjeros, con socios que cuentan con más de 50 años de experiencia en el sector inmobiliario para ofrecerles los mejores proyectos de condominios, viviendas, oficinas y centros empresariales con una gran calidad garantizada. Nuestra prioridad son nuestros clientes, y nuestro objetivo, construir sus sueños.

(Reseña histórica de la empresa)

2.7 ORGANIGRAMA FUNCIONAL DE LA EMPRESA

Figura 2.

Organigrama del Proyecto Santa Leonor (Fuente: propia)



2.8 MISIÓN, VISIÓN Y POLÍTICA

2.8.1 MISIÓN

“Entregar productos de primer nivel, haciendo de nuestros clientes beneficiarios de la mejor oferta inmobiliaria nacional. Basarnos en una gestión profesional con estricto respeto por el cumplimiento de los plazos, la calidad diferenciada de nuestras edificaciones y un precio justo con un retorno de inversión adecuado. Asimismo, crear lazos de máxima confianza con los colaboradores internos y externos, y con cada uno de nuestros clientes”. (Gerencia RP, 2020)

2.8.2 VISIÓN

“Ser la primera opción de nuestros clientes, a través de la innovación y optimización de los espacios de vivienda y oficinas que ofrecemos.” (Gerencia RP, 2020)

2.9 PRODUCTOS Y CLIENTES

2.9.1 PRODUCTOS Y SERVICIOS

Los principales proyectos y clientes de Gerencia RP son los siguientes:

Jardines de San Francisco - Surquillo.

Un conjunto de viviendas diseñado para enriquecer la vida familiar. “jardines de San Francisco” es un condominio pensado para la seguridad y diversión de toda la familia. Con una inversión cercana a los 20 millones de soles, el proyecto cuenta con un área de más de 5000 m², distribuido en 6 edificios de 9 pisos cada uno y con un total de 280 departamentos.

El Diamante - Lima.

Moderno edificio multifamiliar diseñado para ofrecer confort, seguridad y entretenimiento. “El Diamante” está diseñado para satisfacer las necesidades de toda la familia. Consta de 154 departamentos que van desde 52 m² hasta 75 m² en una torre de 20 pisos.

Edificio Altos de Marsano.

Moderno edificio multifamiliar con 205 departamentos ubicado en la urbanización Aurora Este, cerca al distrito de Miraflores. Consta de dos torres de 20 y 15 pisos, los departamentos cuentan con metrajes que van desde los 85 m² hasta 127 m².

Edificio Jorge Chávez.

El proyecto cuenta con 95 departamentos en una torre de 11 pisos, cuyo metraje va desde 60 m² hasta 325m².

Edificio América – San Isidro.

Por la modernidad de sus instalaciones, el edificio América marcó un hito en la arquitectura de nuestra ciudad. El edificio cuenta con 15 pisos, fachada de vidrio y es utilizado para oficinas prime.

Las Puertas de Tingo María I.

Condominio ubicado en el Cercado de Lima, altura de las cuadras 13 y 14 de la Avenida Naciones Unidas. Situada cerca de supermercados, cajeros, hospitales y restaurantes.

Centro Empresarial Reducto.

Moderna edificación ubicada en el corazón de Miraflores.

2.9.2 CLIENTES

La cartera de clientes de Gerencia RP en el Perú es bastante amplia, se nombrarán las empresas más relevantes, en donde, en conjunto se realizaron proyectos de gran prestigio.

Entre los clientes están:

PAZ CENTENARIO

GRUPO JJC

JE CONTRATISTAS

COSAPI

INVERSIONES EL PINO

2.10 PREMIOS Y CERTIFICACIONES

No cuenta con premios y certificaciones.

2.11 RELACIÓN DE LA EMPRESA CON LA SOCIEDAD

GRP, al ser parte del rubro de la construcción, por lo que contribuye con el Producto Bruto Interno del país, es una empresa orientada a ofrecer un servicio de calidad integral a sus clientes y usuarios; por lo que beneficia a miles de familias y proveedores (Gerencia RP, 2021)

3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN LA QUE PARTICIPÓ

La empresa tiene una larga trayectoria ejecutando proyectos de construcción de viviendas, edificios multifamiliares, oficinas, centros empresariales entre otros proyectos de construcción civil, manejando gran cantidad de recurso humano (mano de obra, equipos y materiales)

Debido a la influencia de la gerencia y del prestigio ganado con los años, la empresa ganó la adjudicación de la culminación de actividades en el Proyecto Santa Leonor, el cuál atravesaba un momento crítico respecto a su plazo y costo contractuales; es por ello, que la obra entró en un proceso de intervención de alcance contractual. Es decir, terminaron la relación con la contratista principal y se ejecutó el alcance remanente a GRP para poder cumplir con lo solicitado por el cliente y futuros propietarios.

En el presente trabajo se desarrollará el control de las herramientas de control de Lean Construction en función al cumplimiento de plazos. Para esto se tendrán indicadores de avance y análisis de resultados para poder cumplir el objetivo final.

3.2 ANTECEDENTE Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

3.2.1 ANTECEDENTES

En la actualidad, uno de los principales problemas que se encuentra en los proyectos de construcción, es el incumplimiento de los plazos contractuales y la brecha respecto al costo establecido por el cliente final y los inversionistas, quienes buscan ejecutar sus proyectos en plazos ajustados y con el menor costo posible.

Es a raíz de esta política por parte de los clientes, inversionistas, etc. Que las empresas constructoras se ven obligadas a reducir sus propuestas económicas al máximo para poder ser competitivas respecto al mercado, pero para ello también es necesario contar con herramientas que permitan hacer que esa reducción no afecte de manera negativa los intereses propios de la empresa.

El Lean Construction, básicamente se encarga de eso y nos ayuda a poder ejecutar los proyectos de manera eficiente y eficaz. A través, de un gran número de herramientas que nos brinda esta filosofía es que los profesionales que la practican y emplean, obtienen resultados óptimos muchas veces, los cuales van mejorando conforme el Last Planner más experiencia tenga en ello.

3.3 OBJETIVOS DEL INFORME

3.3.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar, analizar y evaluar el sistema de Control de Producción y Planificación del proyecto Residencial Santa Leonor en intervención por incumplimientos contractuales.

3.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir el Método de planificación Last Planner
- Describir las herramientas de control adecuadas para el proyecto en mención.
- Realizar un diagnóstico de la situación real del proyecto en estudio.
- Aplicar el Método de planificación Last Planner.
- Evaluar resultados de la aplicación del Método de planificación Last Planner en el Proyecto Santa Leonor

- Analizar los resultados obtenidos y conclusiones que puedan ser útiles y aplicables en proyectos similares.

3.4 JUSTIFICACIÓN

Para la elaboración del presente trabajo se utilizarán los siguientes criterios:

Teórico: En este estudio si hay justificación teórica, porque existen autores que han mencionado en sus estudios sobre la implementación del sistema Lean Construction en proyectos de construcción, pero el presente estudio busca aumentar al conocimiento que se tiene de la implementación del Lean Construction para proyectos que se encuentran paralizados por problemas contractuales.

Práctico: Se realizó la implementación del Last Planner System en el proyecto Santa Leonor para solucionar el problema de paralización y atraso en el cual se encontraba el proyecto. Se logra aplicar lo aprendido en la teoría y poder realizar mejoras a la gestión del proyecto.

Económico: Con la implementación del sistema de gestión se busca ahorrar en las partidas adjudicadas del proyecto respecto al presupuesto contractual.

3.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

3.5.1 ALCANCES

El presente Trabajo de Suficiencia Profesional abarcará la aplicación del sistema Last Planner, en el proyecto Santa Leonor Intervenido por incumplimientos contractuales llevado a cabo en el año 2019 en el distrito de Chorrillos, Lima, Perú.

Se pretende analizar los resultados en base al factor económico y al plazo de ejecución de las actividades.

Económico: A nivel cliente, se busca no superar el presupuesto de saldo de obra remanente para ejecutar las partidas asignadas; respecto a las expectativas de la empresa en la que se laboró, se busca generar un margen económico a favor respecto a lo presentado al cliente.

Plazo de ejecución: A nivel cliente, se busca no superar el plazo establecido para entrega del proyecto inicial; respecto a las expectativas de la empresa en la que se laboró, se busca culminar las actividades antes de los plazos establecidos con el cliente.

3.5.2 LIMITACIONES

La principal limitación para realizar la implementación del sistema de gestión de control de producción y planificación de manera eficiente es que el proyecto ya había iniciado y se encontraba paralizado, lo cual, generaba una presión por parte del cliente por iniciar lo más pronto posible para evitar mayores pérdidas.

4 MARCO TEORICO

4.1 RESEÑA HISTÓRICA

En Japón a fines de las décadas de los 50 e inicios de los 60, se origina el término “Lean”, producto de las investigaciones realizadas por ingenieros de la Toyota Motor, la cual era una empresa ensambladora de automóviles, que procuraba mejorar su línea de producción. Taiichi Ohno era el encargado de la producción y fue uno de los más reconocidos en el tema, ya que, buscaba eliminar los residuos y mejorar los tiempos de entrega de los

automóviles a los clientes sustituyendo la tradicional producción en masa por la producción a pedido del cliente y evitar, además, la acumulación de mercancía.

Producto de las investigaciones se desarrolló lo que se conoce como “producción Lean” o “producción sin pérdidas”, que comprende una gran variedad de sistemas de producción que comparten el principio de minimización de pérdidas. Con el desarrollo de la idea de la producción sin pérdidas se creó el proceso de manufactura TPS– Toyota Production System, que consiste en minimizar las existencias y defectos en todas las operaciones; El TPS está conformado por ideas que fueron desarrolladas y refinadas por ingenieros industriales, quienes establecieron su marco teórico y ampliaron el nuevo enfoque de la producción sin pérdidas. (Koskela, 1992)

En la década de 1980, la información sobre este enfoque era limitada en Occidente, sin embargo, en 1975, las ideas de TPS comenzaron a extenderse a otros continentes como América y Europa en el cuenco de la industria masiva. Así, a principios de la década de 1990, la nueva filosofía de producción se dio a conocer en otras latitudes, de diversas formas, entre ellas “producción sin pérdidas”, “nuevo sistema de producción” o “manufactura de clase mundial” y se implementó en otras áreas como la administración y el desarrollo de productos.

En 1992 Lauri Koskela comenzó a aplicar esta filosofía al campo de la construcción. El resultado de esto fue su trabajo “Aplicación de la nueva filosofía de producción a la construcción”, realizado por el grupo de investigación CIFE de la Universidad de Stanford, en el que argumentó que mejorar la producción eliminando los flujos de materiales y que las actividades de conversión mejorarían la eficiencia.

Glenn Ballard quien fue uno de los tantos investigadores que aportaron herramientas para la adaptación de la producción “Lean” al sector constructivo. Ballard comenzó a trabajar con Koskela y juntos formaron el Grupo Internacional de Lean Construction, surgido durante la

primera conferencia sobre sistemas de gestión de proyectos de construcción en 1993 en Helsinki- Finlandia, que se decidió utilizar, por primera vez, la expresión “lean Construction” para referirse a la implementación de la nueva filosofía de producción en el sector constructivo. (Díaz, Sánchez, & Gálvis, 2014)

El Sistema Último Planificador (SUP) fue desarrollado por Ballard en 1992, sobre la base del concepto de reducir la descentralización de la gestión de la construcción para optimizar el proceso de asignación de recursos en la planificación y programación semanales y realizar trabajos. Después de eso, en 1998, mejoraría aún más el SUP, centrándose en la gestión del flujo en el proceso de construcción. Después vino lo que Ballard denominó Sistema de Entrega de Proyectos Lean, cuyo propósito es el enfoque teórico del método para administrar proyectos "Lean". Glenn Ballard y Greg Howell crearon el Lean Construction Institute en 1997 con el objetivo de desarrollar y difundir nuevos conocimientos sobre la gestión de proyectos, porque en proyectos de construcción tradicionales, no se respetaban los principios de diseño y la gestión de los procesos de producción mediante el enfoque diseño-licitación-construcción no era completamente óptima para lograr buenos beneficios por el contrario se tenían atrasos en la finalización de la mayoría de ellos, sobrecostos para los constructores y clientes insatisfechos por las demoras (Díaz, Sánchez, & Gálvis, 2014).

En América Latina, los países mostraron mucho progreso en el uso y la investigación sobre la construcción Lean son Brasil, Chile, Perú y Colombia; Más tarde, se estudió en el sector privado mientras que, en las universidades del país, no se avanzan mucho en este tema. Las investigaciones sobre el Lean Construction se iniciaron en 2002 Camacol y el arquitecto Luis Fernando Botero, profesor de la Universidad de Eafit y fue miembro del Grupo Gescón (Gestión de la Construcción) de la misma universidad, quien ha publicado algunos artículos

en la revista Ciencia y Tecnología y dos libros sobre el tema. (Díaz, Sánchez, & Gálvis, 2014)

4.2 PRINCIPALES CONCEPTOS Y TÉCNICAS

La nueva filosofía de producción es un fenómeno bastante abstracto y en constante evolución por lo tanto no está muy definido donde colocar los límites de control; para ello se ha visto la necesidad de encontrar dos conceptos raíz que abarquen todo aquello que la nueva filosofía propone abarcar. Just intime (**JIT**) o “Justo a Tiempo” según la traducción al español y el Total Quality Control (**TQC**) o “Control Total de Calidad”; vendrían a ser los dos conceptos que engloben lo que la nueva filosofía de producción quiere transmitir. (Koskela, 1992)

4.2.1 JUST IN TIME (JIT)

La nueva filosofía de producción se inicia por Ohno y Shingo en las fábricas de automóviles de Toyota en la década de 1950. La idea impulsadora del enfoque fue la reducción o eliminación de inventarios (trabajo en curso). Esto, a su vez, condujo a otras técnicas que fueron respuestas forzadas para lidiar con menos inventario: Reducción del tamaño del lote, Reconfiguración del diseño, cooperación del proveedor y Reducción del tiempo de configuración.

Se introdujo el método de producción llamado “Pull”, donde la producción se inicia por la demanda real en lugar de por planes basado en pronósticos. El concepto de desperdicio es uno de los pilares del JIT (Koskela, 1992).

Los principales residuos o desperdicios en la construcción se pueden clasificar en siete categorías como se muestra en la siguiente figura.

Figura 3.*Principales Desperdicios en la Construcción*

Desperdicios en la construcción
Defectos
Demoras
Excesos de procesado
Exceso de producción
Inventarios excesivos
Transporte innecesario
Movimiento no útil de personas

Nota: Imagen extraída del artículo “Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual”, por Díaz, Sánchez, & Galvis, 2014, p.36.

Estas categorías, no se tienen en cuenta en la gestión tradicional; ya que, la producción actualmente es considerada como un proceso de transformación de materia prima en producto final, pero no se tiene en cuenta la optimización de los flujos que estos materiales tienen que seguir hasta llegar a obtener el producto final. (Díaz, Sánchez, & Gálvis, 2014)

4.2.2 TOTAL, QUALITY CONTROL (TQC)

El punto de partida del movimiento de la calidad fue la inspección de materias primas y productos mediante métodos estadísticos. El movimiento de la calidad en Japón ha evolucionado desde la mera inspección de productos hasta el control de la calidad total. El término total se refiere a tres extensiones (Shingo, 1988):

1. Expandir el control de calidad de la producción a todos los departamentos,
2. Expandir el control de calidad de los trabajadores a la gerencia, y
3. Expandir la noción de calidad para cubrir todas las operaciones en la empresa.

Las metodologías de calidad se han desarrollado en correspondencia con la evolución del concepto de calidad. El enfoque ha cambiado de una orientación de inspección (teoría de

muestreo), a través del control de procesos (control de proceso estadístico y las siete herramientas), a la mejora continua del proceso (las nuevas siete herramientas), y actualmente al diseño de calidad en el producto y proceso (Despliegue de la función de Calidad).

Siempre ha habido fricciones entre el departamento JIT y el departamento TQC, los representantes del JIT tienden a enfatizar la mejora del proceso y la verificación de errores en la fuente (Shingo, 1986) en lugar de los programas de control estadístico y de calidad. (Koskela, 1992)

4.3 LEAN PRODUCTION

La producción Lean o Lean Manufacturing es una filosofía basada en minimizar pérdidas dentro de los sistemas de manufactura y a su vez busca maximizar la productividad. El termino Lean proviene del inglés que significa magro, esbelto; es decir que para términos productivos hace referencia una producción limpia deshacernos de aquello que no es necesario dentro del proceso. (Iebschool, 2021)

El lean Manufacturing está basado en el sistema de producción de Toyota, utilizado a finales de los años 70, quienes competían directamente con Ford en la venta de vehículos y que consiguieron aumentar su productividad generando una ventaja considerable en el mercado.

Este aumento en la productividad era asociado inicialmente al uso de la robótica, pero este aumento fue debido a la gestión de la producción realmente. Toyota y Ford manejaban ratios muy diferentes en aspectos comunes, tales como la rotación del personal, las propuestas de mejora, la cantidad de inventario o el número de piezas defectuosas. (Ballard & Howell, 2003)

4.3.1 CADENA DE VALOR Y REDUCCIÓN DE PERDIDAS EN LA PRODUCCIÓN

La filosofía Lean se enfoca en la cadena de valor, es decir en todo aquello que le agrega valor añadido al producto final, tales como la mejor de los procesos y a la reducción y/o eliminación de actividades que para el cliente final no seas necesarias y por lo tanto no está dispuesto a pagar un precio. Se eliminan del proceso todo aquello que no agregue valor y se consideran pérdidas; principales desperdicios o pérdidas en el proceso productivo (Pons & Rubio, 2019):

- **Sobreproducción**, es decir, producir algo que los clientes no necesitan y por lo tanto no están dispuestos a pagar.
- **Tiempo de espera de los empleados**, Tiempo no productivo hasta que una maquina o proceso anterior termine.
- **Transporte de bienes**, el transporte de materiales dentro de una fábrica o el suministro de proveedores no aporta valor al producto final.
- **Procesamiento innecesario.**
- **Inventario de productos intermedios o finales.**
- **Movimiento de Personas.**
- **Productos Defectuosos.**

4.3.2 PRINCIPIOS Y REGLAS DE LA PRODUCCIÓN LEAN

Existen cinco principios claves que distinguen a la producción Lean de la tradicional.

- Fortalecimiento de la cooperación entre las partes interesadas del proyecto
- Aumentar la relación entre las dos partes

- Gestionar activamente las obligaciones entre las partes
- Generar la motivación para aprender constantemente
- Optimizar el todo y no las partes

Los primeros tres puntos se pueden resumir en la creación de una cadena de suministro integrada, confiable y continua que trate con todos los actores, tanto externos como internos, como un equipo con un objetivo común.

En 2006, Liker y Meier publicaron el libro “The Toyota Way” en el que los autores presentan las 15 reglas de Lean Manufacturing. Estas reglas se basan en los cinco principios de Lean y definen con mayor precisión la filosofía que llevó a Toyota al éxito. Estas reglas son:

- Tomar decisiones a largo plazo
- Crear un proceso continuo de producción, evitar stocks intermedios nos permite identificar fácilmente los problemas.
- Producir sobre pedido, esto significa “tirar de la producción”, de manera que algo se produce en el último momento posible antes de ser necesitado.
- Nivelar la carga de trabajo para tener trabajo continuo, reducir el tiempo de espera o de inactividad de los empleados.
- Detenerse para resolver problemas, evitando dejar la búsqueda de soluciones para más tarde
- Estandarizar tareas y procesos.
- Utilizar el control visual a lo largo de la cadena de creación de valor.
- Utilizar tecnología confiable.

- Hacer crecer a los líderes de nuestra empresa, que son aquellos que entienden el proceso y son capaces de enseñarlo.
- Entrenar al personal para que siga la filosofía Lean.
- Invitar y ayudar a nuestros asociados a mejorar.
- Reflexionar para entender las situaciones y problemas, Realizar autocritica
- Tomar decisiones a conciencia, lo que significa decidir con calma.
- Convertirse en una organización de aprendizaje y mejora continua buscando siempre la reducción de pérdidas.

4.4 LEAN CONSTRUCTION

Lean Construction busca la excelencia a través de un proceso de mejora continua en la empresa, eliminando y/o reduciendo actividades y procesos que no añaden valor, optimizando los recursos y maximizando la entrega de valor al cliente, para diseñar y producir a un menor costo, con mayor calidad, más seguridad y con plazos de entrega más cortos, todo esto siendo sostenible con el entorno ecológico.

Conseguir estos objetivos es lo que busca el Lean Construction y hacerlo en todas las fases del ciclo de vida de un proyecto es la base de la filosofía. En un proyecto de edificación, por ejemplo, en donde intervienen diversos agentes como diseñadores, constructores, especialistas, clientes finales, agentes sociales entre otros, se busca la participación de todos en todo el desarrollo del proyecto y no de manera puntual integrar a todos bajo una meta común según los principios del sistema Lean. (Pons, 2014)

4.4.1 ENFOQUE TRADICIONAL

Según Pons, en el sistema tradicional, los anunciantes primero ordenan los diseños para la precomercialización; en segundo lugar, una empresa constructora con base en su experiencia calcula los costos de construcción según el esquema anterior, el cual no está completamente definido; Finalmente, se agregan los costos generales e indirectos. La suma de estos da un costo de producción estimado (C) más un beneficio (B). Los costos totales de producción y las ganancias nos dan el precio de venta al público (Z).

$$\text{Precio de venta al Público (Z)} = \text{Costo estimado de producción (C)} + \text{Beneficio (B)}$$

Cuando se aplica el principio de costo $Z = (C) + (B)$ y los costos de producción aumentan inesperadamente, pueden surgir dos situaciones: 1) Si decidimos aumentar el precio de venta, obligamos al cliente a ser responsable de nuestros costos improductivos (D) incurridos durante la etapa de ejecución; 2) Si mantenemos el nivel de precios, los márgenes de ganancia disminuyen y ponemos en peligro la estabilidad de la empresa. (Pons, 2014)

4.4.2 ENFOQUE LEAN

Según Pons, primero se debe crear un equipo de gestores Lean que consta de representantes de los tres agentes involucrado – diseñadores / desarrolladores, constructores o gerentes de proyectos y promotores del proyecto.

En el enfoque Lean, primero calculamos (Z) en función de las características que agregan valor al cliente de hoy, que el cliente define y ajusta por el precio que puede o está dispuesto a pagar. En las circunstancias actuales. Entonces, la investigación comienza con el cliente y descubre su escala de valor. El equipo del proyecto luego calculará el costo de construcción de ese edificio o instalación de acuerdo con las especificaciones establecidas por el cliente, pero esta vez, asumiendo que una proporción de las actividades y transacciones que

realizaremos son ineficientes y no agregan valor al cliente tal y como él lo percibe. Se puede abordar la mejora continua en tres etapas:

1. Existe conocimiento pleno de que una parte de nuestro negocio será ineficiente y no aportará valor desde el punto de vista del cliente. A partir de ahí, logramos el control de costos ajustados porque ahora tenemos el conocimiento y las herramientas de gestión para comenzar a identificar, contabilizar y controlar los desechos. Optimizamos los márgenes reales y reducimos el desperdicio existente mediante la optimización de nuestros procesos de diseño y ejecución, de una manera que nos permite reducir los costos de producción sin sacrificar la calidad y el rendimiento de la construcción.
2. Continuamos con la mejora continua y el control de costos mejorando el diseño y los procesos. Reduciendo aún más el desperdicio y alcanzando el beneficio esperado.
3. Estabilizamos el margen de beneficio. Transformamos desperdicio y costes de producción en mejora real sobre el costo inicial previsto. Se siguen realizando ciclos de mejora continua, diseñando nuevos estándares a medida que superamos los anteriores.

De acuerdo con la estrategia Lean, las mejoras obtenidas en las etapas posteriores se pueden invertir en ganancias, inversiones, innovación, capacitación, precios más bajos, bonificaciones a las partes interesadas o alguna combinación de las anteriores. (Pons, 2014)

4.4.3 PROYECTO TRADICIONAL VS PROYECTO LEAN

Tabla 1.

Planificación Tradicional vs Planificación Lean

	Proyecto Tradicional	Proyecto Lean
Sistema Operativo	• Gestión de la ruta crítica. • Sistema Push. • Se basa en la transformación de procesos e información. • Las actividades se llevan a cabo tan pronto como sea posible. • Focalizado en las transacciones y contratos.	• Last Planner System • Sistema Pull. • Se basa en la transformación, flujo de valor y generación de valor. • Las actividades se llevan a cabo en el último momento posible. • Focalizado en el sistema de producción.
Acuerdos y Términos Comerciales	• Transaccional, fomenta el riesgo, no lo comparte	• Anima, fomenta, promueve y apoya el intercambio de información e ideas y la colaboración entre las partes.
Riesgo	• De gestión individual, transfiriendo a otros la mayor medida posible.	• Gestiona de manera colectiva, compartiendo el riesgo apropiadamente.
Aprendizaje y Transmisión del conocimiento	• El aprendizaje se produce de forma esporádica	• El aprendizaje se incorpora al proyecto, la empresa y cadena de suministro.
Proceso	• Lineal, Inequívoco, Segregado	• Concurrente y Multinivel
Relación con proveedores y partes interesadas	• Organizaciones distintas se unen a través del mercado y toman lo que el mercado ofrece. • Los intereses de las partes interesadas no están alineados • Jerarquizado / Mando y control.	• Se hacen esfuerzos de manera sistemática para reducir los lazos de entrega de la cadena de suministro, • Los intereses de las partes están alineados. • Colaborativo / Autoridad distribuida.

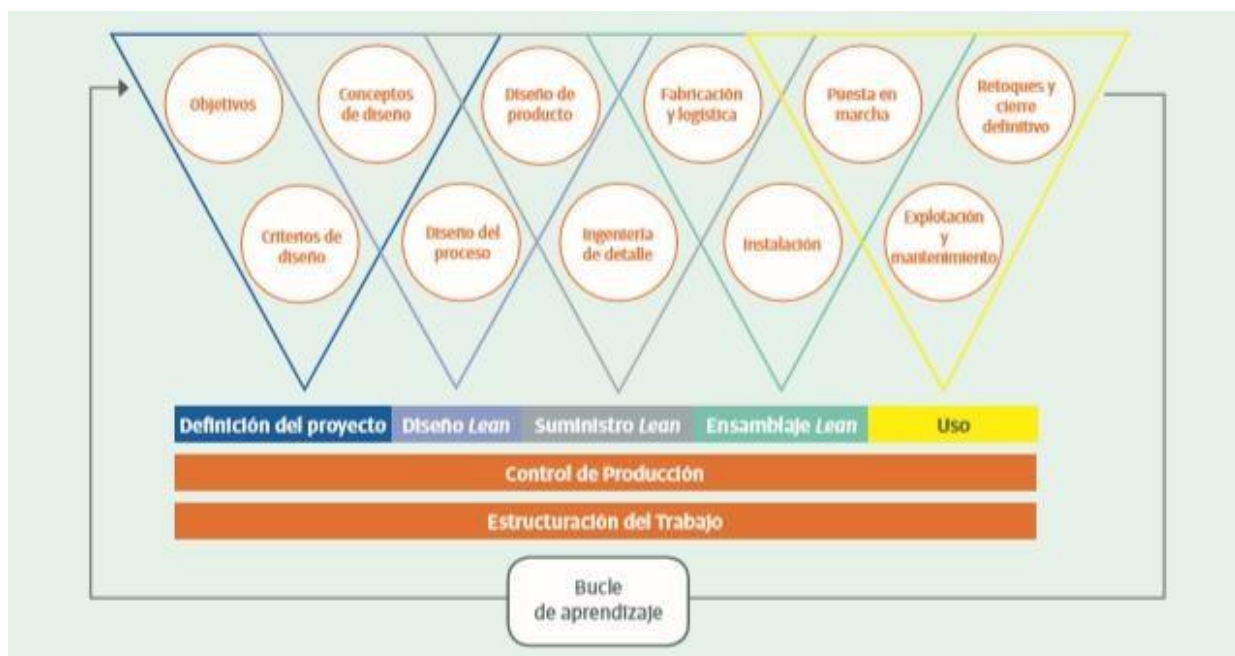
Nota: Cuadro comparativo de la planificación de un proyecto utilizando el método tradicional vs el método Lean. Adaptado de “Introducción a Lean Construction” por Ponz, J, 2014, p.59.

4.5 LEAN PROJECT DELIVERY SYSTEM (LPDS)

LPDS se define como un proceso colaborativo para la gestión integral del proyecto, a lo largo de todo el ciclo de vida de éste. Se emplea un equipo en todo el proceso para alinear fines, recursos y restricciones. Se trata de un enfoque por etapas que comprende la definición del proyecto, el diseño, el suministro, el montaje o ejecución, el uso y mantenimiento posterior del edificio, instalaciones o infraestructura. El control de la producción, la estructuración del trabajo y el aprendizaje es algo que ocurre continuamente a lo largo de todo el proyecto y cada fase contiene actividades e hitos que deben cumplirse a medida que este avanza. El cliente determina el costo permitido del proyecto, que es la cantidad máxima que el modelo de negocio puede soportar. La misión del equipo es entender y ofrecer el mejor valor para el cliente y eliminar todas las actividades que no añaden valor. (Koskela, 1992)

Figura 4.

Lean Project Delivery System (LPDS)



Nota: Esquema grafico de las fases de un proyecto desde la definición hasta la entrega. Adaptado de “Introducción a Lean Construction”, por Pons, J, 2014.

Según podemos ver en la figura anterior, la gestión de la producción a través del ciclo de vida del proyecto se indica mediante las barras horizontales etiquetadas como Control de la producción y estructuración del trabajo. El uso sistemático de los bucles de retroalimentación entre los procesos del proveedor y el cliente se simboliza mediante las evaluaciones de post-ocupación, entre proyectos.

Tradicionalmente, los proyectos han sido entendidos en términos de fases, por ejemplo: pre diseño, diseño, contratación y ejecución. Algunas de las principales diferencias entre la ejecución de un proyecto tradicional y uno según el Lean Project Delivery System se refieren a la definición de las fases, la relación entre fases y los participantes en cada una de ellas:

4.5.1 Fase De Definición Del Proyecto

En la fase de definición del proyecto, los colaboradores clave se reúnen. El equipo de diseño, compuesto por arquitectos, ingenieros y constructores, trabaja con los propietarios o promotores para definir el propósito y traducir ese propósito en requisitos específicos. Es en esta fase que el propietario determina el costo permitido para el proyecto, es decir, la cantidad de dinero que está dispuesto a invertir en el proyecto. El equipo se compromete en sus costos teóricos, que son menores que los costos autorizados, para estimular la innovación. El costo esperado es la cantidad que se espera que el proyecto cueste, y es por lo general más alto que el costo objetivo:

Costo permitido $\geq$ Costo esperado $\geq$ Costo objetivo (definimos costo objetivo en el siguiente punto).

Objetivos adicionales como viabilidad de construcción, el montaje, la flexibilidad, la sostenibilidad, la durabilidad y así sucesivamente. Se utilizan para alcanzar los costos

objetivos. En cada etapa, el cliente decide si continúa con el proyecto, y al final de la etapa de definición del proyecto, se finaliza y valida el plan de trabajo.

Durante la fase de definición del proyecto se incluyen las propuestas y valores de los clientes e interesados. Cada factor influye en el otro, por lo que es necesario un encuentro o reunión entre los diversos actores para comprender los objetivos y valores que impulsan a cada uno. (Pons, 2014)

4.5.2 Fase De Diseño Lean

Durante esta fase, el equipo crea una serie de alternativas, según los requisitos de diseño, las limitaciones del proyecto y el costo objetivo. El objetivo es encontrar el diseño que mejor cumpla con los objetivos del propietario y proporcione el máximo valor al cliente. Como diferentes equipos trabajan juntos durante esta fase, muchos costos de contingencia relacionados con el diseño pueden eliminarse o reducirse; Estos ahorros pueden ir directamente a incrementar las ganancias (utilidad) o para satisfacer más necesidades de los clientes. A lo largo de la vida del proyecto, es importante calcular de forma rápida y simultánea las alternativas para poder tomar decisiones que sean en el mejor interés de la empresa y del proyecto.

Asimismo, en la etapa de diseño, se completa el desarrollo del Plan Maestro y el Diseño del Proceso. Durante la revisión del diseño, los usuarios o clientes finales pueden comprobar los modelos físicos o virtuales para comprobar la funcionalidad del diseño. (Pons, 2014)

El diseño esbelto también evoluciona a través de la conectividad, esta vez dedicada a la evolución y alineación del diseño de productos y el diseño de procesos a nivel de sistema funcional.

El proyecto puede volver a una etapa anterior de definición, si la búsqueda continua de valor presenta oportunidades que coincidan con las limitaciones del cliente y las partes interesadas. El diseño Lean difiere de la práctica tradicional en aplazar las decisiones hasta el último momento responsable con el fin de dar más tiempo para desarrollar y explorar mejores alternativas. (Pons & Rubio, 2019)

4.5.3 Fase De Suministro Lean

El suministro Lean consiste en ingeniería de detalle, fabricación y entrega, es necesario y muy importante tener el diseño del producto y del proceso para que el sistema conozca con detalle lo que debe producir y cuándo entregar esos componentes. Los planes de la cadena de suministro están diseñados para facilitar la entrega Just-in-Time de materiales a la obra. La filosofía detrás de estos acuerdos es suministrar sólo lo necesario, puntualmente en el tiempo requerido, solo en la cantidad necesaria.

La planificación logística incluye el abastecimiento de materiales según el Pull plan y se deben tomar decisiones al momento de la entrega para llegar a las alternativas de ahí la importancia de pensar en Lean Construction. Repensar las redes de suministro para reducir los tiempos de entrega.

El Last Planner System (LPS) o sistema del último planificador ha demostrado ser una herramienta que contribuye a la entrega Just-in-time en todo el proceso de trabajo, mejorando la confiabilidad y reduciendo así la variabilidad respecto a las condiciones iniciales a lo largo de toda la ejecución del proyecto. Por otra parte, los flujos de trabajo estables permiten eliminar muchos tipos de desperdicio. (Pons, 2014)

4.5.4 Fase De Montaje O Ejecución Lean

Esta fase inicia con la entrega de información, materiales, mano de obra, herramientas, o componentes necesarios para la ejecución del proyecto y termina con la finalización de las instalaciones y puesta en marcha del edificio o infraestructura.

Durante la fase de montaje o ejecución, el sistema del último planificador se utiliza para controlar la producción y mantener el flujo continuo de materiales e información a lo largo de toda la obra a medida que esta avanza según un sistema Pull que tira a través de la planificación o programación. Diseñar y ejecutar un proyecto de edificación o infraestructura es algo mucho más complejo actualmente que hace 25 años, debido al aumento de normativas, instalaciones, materiales, tecnología o software, entre otros, es mucho más variada y compleja; sin embargo, las prácticas de gestión y dirección de proyectos no han cambiado mucho. Durante la fase de implementación Lean, los supervisores de primera línea (gerentes de construcción, gerentes, capataces, etc.) deben recibir capacitación en la nueva filosofía de producción, es decir, desempeñar el papel de líder en lugar de ser un líder. Además de entender y saber utilizar las técnicas y herramientas del nuevo modelo productivo, los nuevos líderes deben poseer habilidades para enseñar a otros, fomentar el trabajo en equipo, participar activamente en la mejora continua a través de métodos como PDCA o el ciclo de Deming y la estandarización del trabajo, y posiblemente solucionar problemas mediante el uso de técnicas y/o Herramientas Lean. (Pons, 2014)

4.5.5 Fase De Uso Y Mantenimiento

El montaje se completa cuando el cliente hace un uso adecuado de la instalación o el edificio, lo que suele ocurrir después de la entrega y puesta en marcha del edificio, la instalación o la infraestructura. Esta etapa finaliza con las obras de cierre, modificación final, operación y mantenimiento del edificio o instalación. (Pons, 2014)

4.6 INTEGRATED PROJECT DELIVERY (IPD)

IPD es una evolución del LPDS que además incorpora los diferentes niveles de colaboración y modelos de contrato entre múltiples partes. La gestión y ejecución integrada del proyecto o IPD es un enfoque de la ejecución de proyectos que integra personas, sistemas, estructuras y prácticas empresariales en un proceso que aprovecha colaborativamente el talento y los puntos de vista de todos los participantes para optimizar los resultados del proyecto, aumentar el valor para el cliente, reducir el desperdicio y maximizar la eficiencia en todas las fases de diseño, fabricación y construcción. (Pons, 2014)

Figura 5.

Actores o agentes sociales que integra el IPD

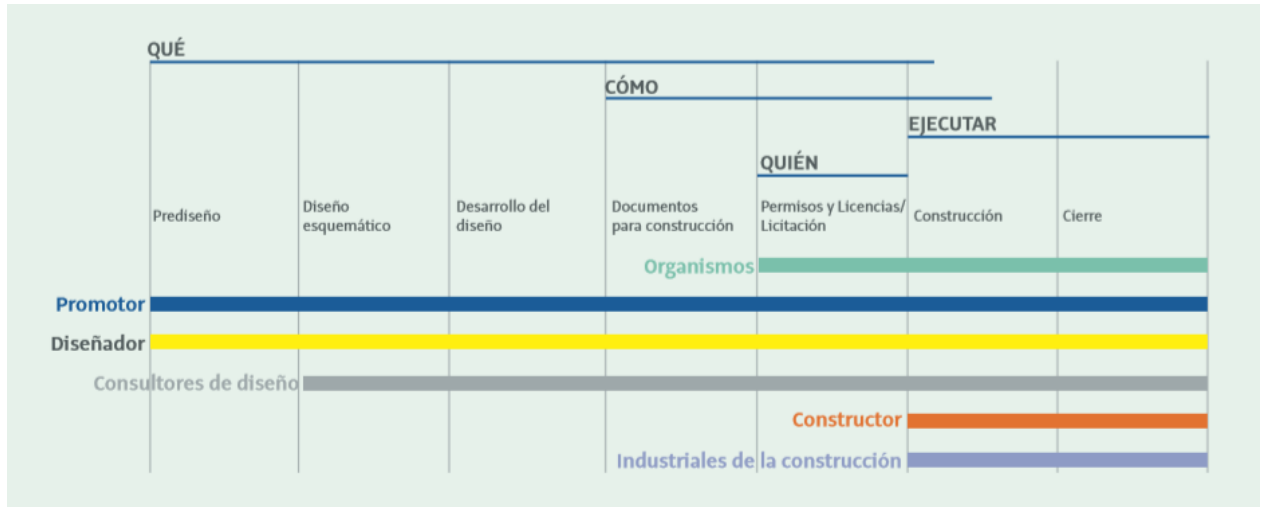


Nota: Imagen adaptada de “Introducción a Lean Construction”, por Pons, J., 2014

La clave del éxito del IPD es la creación de un equipo que esté comprometido con los procesos de colaboración y cuyos miembros sean capaces de trabajar juntos de manera

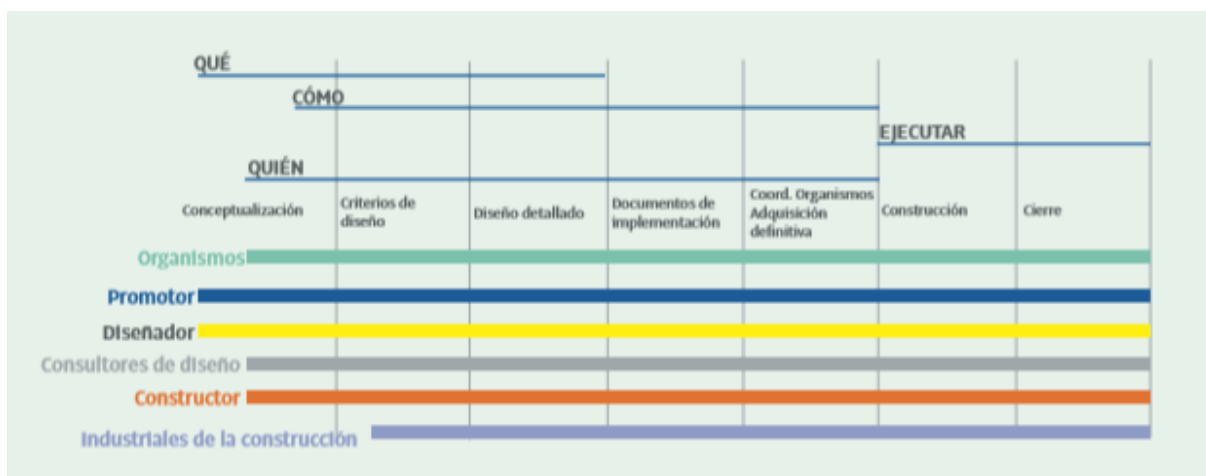
efectiva. Las funciones que deben desempeñar los miembros del equipo IPD para lograr el éxito del proyecto son las siguientes:

- Identificar en el momento más temprano posible los roles de los participantes que son más importantes para el proyecto.
- Precalificar a los miembros (individuos y empresas) del equipo.
- Tener en cuenta los intereses comunes y buscar la participación de partes adicionales seleccionadas, como funcionarios de la administración, empresas locales de servicios públicos, compañías de seguros y otras partes interesadas.
- Definir de manera mutua y comprensible los valores, intereses, metas y objetivos de los actores participantes.
- Identificar la estructura organizativa y de negocio que mejor se adapte al IPD de manera que sea coherente con las necesidades y limitaciones de los participantes. La elección no debe estar sujeta estrictamente a los métodos tradicionales de entrega de proyectos, sino que debe adaptarse de forma flexible al proyecto.
- Desarrollar acuerdos del proyecto para definir las funciones y responsabilidades de los participantes. Los acuerdos del proyecto deben estar sincronizados para asegurar que las funciones y responsabilidades de las partes se definan de forma idéntica en todos los acuerdos y sean compatibles con los modelos organizativos y de negocio acordados.

Figura 6.*Proceso Tradicional de Diseño*

Nota: Imagen adaptada de “Introducción a Lean Construction”, por Pons. J, 2014.

En el proceso tradicional se observa claramente que la definición del proyecto y la intervención primera es del promotor o cliente con el diseñador o proyectista, quienes son los que definen todo el proyecto desde el inicio, y son ellos quienes luego transmiten este proyecto al ejecutor final o constructor, lo cual genera incompatibilidades, retrasos, sobre costos y todo aquello que no agrega valor al producto final que es el proyecto.

Figura 7.*Proceso Integrado de Diseño*

Nota: Imagen adaptada de “Introducción a Lean Construction”, por Pons. J, 2014.

En el proceso integrado se ve claramente como la participación de todos los involucrados en el proyecto, están desde el inicio y/o concepción de este, esto ayuda a reducir en gran medida las incompatibilidades, retrasos, sobre costos y todo aquello que no agrega valor al producto final.

4.7 LAST PLANNER SYSTEM (LPS)

4.7.1 INTRODUCCIÓN LPS

La gestión de proyectos tradicional se centra en métodos de ruta crítica que se centran en actividades individuales. Este sistema, junto con los contratos de transacción, se basa en un enfoque de comando y control descentralizado para la planificación de proyectos. Este enfoque aparentemente consistente se basa en la suposición no escrita de que el proyecto mejorará al reducir el tiempo y el costo de completar cada tarea individualmente.

Desafortunadamente, las medidas que toman los contratistas para mejorar su productividad casi siempre conducen a un flujo de trabajo continuo e impredecible: mayores costos, mayor tiempo, menor seguridad y calidad, mayor riesgo. (Ballard, 2007)

4.7.2 DEFINICIÓN

El Last Planner o último planificador, normalmente el capataz, encargado o jefe de obra, se define como la última persona capaz de asegurar un flujo de trabajo predecible aguas abajo. LPS faculta al último planificador –la persona que asigna las tareas de trabajo directamente a los trabajadores para conseguir compromisos de entrega en base a la situación real de un puesto de trabajo, en lugar de hacerlo en base a los planes teóricos. Se trata de un sistema Pull en lugar de un sistema Push porque es la actividad aguas abajo en la cadena o flujo de valor la que marca el ritmo y tira de la demanda y no a la inversa como ocurre en el sistema tradicional, en el que las actividades aguas arriba empujan la producción hacia las

actividades aguas abajo, generando cuellos de botella, exceso de inventario y esperas, entre otros desperdicios. El plan de trabajo normalmente se realiza y mantiene en una habitación grande habilitada para ello, instalada lo más cerca posible de la obra o lugar de trabajo, donde se ubica el equipo de trabajo. (Ballard, 2000)

A medida que los flujos de trabajo se vuelven más predecibles, los sitios se organizan mejor, las reuniones son más cortas, hay menos conflictos y los cuellos de botella y las interrupciones en el flujo de trabajo se hacen evidentes. Las decisiones se toman por unanimidad y los miembros del equipo deben ponerse de acuerdo sobre la relación, la secuencia y el momento de las actividades. Además, los miembros del equipo deben asegurarse de tener los recursos y el tiempo para hacer el trabajo. (Pons & Rubio, 2019)

4.7.3 SE DEBE, SE PUEDE, SE HARÁ

Según Glenn Ballard, en el sistema tradicional, el desempeño del programador final a veces se evalúa como si no hubiera diferencia entre "qué hacer" y "qué se puede hacer". Cuando se le preguntó "¿Qué vamos a hacer la próxima semana?" La respuesta, muy probablemente, es "lo que está en la agenda" o "lo que lleva a una mayor urgencia". Esto está basado en un sistema PUSH. En este sistema, los supervisores consideran que su trabajo es presionar a los subordinados para que continúen la producción a pesar de los obstáculos, como si no existieran. La entrega irregular de recursos y la terminación impredecible de los trabajos previamente necesarios para poder ejecutar cualquier actividad invalidan la presunta ecuación de "lo que se hará" con "lo que debería hacerse" y rápidamente da lugar al abandono de la planificación que dirige la producción real.

Last Planner System agrega control de producción al sistema tradicional de gestión de proyectos y puede entenderse como un mecanismo para convertir "lo que se debe hacer" en "lo que se puede hacer", formando así un plan de trabajo procesable que se puede incorporar

al plan de trabajo semanal. El registro de tareas en el plan de trabajo semanal es el compromiso de los últimos planificadores (supervisores o gerentes de subcontratistas, jefes de obra, jefes de producción, etc.) con "lo que realmente se hará".

En la mayoría de los proyectos, "qué se puede hacer" y "qué se hará" son subconjuntos de "qué se debe hacer". (Pons & Rubio, 2019)

Figura 8.

Esquema del Debe – Se Hará – Se Puede



Nota: Imagen adaptada de “Lean Construction y la planificación colaborativa”, por Pons & Rubio 2019.

Si el plan se desarrolla sin saber qué se puede hacer, el trabajo ya realizado será la intersección de los dos subgrupos. El Last Planner System, es un método de control de la producción diseñado para integrar “lo que se debe”, “lo que se puede”, “lo que se hará” y “lo que se hizo” con lo planificado. Su objetivo es proporcionar un flujo de trabajo confiable y un aprendizaje rápido

El progreso puede verse afectado si el número de actividades que se pueden completar es bajo. Para evitar esto, los planificadores deben centrar sus esfuerzos en liberar las restricciones que impiden que las tareas comiencen o continúen. De esta forma ampliaremos el conjunto PUEDE aumentando primero las opciones. Es importante que la gestión se realice

desde la raíz del problema, ya que no se obtiene nada con solicitar mayor rapidez a los ejecutores de las actividades si no se les entregan los materiales y otras necesidades a tiempo.

4.7.4 PLANIFICACIÓN A LARGO PLAZO – GESTIONANDO EL “DEBE”

En esta etapa se define todo lo que se va a ejecutar a lo largo del proyecto, es donde se tiene claro el alcance y las fases del proyecto; se puede subdividir esta etapa de planificación en dos, la planificación maestra y la planificación de fases. (Pons & Rubio, 2019)

4.7.4.1 Planificación Maestra

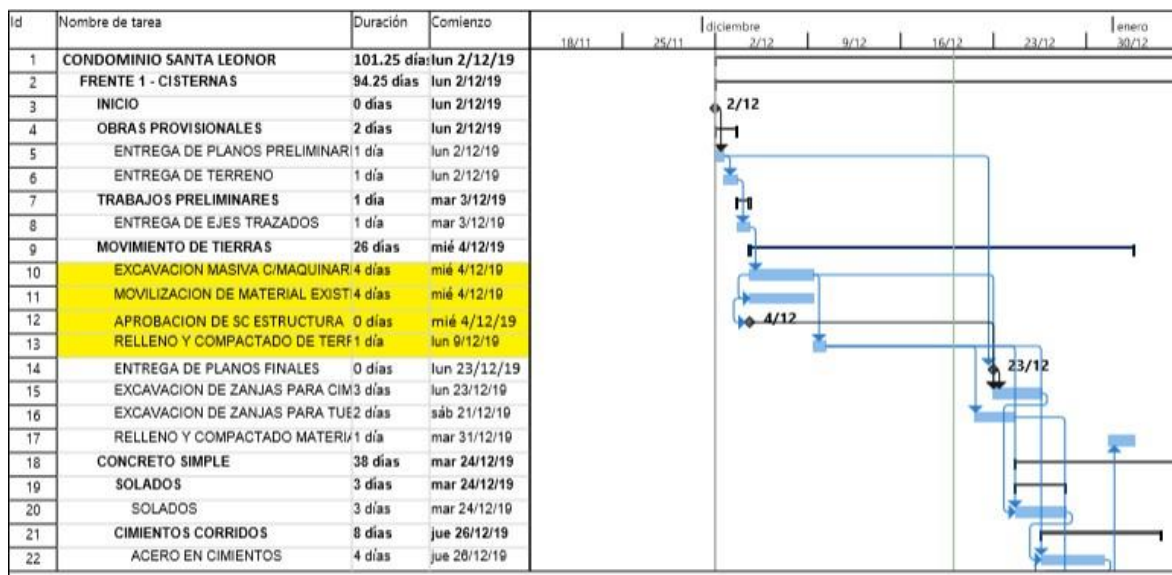
El objetivo en esta etapa es aclarar el alcance y las expectativas del proyecto, así como los hitos más importantes. Es fundamental asegurarse de que todo el grupo de trabajo tenga la misma comprensión del trabajo en curso y sea coherente con los intereses y necesidades del proyecto. El cuerpo de trabajo que se considerará dependerá del ámbito de aplicación del Last Planner Systemy de la etapa del proyecto en la que se inicie el uso de esta metodología. El desarrollo del plan maestro no solo depende de la creación del diagrama de Gantt en el que se construirá el proyecto general, sino que se deben considerar los siguientes componentes:

- Definición de alcance.
- Análisis de los Stakeholders o partes interesadas: cliente, proveedores, subcontratas, diseñadores, usuarios finales, etc.
- Definición de la estructura de desglose de trabajo (WBS).
- Definición de la estructura de organización del proyecto (OBS).
- Análisis de riesgo del proyecto.
- Definición de la estrategia de trabajo a seguir.

- Identificación de recursos críticos (equipos, materiales, mano de obra).
- Identificación de hitos (contractuales e internos de empresa).
- Programación general de la obra (secuencia de actividades principales, duración real, etc.)
- Costo de las actividades.

Figura 9.

Plan Maestro Proyecto Santa Leonor (fuente: propia)



4.7.4.2 Planificación De Fases – Pull Planning

El objetivo de esta etapa del sistema es identificar y verificar el trabajo que debe realizarse para completar cada paso importante. Por lo tanto, es fundamental que todos los responsables de cada actividad y áreas funcionales del proyecto se involucren para que los objetivos y estrategias sean entendidos y apropiados para la implementación de la fase. Al final de esta etapa, habrá un plan de acción acordado con el que todas las partes se comprometen, describiendo las restricciones más importantes o la estructura del proyecto. Para ello se debe utilizar un método llamado Pull Planning.

Planificación PULL

La construcción sigue tradicionalmente el Sistema de empuje de producción (PUSH), que adelanta las tareas en el cronograma de producción sin garantizar que se puedan realizar sin los problemas típicos como la falta de recursos humanos, la falta de información, la falta de materias primas, realización de tarea anterior, disponibilidad de área de trabajo, etc. Además, históricamente, ha habido mucha presión para impulsar estas tareas para que comiencen a funcionar bien o mal, muchas veces sin todos los inputs necesarios. Lauri Koskela llama a este fenómeno de comenzar una tarea sin tener los inputs necesarios: *making do*

Por ejemplo, si en una secuencia de trabajo Tarea 1 -> Tarea 2, tal que, Tarea 1 es la actividad aguas arriba (la que empieza antes) y Tarea 2 es la actividad aguas abajo (empieza después de 1), pueden ocurrir 3 cosas:

- Que las Tareas 1 y 2 avancen al mismo ritmo y estén sincronizadas; esto sería el ideal para el Lean Construction
- Que la Tarea 1 vaya más rápido que la Tarea 2, con lo cual generamos sobre producción.
- Que la Tarea 2 vaya más rápido que la Tarea 1, con lo cual generamos esperas.

LPS resuelve esto mediante la planificación Pull, en la que, planificando del final hacia el principio del hito marcado, se solicitará a cada responsable los rendimientos, recursos y restricciones necesarias para comenzar y finalizar las tareas según lo planificado y sin cuellos de botella.

4.7.5 PLANIFICACIÓN INTERMEDIA – GESTIONANDO EL “SE PUEDE”

La etapa de Planificación a Medio Plazo del sistema es donde se gestiona el “PUEDE” o en la que se “prepara el trabajo”. La ventana de planificación a medio plazo suele ser de 6 semanas, pero dependiendo de la madurez del equipo, la duración y las circunstancias de cada proyecto, puede variar entre 3 y 8 semanas.

Esta ventana se toma del plan creado en el plan de extracción y su principal objetivo es crear un flujo de trabajo predecible durante la fase de implementación. Durante la planificación a mediano plazo, se identificarán nuevas restricciones que pueden impedir la ejecución adecuada del programa general y se actualizarán las restricciones procedentes de la Pull Session. Administradas de manera efectiva y emitida a tiempo, estas restricciones nos permiten tener inventarios de trabajos ejecutables (ITE) como órdenes de trabajo específicas. (Pons & Rubio, 2019)

4.7.5.1 Look Ahead Plan

La Planificación a Medio Plazo (en inglés Look Ahead Plan) es básicamente un plan de producción en el que cada tarea específica se identifica y se asigna para ser completada y superpuesta con otras tareas. Permite tener el control de un plan de acción alcanzable a medio plazo, mediante la definición de nuevas limitaciones y condiciones necesarias para llevar a cabo estas tareas dentro del plazo previsto.

Figura 10.*Look Ahead Plan del proyecto Santa Leonor (fuente: propia)*

									X													
									SEMANA 1							SEMANA 2						
STATUS	SC	DESCRIPCIÓN	FECHA INICIO	FECHA FIN	DUR. REAL	Quadrill	UND	Saldo Teorico	17/2/20	18/2/20	19/2/20	20/2/20	21/2/20	22/2/20	23/2/20	24/2/20	25/2/20	26/2/20	27/2/20	28/2/20	29/2/20	
TÍTULO	TÍTULO	PAQUETE 06							L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	
TÍTULO	TÍTULO	FRENTE 1																				
TÍTULO	TÍTULO	CISTERNAS																				
TÍTULO	TÍTULO	Excavacion																				
PENDIENTE	SC	Perfilado manual y Soldado	10/1/2020	4/01/2020	3	SC	gib	100	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
TÍTULO	TÍTULO	Estructuras																				
COMPLETADO	SC	Concreto en techo	2/02/2020	3/02/2020	1	SC	m3	100	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
COMPLETADO	SC	Desenclavado de losa	12/02/2020	16/02/2020	4	SC	m3	100	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
TÍTULO	TÍTULO	Arquitectura																				
PENDIENTE	SC	Impermeabilizacion de cisterna	17/02/2020	9/03/2020	21	SC	gib	100	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
PENDIENTE	SC	Soladoero cuarto de maquinas	17/02/2020	3/03/2020	15	SC	gib	100	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
PENDIENTE	SC	Forjado de canaletas	19/02/2020	24/02/2020	6	SC	gib	100	-	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2		0.2	-	-	-	-	-	
PENDIENTE	SC	Pojos para equipos	25/02/2020	29/02/2020	4	SC	gib	100	-	-	-	-	-	-		-	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
TÍTULO	TÍTULO	Excavacion																				
COMPLETADO	SC	Trazo y Replanteo por Topografia	2/12/2019	3/12/2019	1	SC	gib	100	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
COMPLETADO	SC	Entrega de planos definitivos EST, ISS	2/12/2019	3/12/2019	1	SC	gib	100	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
COMPLETADO	SC	Eso Masiva con maquinaria	4/12/2019	7/12/2019	3	SC	m3	975.00	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
PENDIENTE	SC	Perfilado manual y Soldado	10/1/2020	4/01/2020	3	SC	gib	100	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
PENDIENTE	SC	Compactacion Terreno existente	3/01/2020	5/01/2020	2	SC	m2	278.00	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
TÍTULO	TÍTULO	Estructuras																				
PENDIENTE	SC	Acero en Cimientos corridos Sector1	3/01/2020	6/01/2020	3	SC	kg	2,500.00	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
PENDIENTE	SC	Acero en Plataea de cimentacion Secto	4/01/2020	7/01/2020	3	SC	kg	2,500.00	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
PENDIENTE	SC	Tuberías enterradas Sector 1	5/01/2020	6/01/2020	1	SC	gib	100	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	

El proceso de Planificación a Medio Plazo del Last Planner System, busca implementar expansiones del plan, extraer ventanas seleccionadas y detallar paquetes de trabajo e identificar cualquier restricción que pueda existir en el proceso de planificación. Los planes pueden fallar, por lo que podemos anticipar problemas. Una vez que se definen las restricciones, se gestionan de modo que no haya ninguna razón para no hacerlas cuando el trabajo esté terminado. Es importante señalar que el período de tiempo considerado en la planificación a medio plazo es una decisión que cada equipo y cada proyecto debe analizar de acuerdo con sus propias circunstancias.

4.7.5.2 Análisis De Restricciones

Una vez que se identifican las actividades, se debe realizar un análisis de restricciones para cada actividad o tarea. Por lo tanto, es importante utilizar un sistema para identificar restricciones e incluso tener una lista de las más comunes, como:

- Administrativos
- Financieros
- Licencias, Permisos

- Ingeniería
- Cliente, Propietario, Supervisión
- Procura, Logística
- QA/QC
- Recursos Humanos
- Producción, Ejecución, Construcción

Figura 11.

Análisis de Restricciones del Proyecto Santa Leonor (fuente: propia)

						FECHA FIN		26-01-20	31-01-20	02-02-20	14-02-20	21-02-20	28-02-20	04-03-20		
PARTIDA	EDIFICIO	RESPONSABLE DEL REGISTRO	RESTRICCIÓN	ACCIONES	NATURAL EZA	FECHA RESPUESTA REQUERIDA	RESPONSABLE DEL LEVANTAMIENTO	SEM 12	SEM 13	SEM 14	SEM 15	SEM 16	SEM 17	SEM 18	ESTATUS	
INSTALACIONES	EDIFICIO	LF	FRAGUADO DE BAÑOS Y COCINAS PARA COLOCACION DE APARATOS	REALIZAR UN MAPEO DE DPTOS HABILITADOS	CAMPO	31/01/2020	V CAPITAL								CERRADO	
		LF	PINTURA PRIMERA MANO EN BAÑOS Y COCINAS PARA COLOCACION DE APARATOS	REALIZAR UN MAPEO DE DPTOS HABILITADOS	CAMPO	31/01/2020	V CAPITAL								CERRADO	
		LF	LLEGADA DE ACCESORIOS PARA APARATOS SANITARIOS	SE REALIZO UN LISTADO DE MATERIALES NECESARIOS PARA LOS APARATOS	CAMPO	6/01/2020	V CAPITAL								CERRADO	
		LF	ENTREGA DE PLANOS DEFINITIVOS DE IEE PARA COLOCACION DE BANDEJAS	SE SOLICITO EL PLANO CON LAS UBICACIONES DEFINITIVAS	OT	22/01/2020	V CAPITAL								CERRADO	
		LF	ENTREGA DE PLANOS DEFINITIVOS DE IEE PARA COLOCACION DE TABLEROS	SE SOLICITO EL PLANO CON LAS UBICACIONES DEFINITIVAS	OT	22/01/2020	V CAPITAL								CERRADO	
		LF	FALTA PLANO DEL TABLERO SG- CONDOMINIO		OT	21/02/2020	V CAPITAL									PENDIENTE
		LF	DETALLE DEL TOTALIZADOR AL MEDIDOR		OT	21/02/2020	V CAPITAL									PENDIENTE
		LF	LLEGADA DE GRIFERIA PARA LAVA ROPAS	SE SOLICITO LA COMPRA DEL MATERIAL	OT	10/02/2020	V CAPITAL									PENDIENTE
		LF	COLOCACION DE GRANITO PARA LA COLOCACION DE LAVADEROS	REALIZAR UN MAPEO DE DPTOS HABILITADOS	OT	10/02/2020	V CAPITAL									PENDIENTE

La función principal del análisis de restricciones es analizar las condiciones necesarias para el desempeño de una actividad e identificar las restricciones que impiden que la actividad se lleve a cabo. Esto debe ir acompañado de una estrategia para abordarlo de manera oportuna, de modo que las actividades puedan desarrollarse según lo planificado. El análisis de restricciones también requiere que los proveedores de bienes y servicios tengan un mayor control sobre la producción y el suministro de servicios y materiales, y brinden alertas tempranas con suficiente tiempo de anticipación para hacer el trabajo.

4.7.6 PLANIFICACIÓN A CORTO PLAZO – GESTIONANDO EL “SE HARÁ”

En la planificación a corto plazo, cuando los planificadores finalmente se comprometen a seguir adelante, es decir, cuando se comprometen con metas específicas para tareas productivas. La regla para transferir actividades o tareas de mediano a corto plazo es que se levanten todas las restricciones. (Pons & Rubio, 2019)

4.7.6.1 Porcentaje De Plan Cumplido (PPC)

El porcentaje del plan completado es un indicador clave para medir la confiabilidad del equipo planificando. Se calcula como el “número de tareas comprometidas completadas” dividido por el “número total de tareas comprometidas planificadas para la semana” en curso. Mide el porcentaje de asignaciones que se completan al 100% tal y como se había previsto, y se usan criterios binarios de SI/ NO, de manera que una tarea terminada al 90% sería un NO. Por ejemplo, si se han planificado 4 tareas y se han finalizado solo 3, aunque la cuarta tarea esté terminada a medias, el PPC será el resultado de dividir 3 entre 4, es decir, el 75%.

Cabe señalar que el PPC no es un indicador de progreso, sino más bien un indicador de la confianza que tenemos cuando cumplimos con nuestros compromisos como equipo. Es por ello por lo que se mide en binario porque se entiende en el sistema de fondo que los trabajos se completan en base a cadenas de compromisos, y en la medida en que se rompa el vínculo (al no cumplir el compromiso), el trabajo perderá eficiencia y productividad.

4.7.6.2 Causas De No Cumplimiento (CNC)

Una vez transcurrido el período de compromiso de corto plazo y el análisis de cumplimiento de los compromisos, se debe identificar la causa raíz del incumplimiento para cada compromiso incumplido. El objetivo de este análisis no es encontrar al culpable, sino determinar por qué no se puede comprometer la acción correctiva de acuerdo con la causa

raíz identificada. Es importante utilizar metodologías de causa raíz para tomar medidas de acuerdo con el proceso y producir los efectos deseados, y tener una lista de las causas más comunes de incumplimiento que nos permite "aprender de los errores". Las CNC se pueden agrupar en las siguientes categorías:

- **Programación.** Causas relacionadas a errores en la programación, modificaciones o mal manejo de las herramientas de programación.
- **Ingeniería.** Cambios de ingeniería o problemas asociados a la falta de compatibilización de planos durante la ejecución de la obra.
- **Logística.** Todo lo relacionado a falta de materiales, equipos y/o servicios necesarios para la ejecución del proyecto.
- **Control de Calidad.** Corresponde a las fallas, atrasos retrabajos por la falta de control de calidad en los procesos.
- **Externo.** Aquellas causas relacionadas a efectos climáticos extraordinarios o eventos insólitos como las marchas sindicales, paralizaciones, siniestros, etc.
- **Cliente-Supervisión.** Causas relacionadas a los compromisos del cliente que no se realizaron afectando al cumplimiento de las actividades programadas.
- **Ejecución.** Corresponde a los retrabajos por fallas en la ejecución de actividades.
- **Subcontrato.** Incumplimiento de actividades por parte de los subcontratistas.
- **Equipos.** Corresponde a incumplimiento por falla de los equipos.
- **Administración.** Corresponde a los retrasos en pago a contratistas o proveedores, cierre de contratos y/o condiciones económicas.

5 DESARROLLO DEL PROYECTO

5.1 INTRODUCCIÓN DEL PROYECTO

Implementar una filosofía de planificación y producción en un proyecto de construcción sugiere un reto enorme, ya que muchas de las partes involucradas, principalmente personal obrero, no está muy familiarizada con esta filosofía; por lo tanto, el principal objetivo de la implementación es lograr la familiarización y puesta en marcha por parte de ellos.

Esta filosofía, se utilizó durante la ejecución del proyecto “Residencial Santa Leonor”, en el cual se explicará la manera en la que se utilizaron las herramientas del Last Planner System.

El periodo de implementación del LPS, para efectos del presente trabajo por suficiencia profesional abarcó 10 semanas de ejecución desde la semana 48 a la 06 (25/11/2019 al 07/02/2020)

5.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

5.2.1 PROYECTO “RESIDENCIAL SANTA LEONOR”

5.2.1.1 Ubicación

El proyecto se desarrolló en el lote ubicado en la intersección de la Av. Las Gaviotas cruce con la Av. Defensores del Morro, Urbanización Santa Leonor en el distrito de Chorrillos. El área total del terreno según se describe en el ante proyecto es de 13,769.59 m².

Figura 12.

Mapa de Ubicación del Proyecto (Fuente: propia)



La etapa I, el área total del terreno en el que se desarrolla esta etapa de proyecto es de 6,183 m² aproximadamente.

Figura 13.

Layout de Etapa I – Proyecto Santa Leonor (fuente: propia)



5.2.1.2 Alcances Del Proyecto

La etapa I forma parte del conjunto residencial que se desarrolla en un terreno de 13,76.59 m². El proyecto cuenta con 8 niveles sobre rasante, un nivel bajo rasante y un sótano contando con cisterna, los cuales se detallan a continuación.

Sótanos, en este nivel se encuentran los estacionamientos, así como áreas técnicas de esta etapa, los espacios o boxes de estacionamientos son de 2.40 x 5.00 y la vía interior tiene un ancho de 6.00 permitido por el RNE.

Nivel -1, Se accede a esta etapa desde el nivel de la calle por las Av. Las Gaviotas y la Av. Defensores del Morro, también hay un acceso y salida vehicular, así como también rampa para las personas con discapacidad. En este piso se encuentran departamentos de tres, dos y un dormitorio.

Piso 1 al Piso 8, Se accede a través de las escaleras de evacuación o del núcleo de ascensores. En este piso se encuentra el piso típico del conjunto residencial, con departamentos de tres y dos dormitorios. Así como Hall de recepción que se encuentra en el primer piso.

Planta Azotea, Se encuentra el área social de todo el edificio, cuenta con piscina, terrazas, parrillas, áreas verdes. Se ubica un acceso vehicular y peatonal por la Av. Defensores del Morro por el que se accede a la calle interior y al estacionamiento en sótanos a través de rampa. La salida vehicular tanto del estacionamiento como de la calle interior y realiza por la Av. Las Gaviotas donde también hay un acceso peatonal.

Figura 14.

Plano de Circulación de la Etapa I – Proyecto Santa Leonor (fuente: propia)



5.3 ALCANCE DEL CONTRATO

El proyecto tenía un presupuesto de 10 millones de soles para su ejecución, de los cuales la constructora inicial “Grupo CORBUS”, ejecutó las siguientes partidas con los siguientes porcentajes de avance a nivel presupuestal.

Tabla 2.*Presupuesto inicial de obra vs Presupuesto de saldo de obra (Fuente: propia)*

PARTIDA	PRESUPUESTO CONTRACTUAL	PRESUPUESTO DEL SALDO	PORCENTAJE DE AVANCE
ESTRUCTURA	S/. 4,456,975.70	S/. 253,493.63	94%
ESTRUCTURA CISTERNA	S/. 244,565.96	S/. 244,565.96	0%
ARQUITECTURA	S/. 2,471,866.81	S/. 1,875,661.85	24%
ARQUITECTURA CISTERNA	S/. 50,289.80	S/. 50,289.80	0%
INST. SANITARIAS	S/. 667,890.85	S/. 209,194.65	68%
INST. ELECTRICAS	S/. 946,537.56	S/. 334,183.84	65%
INST. ACI	S/. 261,508.63	S/. 209,044.86	20%
SIST. DACI	S/. 45,158.41	S/. 45,158.41	0%
VENTILACION MECANICA	S/. 88,885.90	S/. 88,885.90	0%
INST. ELECTROMECHANICAS	S/. 344,568.35	S/. 344,568.35	0%

Nota: El porcentaje de avance refleja la etapa en la que se intervino el proyecto, debido a que las partidas con mayor avance son las de estructuras e instalaciones de casco, mientras que las partidas de arquitectura se encuentran en desarrollo con un avance de 24%.

El proyecto antes de la paralización se encontraba por finalizar la partida de estructura, el casco de la torre, con las instalaciones implicadas en ella, pero no se había ejecutado la cisterna del edificio, ya que esta se encontraba fuera de la torre. Y las partidas de arquitectura recién se habían iniciado. Bajo este escenario, el cliente V Capital, decide intervenir el contrato de Grupo CORBUS y decide contratar a Gerencia RP para culminar las siguientes partidas:

- Estructura Cisternas
- Arquitectura Cisterna
- Instalaciones Sanitarias
- Instalaciones Eléctricas
- Agua Contra Incendio.

Dejando las partidas de Arquitectura y demás especialidades para ejecutarlas con personal de casa.

5.4 PLAN DE TRABAJO

Los trabajos fueron ejecutados según la secuencia constructiva, la cual se ha plasmado en el diagrama de Gantt según el cronograma de obra; para asegurar el cumplimiento de dicho cronograma es necesario aplicar la metodología Last Planner para el control del proyecto. Para la ejecución del proyecto es necesario subdividirlo en sectores dimensionando los metros y recursos para las actividades de manera equitativa, esto permitirá proyectar los avances diarios y/o semanales.

El proyecto se dividió en 3 frentes de trabajo, Frente 1 “Cisterna”, Frente 2 “Ingreso”, Frente 3 “Edificio” para cada frente se elaboró un cronograma y se plasmó en un diagrama Gantt, se realizó el control de producción y planificación a cada frente en particular, el presente trabajo analizará los resultados de la ejecución del Frente 1 “Cisterna”

5.4.1 FRENTE 1, CISTERNA

El frente 1 fue la elaboración del conjunto de cisternas que abastecen al edificio; la ejecución parte desde la excavación masiva, Relleno y compactación, Obras civiles de colocación de Acero, encofrado y colocación de concreto; Obras Arquitectura, Instalaciones y Especialidades.

A continuación, se muestra el WBS de los trabajos a realizar en la Cisterna, así como también el diagrama Gantt, necesarios para elaborar luego los planes intermedios o Look a Head.

Tabla 3.*WBS de los trabajos en cisterna – Proyecto Santa Leonor (Fuente: propia)*

EDT	NOMBRE DE TAREA	DURACIÓN	COMIENZO	FIN
1	CONDOMINIO SANTA LEONOR	96.25 días	lun 2/12/19	jue 12/03/20
1.1	FRENTE 1 - CISTERNAS	95 días	lun 2/12/19	mié 11/03/20
1.1.1	INICIO	0 días	lun 2/12/19	lun 2/12/19
1.1.2	OBRAS PROVISIONALES	2 días	lun 2/12/19	mar 3/12/19
1.1.2.1	ENTREGA DE PLANOS PRELIMINARES	1 día	lun 2/12/19	lun 2/12/19
1.1.2.2	ENTREGA DE TERRENO	1 día	lun 2/12/19	mar 3/12/19
1.1.3	TRABAJOS PRELIMINARES	1 día	mar 3/12/19	mié 4/12/19
1.1.3.1	ENTREGA DE EJES TRAZADOS	1 día	mar 3/12/19	mié 4/12/19
1.1.4	MOVIMIENTO DE TIERRAS	26 días	mié 4/12/19	jue 2/01/20
1.1.4.1	EXCAVACION MASIVA C/MAQUINARIA	4 días	mié 4/12/19	lun 9/12/19
1.1.4.2	MOVILIZACION DE MATERIAL EXISTENTE	4 días	mié 4/12/19	lun 9/12/19
1.1.4.3	APROBACION DE SC ESTRUCTURA	0 días	mié 4/12/19	mié 4/12/19
1.1.4.4	RELLENO Y COMPACTADO DE TERRENO H=0.20m C/RODILLO	1 día	lun 9/12/19	mar 10/12/19
1.1.4.5	ENTREGA DE PLANOS FINALES	0 días	lun 23/12/19	lun 23/12/19
1.1.4.6	EXCAVACION DE ZANJAS PARA CIMIENTOS	3 días	lun 23/12/19	jue 26/12/19
1.1.4.7	EXCAVACION DE ZANJAS PARA TUBERIAS	2 días	sáb 21/12/19	mar 24/12/19
1.1.4.8	RELLENO Y COMPACTADO MATERIAL PROPIO EN ZANJAS	1 día	mar 31/12/19	jue 2/01/20
1.1.5	CONCRETO SIMPLE	38 días	mar 24/12/19	mar 4/02/20
1.1.5.1	SOLADOS	3 días	mar 24/12/19	sáb 28/12/19
1.1.5.1.1	SOLADOS	3 días	mar 24/12/19	sáb 28/12/19
1.1.5.2	CIMIENTOS CORRIDOS	8 días	jue 26/12/19	sáb 4/01/20
1.1.5.2.1	ACERO EN CIMIENTOS	4 días	jue 26/12/19	mar 31/12/19
1.1.5.2.2	ENCOFRADO DE CIMIENTOS	4 días	vie 27/12/19	jue 2/01/20
1.1.5.2.3	CONCRETO EN CIMIENTOS	2 días	mar 31/12/19	jue 2/01/20
1.1.5.2.4	DESENCOFRADO DE CIMIENTOS	2 días	vie 3/01/20	sáb 4/01/20
1.1.5.3	PLATEA DE CIMETACION	7 días	sáb 28/12/19	lun 6/01/20
1.1.5.3.1	ACERO DE PLATEA	5 días	sáb 28/12/19	vie 3/01/20
1.1.5.3.2	CONCRETO EN PLATEA	2 días	vie 3/01/20	lun 6/01/20
1.1.5.4	CONCRETO VERTICALES	9 días	lun 6/01/20	mié 15/01/20
1.1.5.4.1	ACERO EN VERTICALES	5 días	lun 6/01/20	sáb 11/01/20
1.1.5.4.2	ENCOFRADO DE VERTICALES	5 días	mar 7/01/20	sáb 11/01/20
1.1.5.4.3	CONCRETO EN VERTICALES	5 días	mié 8/01/20	lun 13/01/20
1.1.5.4.4	DESENCOFRADO DE VERTICALES	6 días	jue 9/01/20	mié 15/01/20
1.1.5.5	LOSAS DE CONCRETO	21 días	lun 13/01/20	mar 4/02/20
1.1.5.5.1	ACERO EN LOSA	4 días	jue 16/01/20	mar 21/01/20
1.1.5.5.2	ENCOFRADO DE LOSA	5 días	lun 13/01/20	sáb 18/01/20

EDT	NOMBRE DE TAREA	DURACIÓN	COMIENZO	FIN
1.1.5.5.3	CONCRETO EN LOSA	2 días	mié 22/01/20	jue 23/01/20
1.1.5.5.4	DESENCOFRADO DE LOSA	4 días	vie 31/01/20	mar 4/02/20
1.1.6	INSTALACIONES SANITARIAS	23 días	sáb 28/12/19	mié 22/01/20
1.1.6.1	COLOCACION DE BRIDAS ROMPE AGUAS	3 días	sáb 11/01/20	mar 14/01/20
1.1.6.2	COLOCACION DE RED DE TUBERIAS	3 días	sáb 18/01/20	mar 21/01/20
1.1.6.3	TENDIDO DE RED DE TUBERIAS DESAGUE	3 días	sáb 28/12/19	mar 31/12/19
1.1.7	INSTALACIONES ELECTRICAS	46 días	mar 7/01/20	lun 24/02/20
1.1.7.1	COLOCACION DE PUNTOS	4 días	mar 7/01/20	sáb 11/01/20
1.1.7.2	TENDIDO DE RED DE TUBERIAS ELECTRICAS	2 días	sáb 18/01/20	mar 21/01/20
1.1.7.3	CABLEADO DE RED	2 días	mié 19/02/20	vie 21/02/20
1.1.7.4	COLOCACION DE PLACAS	2 días	vie 21/02/20	lun 24/02/20
1.1.8	AGUA CONTRA INCENDIO	34 días	mar 4/02/20	mar 10/03/20
1.1.8.1	COLOCACION DE TUBERIAS ACI	5 días	mar 4/02/20	sáb 8/02/20
1.1.8.2	INSTALACION DE TABLERO ACI	5 días	lun 10/02/20	vie 14/02/20
1.1.8.3	INSTALACION DE BOMBAS ACI	7 días	mar 3/03/20	mar 10/03/20
1.1.9	VARIOS	17 días	vie 14/02/20	mar 3/03/20
1.1.9.1	IMPERMEABILIZACION DE CISTERNAS	17 días	vie 14/02/20	mar 3/03/20
1.1.10	PRUEBAS	14 días	vie 21/02/20	sáb 7/03/20
1.1.10.1	PRUEBA DE ESTANQUEIDAD	4 días	mar 3/03/20	sáb 7/03/20
1.1.10.2	PRUEBA DE CONTINUIDAD	4 días	vie 21/02/20	mié 26/02/20
1.1.10.3	PRUEBA DE VOLTAJE	4 días	vie 21/02/20	mié 26/02/20
1.1.11	FIN DE CISTERNA	0 días	mar 3/03/20	mar 3/03/20

Nota: El WBS fue elaborado considerando la participación de los contratistas involucrados en cada actividad para determinar los plazos de ejecución y establecer el compromiso de entrega final.

Según la programación inicial, el tiempo estimado para ejecutar la cisterna es de 95 días calendario, esta duración ha sido consensuada con el equipo de Gerencia RP y los contratistas involucrados en la ejecución para poder establecer los compromisos de cumplimiento de cada actividad; estas fechas de entrega son presentadas al cliente para poder cruzar con las fechas que ellos necesitan que esté culminada y operativa la cisterna a la hora de entregar los departamentos. Finalmente se acordó que la fecha última de entrega de la cisterna sería el 03/03/2020; ya que, la fecha de entrega de los departamentos iniciaba el 30/03/2020, estos días de buffers podrían ser aprovechados para cubrir cualquier incertidumbre o hecho que afecte el cumplimiento de lo establecido.

De hecho, la principal restricción que hubo para la ejecución de la cisterna fue la entrega de los planos definitivos de las instalaciones sanitarias, lo cual fue motivo de atraso en el inicio de actividades. En la programación inicial la entrega definitiva de planos estaba programada para el 2/12/2019 con una holgura de 21 días para no afectar la fecha fin de la cisterna que va de la mano con la entrega de departamentos.

5.4.1.1 Planificación Del Proyecto

Las obras civiles y de arquitectura en la cisterna se programaron para culminarse en 75 días, ya que se tuvo aproximadamente 1 mes de planificación para cuadrar fechas, rendimientos, plan de acción y lo más importante, la participación de los involucrados en la ejecución que en este caso iban a ser los subcontratistas de movimientos de tierras y compactación, obras civiles y arquitectura y acabados.

Para ello lo primero que se tuvo que hacer, es conocer el alcance contractual a nivel presupuestal para luego contrastar con lo que existe en los planos y especificaciones técnicas del proyecto. En este punto se identificaron brechas, que el presupuesto no consideraba por error en el metrado y exclusiones de partidas que no se podían obviar por proceso constructivo y cumplimiento del RNE.

5.4.1.2 Adjudicación De Sub-Contratistas

Excavación Masiva y Compactación

El presupuesto para la excavación de la cisterna fue el siguiente.

Tabla 4.

Presupuesto de Excavación de cisterna – Proyecto Santa Leonor (Fuente: propia)

DESCRIPCION	UND.	METRADO	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL	PRECIO TOTAL
EXCAVACIONES					S/. 28,676.28
EXCAVACION MASIVA Y ELIMINACIÓN	m3	1023.25	S/. 18.50	S/.18,930.08	
RELLENO CON MATERIAL PRESTAMO (AFIRMADO)	m3	186.05	S/. 35.00	S/. 6,511.58	
COMPACTACION DE MATERIAL DE PRESTAMO EN CAPAS DE 20CM AL	m2	744.18	S/. 3.50	S/. 2,604.63	
PERFILADO MANUAL DE COMPACTACION	m2	63	S/. 10.00	S/. 630.00	

Nota: La elaboración de este presupuesto se realizó considerando las actividades necesarias para realizar la partida y contemplando el monto disponible para la misma en el presupuesto del saldo.

En este caso se optó por ejecutar la partida con un sub contratista a todo costo, este asumía la excavación y eliminación del material, así como también la maquinaria necesaria para realizar la actividad, el volumen de excavación coincidía con el metrado teórico por lo que en esta partida no hubieron problemas para poder llevarlo a cabo; lo que se tuvo que definir luego con el sub contratista sería la fecha de ingreso, los lineamientos a seguir, la documentación necesaria y los controles de calidad que se iban a seguir en el proyecto.

Estructura Cisterna

El presupuesto para la ejecución de obras civiles en la cisterna fue el siguiente:

Tabla 5.

Presupuesto de Estructura de Cisterna según contrato (fuente: propia)

PRESUPUESTO					
DESCRIPCION	UND.	METRADO	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL	PRECIO TOTAL
EXCAVACIONES					S/. 28,676.28
EXCAVACION MASIVA Y ELIMINACIÓN	m3	1,023.25	S/. 18.50	S/. 18,930.08	
RELLENO CON MATERIAL PRESTAMO (AFIRMADO)	m3	186.05	S/. 35.00	S/. 6,511.58	
COMPACTACION DE MATERIAL DE PRESTAMO EN CAPAS DE 20CM AL 95% DEL PROCTOR MODIFICACADO EN SOTANO h=0.60	m2	744.18	S/. 3.50	S/. 2,604.63	
PERFILADO MANUAL DE COMPACTACION	m2	63.00	S/. 10.00	S/. 630.00	
PLATEA DE CIMENTACION					S/. 84,235.66
SOLADO C:H=1:12, PARA CIMIENTO Y ZAPATA	m2	18.13	S/. 23.85	S/. 432.33	
ZAPATAS 210		-			
CONCRETO EN ZAPATAS F'C=210 KG/CM2	m3	2.38	S/. 291.21	S/. 693.07	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA ZAPATA	m2	11.40	S/. 38.00	S/. 433.20	
ACERO CORRUGADO F'Y= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	81.84	S/. 3.56	S/. 291.08	
LOSA DE CIMENTACION 210		-			
CONCRETO PARA LOSA DE CIMENTACION F'C=210 KG/CM2	m3	148.06	S/. 291.21	S/. 43,116.08	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA LOSA DE CIMENTACION	m2	8.94	S/. 38.00	S/. 339.59	
ACERO CORRUGADO F'Y= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	5,629.49	S/. 3.56	S/. 20,022.39	
REFUERZOS ACERO CORRUGADO F'Y= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	446.80	S/. 3.56	S/. 1,589.13	
VIGAS DE CIMENTACION 210 CORTE P-P		-			
CONCRETO PARA VIGAS DE CIMENTACION F'C=210 KG/CM2	m3	28.46	S/. 291.21	S/. 8,286.43	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL VIGAS DE CIMENTACION	m2	59.19	S/. 38.00	S/. 2,249.12	
ACERO CORRUGADO F'Y= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	703.34	S/. 3.56	S/. 2,501.56	
COLUMNAS 210		-			
CONCRETO PARA COLUMNAS F'C=210 KG/CM2	m3	3.01	S/. 291.21	S/. 875.62	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA COLUMNAS	m2	23.46	S/. 38.00	S/. 891.53	
ACERO CORRUGADO F'Y= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	706.98	S/. 3.56	S/. 2,514.53	

DESCRIPCION	UND.	METRADO	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL	PRECIO TOTAL
CISTERNA					S/. 131,654.01
OBRAS DE CONCRETO ARMADO					
PLACAS ARMADAS 210					
CONCRETO PARA MUROS Y TABIQUES F'C=210 KG/CM2	m3	104.92	S/. 291.21	S/.30,554.31	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN MUROS Y PLACAS	m2	989.48	S/. 38.00	S/.37,600.27	
ACERO CORRUGADO F'Y= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	10,343.69	S/. 3.56	S/.36,789.37	
LOSAS MACIZAS 210					
CONCRETO PARA LOSAS MACIZAS F'C=210 KG/CM2	m3	31.07	S/. 291.21	S/. 9,047.99	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA LOSA MACIZA	m2	258.92	S/. 38.00	S/. 9,839.07	
ACERO CORRUGADO F'Y= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	2,199.51	S/. 3.56	S/. 7,823.00	
					S/. 244,565.96

Nota: el presupuesto de la estructura de la cisterna se encontraba al 100% debido a que no se había ejecutado esta partida

*Los precios unitarios son los de contrato

*Los metrados teóricos y los reales tenían diferencias.

Esta partida, fue analizada en conjunto y se optó por hacer un subcontrato a todo costo; ya que revisando los metrados y los precios unitarios que se habían considerado, estaban muy acorde a lo real y las posibilidades de tener éxito eran altas.

Solicitamos a los subcontratistas enviar sus cotizaciones a todo costo para la ejecución de la estructura de cisterna, para ello se le enviaron los planos del proyecto y el control de calidad que se iba a tener en el proyecto.

Una vez definidos los plazos, el plan a seguir, la cantidad de personas, la secuencia de trabajo, los controles de calidad y revisión entre una actividad y otra y los compromisos que iban a asumir cada una de las partes, se adjudicó la partida a la subcontratista que se muestra en la tabla 6. Esta adjudicación a todo costo supondría un ahorro de S/. 96,306.00 aproximadamente un 44% para el cliente respecto al presupuesto en esta partida; ya que logramos cerrar esa contratación con un margen a favor.

Tabla 6.*Cotización de subcontratista adjudicado para la partida de estructuras*

A&N TUFINO BUILDING COMPANY S.A.C
 INGENIERÍA - ARQUITECTURA - CONSTRUCCIÓN
 Urb. Las Terrazas de Carapunguillo Mz. S1 Lote. 60
 Lurigancho - Chosica - Lima - Lima
 Telf. 3006091 Cel. 953940193 Cel. 995992378
 Email: will-tufi@hotmail.com / ventas@ayntufino.com
 www.ayntufino.com

PRESUPUESTO

DESCRPCION	UND.	METRADO	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL	PRECIO TOTAL
EXCAVACIONES					S/.
EXCAVACION MASIVA Y TRASLADO (A PARQUE CENTRAL)	m3	1009.00	S/. 35.00	S/.35,315.00	
RELLENO CON MATERIAL PRESTAMO (AFIRMADO)	m3	171.00	S/. 60.00	S/.10,260.00	
COMPACTACION DE TERRENO NATURAL	m2	262.20	S/. 6.00	S/. 1,573.20	
COMPACTACION DE MATERIAL DE PRESTAMO EN CAPAS DE 20CM AL 95% DEL PROCTOR MODIFICACADO EN SOTANO h=0.60 EN ZONA DE CISTERNA	m2	715.20	S/. 6.00	S/. 4,291.20	
PRUEBAS DE PROCTOR	und	2.00	S/. 250.00	S/. 500.00	
TOMAS DE PRUEBAS	und	9.00	S/. 100.00	S/. 900.00	
WATER STOP	ml	102.00	S/. 15.00	S/. 1,530.00	
PLATEA DE CIMENTACION					S/. 23,348.32
SOLADO C:H=1:12, PARA CIMIENTO Y ZAPATA	m2	24.00	S/. 25.00	S/. 600.00	
ZAPATAS 210 (2)					
CONCRETO EN ZAPATAS F'C=210 KG/CM2	m3	1.20	S/. 44.00	S/. 52.80	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA ZAPATA	m2	4.80	S/. 41.00	S/. 196.80	
ACERO CORRUGADO F'Y= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	43.00	S/. 1.50	S/. 64.50	
CURADO DE CONCRETO	m2	4.80	S/. 2.00	S/. 9.60	
LOSA DE CIMENTACION 210					
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA LOSA DE CIMENTACION	m2	18.00	S/. 41.00	S/. 738.00	
ACERO CORRUGADO F'Y= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	7211.00	S/. 1.50	S/.10,816.50	
CURADO DE CONCRETO	m2	226.70	S/. 2.00	S/. 453.40	
VIGAS DE CIMENTACION 210 CORTE P-P					
CONCRETO PARA VIGAS DE CIMENTACION F'C=210 KG/CM2	m3	1.68	S/. 44.00	S/. 73.92	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL VIGAS DE CIMENTACION	m2	6.30	S/. 41.00	S/. 258.30	
ACERO CORRUGADO F'Y= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	82.00	S/. 1.50	S/. 123.00	
CURADO DE CONCRETO	m2	6.30	S/. 2.00	S/. 12.60	
COLUMNAS 210					
ACERO CORRUGADO F'Y= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	2,435.00	S/. 1.50	S/. 3,652.50	

DESCRIPCION	UND.	METRADO	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL	PRECIO TOTAL
CISTERNA					S/. 77,993.30
OBRAS DE CONCRETO ARMADO					
CIMENTACION DE PLACAS ARMADAS 210					
CONCRETO PARA MUROS Y TABIQUES F'C=210 KG/CM2	m3	25.00	S/. 44.00	S/. 1,100.00	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN MUROS Y PLACAS	m2	66.40	S/. 41.00	S/. 2,722.40	
ACERO CORRUGADO F'Y= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	225.00	S/. 1.50	S/. 337.50	
CURADO DE CONCRETO	m2	66.40	S/. 2.00	S/. 132.80	
PLACAS ARMADAS 210					
CONCRETO PARA MUROS Y TABIQUES F'C=210 KG/CM2	m3	98.20	S/. 44.00	S/. 4,320.80	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN MUROS Y PLACAS	m2	728.00	S/. 41.00	S/.29,848.00	
ACERO CORRUGADO F'Y= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	6,140.00	S/. 1.50	S/. 9,210.00	
CURADO DE CONCRETO	m2	728.00	S/. 2.00	S/. 1,456.00	
MUROS INTERNOS 210					
CONCRETO PARA MUROS Y TABIQUES F'C=210 KG/CM2	m3	19.10	S/. 44.00	S/. 840.40	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN MUROS Y PLACAS	m2	298.40	S/. 41.00	S/.12,234.40	
ACERO CORRUGADO F'Y= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1,327.00	S/. 1.50	S/. 1,990.50	
CURADO DE CONCRETO	m2	298.40	S/. 2.00	S/. 596.80	
LOSAS MACIZAS 210 E= 0,12 Y 0,20					
CONCRETO PARA LOSAS MACIZAS F'C=210 KG/CM2	m3	31.00	S/. 44.00	S/. 1,364.00	
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA LOSA MACIZA	m2	226.70	S/. 41.00	S/. 9,294.70	
ACERO CORRUGADO F'Y= 4200 kg/cm2 GRADO 60. 8MM	kg	1,346.00	S/. 1.50	S/. 2,019.00	
CURADO DE CONCRETO	m2	263.00	S/. 2.00	S/. 526.00	
SUBTOTAL					S/. 101,341.62
I.G.V					S/. 18,241.49
TOTAL					S/. 119,583.11

Nota: los metrados y precios unitarios fueron revisados y aprobados con las cantidades reales del proyecto

*La partida "Excavaciones" se excluye del presupuesto debido a que se adjudicó esta actividad a otro Subcontratista.

Arquitectura Cisterna

El presupuesto para la ejecución de las obras de arquitectura de la cisterna fue:

Tabla 7.*Presupuesto Arquitectura Cisterna (Fuente: propia)*

DESCRIPCION	UND	METRADO	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
CISTERNA				
PISOS				
PISO DE CEMENTO PULIDO	m2	53.38	S/. 37.95	S/2,025.77
CONTRAPISO				
CONTRAPISO CISTERNA ACI Y CTO	m2			
MAQUINAS	m3			
CONCRETO F'c: 210 kg/cm2	m3			
REVESTIMIENTOS				
TARRAJEO DE CISTERNA	m2	337.88	S/. 26.15	S/8,835.49
CONTRAZOCALOS				
CONTRAZOCALO DE CEMENTO PULIDO H=0.30m	ml	35.6	S/. 16.00	S/ 569.60
IMPERMEABILIZACION				
TARRAJEO IMPERMEABILIZADO DE CISTERNA	m2			-
TOTAL				S/ 11, 430. 86

Nota: La partida “Contrapiso de cisterna ACI y Cto Maquinas” no se considera metrado, debido a que se proyectó realizar el vaciado de concreto de la losa a nivel de piso terminado.

*La partida “Impermeabilización” se excluyó de este presupuesto ya que se manejó con una subcontrata especializada, la cual cubriría también las irregularidades existentes en el vaciado de piso

En esta partida el presupuesto contractual era muy bajo y no consideraba actividades necesarias tales como: Limpieza y desinfección al interior de las cisternas, Poyos para bombas, Derrame de puertas y ventanas de inspección, Acabado de Canaletas, Acabado media caña en interior de cisterna y canaletas, Contra zócalo y Solaqueo de cuarto de bombas. Estas actividades son necesarias para la normal funcionabilidad de las cisternas y cuarto de bombas y se tienen que ejecutar, aunque no estén consideradas en el presupuesto.

Tabla 8.*Presupuesto Real de trabajos de Arquitectura Cisterna (Fuente: propia)*

PPTO CONTRACTUAL POR VALORIZAR						
DESCRIPCION	UND.	METRADO	PRECIO UNITARIO		PRECIO PARCIAL	
ARQUITECTURA CISTERNA						
PISOS						
Piso de cemento pulido	m2	53.38				-
CONTRAPISOS						
Contrapiso cisterna (ACI y consumo TORRE 1 y cuarto de máquinas incluido media caña	m2	177.94				-
CONCRETO F´c: 210 kg/cm2	m3	13.45				-
REVESTIMIENTO						
Tarrajeo en cisterna	m2					
Limpieza al interior de la cisterna ACI y Consumo Torre 1	m2	777.68				-
Limpieza pozo sumidero	m2	11.75	S/.	12.00	S/.	141.00
Solaqueo de cuarto de bomba	m2	325.00	S/.	18.00	S/.	5,850.00
Pollo para bomba de presión cte (3 unidades+1) jockey	und	3.00	S/.	225.00	S/.	675.00
Losa para bomba ACI h:0.15	m2	1.00	S/.	500.00	S/.	500.00
Derrame de puertas y ventanas (ACI, consumo Torre 1)	ml	50.00	S/.	45.00	S/.	2,250.00
Picado, resane y acabado pulido de canaletas en cuarto de máquinas a:30 cm	ml	29.00	S/.	120.00	S/.	3,480.00
Media caña de canaletas pulidos		80.80	S/.	18.00	S/.	1,454.40
Limpieza de losa de techo		225.00	S/.	13.80	S/.	3,105.00
CONTRAZOCALOS						
Contra zócalo de cemento pulido h=0.30m	ml	69.00	S/.	20.00	S/.	1,380.00
Movilización de materiales	glb	1.00	S/.	1,000.00	S/.	1,000.00
TOTAL						S/.19,835.40

Nota: Las partidas de “Pisos” y “Contra pisos” se excluyen del presupuesto, debido a que se ejecutarán estos trabajos en la etapa de Estructuras.

*Los metrados corresponden a la realidad del proyecto.

*Los precios unitarios fueron consensuados con la subcontrata para no impactar en el costo, manteniendo el estándar de calidad.

En esta partida tenemos una pérdida de S/. 8400, la cual fue reducida al máximo; ya que, por la cantidad de trabajo que había que ejecutar el presupuesto hubiera sido mayor.

5.4.1.3 Implementación De LPS

A continuación, se va a desarrollar paso a paso los procedimientos de la implementación del Last Planner System, comenzando por la definición de las actividades y

los compromisos de duración de cada una de ella, en la Pull Session que se realizó se obtuvieron los siguientes compromisos por parte de los contratistas que participaron.

Movimiento de Tierras, con una duración 26 días hábiles y las siguientes actividades a ejecutar; Excavación masiva y eliminación de material, Relleno y Compactación de terreno con material seleccionado, Perfilado manual y Excavación localizada.

Obras de Concreto Armado, con una duración de 38 días hábiles y las siguientes actividades a ejecutar; Colocación de Acero en columnas, placas y losas; Encofrado y Desencofrado de columnas, placas y losas; Colocación de concreto en columnas, placas y losas.

Instalaciones Sanitarias, con una duración de 29 días hábiles y las siguientes actividades a ejecutar; Colocación de tubería enterrada para cisterna, Colocación de red de tuberías sanitarias en placas y losas, Pruebas y ensayos.

Instalaciones Eléctricas, con una duración de 46 días hábiles y las siguientes actividades a ejecutar; Colocación de tuberías en placas y losas, Colocación de tableros eléctricos, Cableado de la red eléctrica, Pruebas y Ensayos.

Agua Contra Incendio, con una duración de 34 días hábiles y las siguientes actividades a ejecutar; Colocación de red ACI en cisterna, Colocación de equipos de bombeo, Pintura de tuberías ACI, Pruebas y Ensayos.

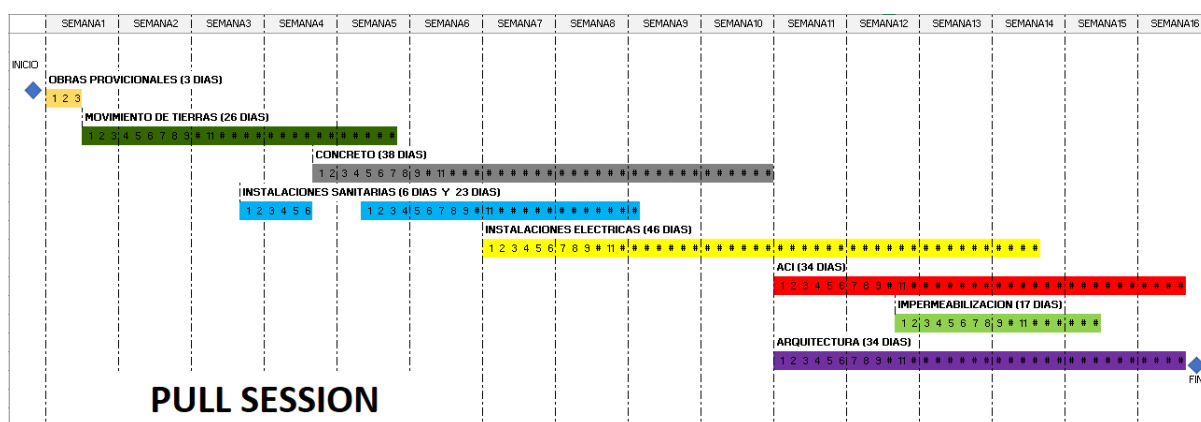
Arquitectura, con una duración de 34 días hábiles y las siguientes actividades a ejecutar;

Solaqueo de muros en cuarto de máquinas, Solaqueo de cielo raso, Revoques y Enlucidos en vanos, Derrames en canaletas y puertas.

Impermeabilización, con una duración de 17 días hábiles y las siguientes actividades a ejecutar; impermeabilización de cisternas de consumo y ACI.

Figura 15.

Pull Session Proyecto Santa Leonor (Fuente: propia)



A continuación, se elabora el *Look Ahead*, para tener un horizonte más claro de las actividades que se van a realizar considerando aquellas que no presenten restricciones para su ejecución, los Look Ahead semanales se adjuntan como anexo en el apartado del presente informe.

Figura 16.*Look Ahead Proyecto Santa Leonor (Fuente: propia)*

STATUS	SC	DESCRIPCIÓN	FECHA INICIO	FECHA FIN	DUR. REAL	Cuadrilla	UND	CANTIDAD TOTAL
TÍTULO	TÍTULO	PAQUETE 06						
TÍTULO	TÍTULO	FRENTE 1						
TÍTULO	TÍTULO	CISTERNAS						
TÍTULO	TÍTULO	Excavacion						
COMPLETO	SC	Trazo y Replanteo por Topografía	2/12/2019	3/12/2019	1	SC	glb	1.00
COMPLETO	SC	Entrega de planos definitivos EST, IISS, ACI	2/12/2019	3/12/2019	1	SC	glb	1.00
COMPLETO	SC	Exc Masiva con maquinaria	4/12/2019	7/12/2019	3	SC	m3	975.00
PENDIENTE	SC	Perfilado manual y Solado	1/01/2020	4/01/2020	3	SC	glb	1.00
PENDIENTE	SC	Compactacion Terreno existente	3/01/2020	5/01/2020	2	SC	m2	278.00
TÍTULO	TÍTULO	Estructuras						
PENDIENTE	SC	Acero en Cimientos corridos Sector 1	3/01/2020	6/01/2020	3	SC	kg	2,300.00
PENDIENTE	SC	Acero en Platea de cimentacion Sector 1	4/01/2020	8/01/2020	4	SC	kg	18.00
PENDIENTE	SC	Tuberías enterradas Sector 1	6/01/2020	7/01/2020	1	SC	glb	1.00
PENDIENTE	SC	Encofrado Sector 1	8/01/2020	9/01/2020	1	SC	glb	8,500.00
PENDIENTE	SC	Concreto en cimientos corridos Sector 1	9/01/2020	9/01/2020	1	SC	m3	8,500.00
PENDIENTE	SC	Concreto en Platea de cimentacion Sector 1	9/01/2020	9/01/2020	1	SC	m3	145.00
PENDIENTE	SC	Acero en Cimientos corridos Sector 2	9/01/2020	12/01/2020	3	SC	kg	145.00
PENDIENTE	SC	Acero en Platea de cimentacion Sector 2	10/01/2020	14/01/2020	4	SC	kg	145.00
PENDIENTE	SC	Tuberías enterradas Sector 2	11/01/2020	12/01/2020	1	SC	glb	145.00
PENDIENTE	SC	Encofrado Sector 2	14/01/2020	15/01/2020	1	SC	glb	145.00
PENDIENTE	SC	Concreto en cimientos corridos Sector 2	16/01/2020	16/01/2020	1	SC	m3	145.00
PENDIENTE	SC	Concreto en Platea de cimentacion Sector 2	16/01/2020	16/01/2020	1	SC	m3	145.00
PENDIENTE	SC	Acero en columnas y muros	15/01/2020	19/01/2020	4	SC	kg	7300.00
PENDIENTE	SC	Colocacion de Bidas	17/01/2020	19/01/2020	2	SC	kg	7300.00
PENDIENTE	SC	Encofrado de muros	18/01/2020	22/01/2020	4	SC	m2	1.00
PENDIENTE	SC	Concreto en muros	21/01/2020	23/01/2020	2	SC	m3	100.00
PENDIENTE	SC	Encofrado de techo	24/01/2020	28/01/2020	4	SC	m2	278.00
PENDIENTE	SC	Acero en techo	26/01/2020	29/01/2020	3	SC	kg	1200.00
PENDIENTE	SC	IISS / IIIE	27/01/2020	28/01/2020	1	SC	glb	1.00
PENDIENTE	SC	Concreto en techo	30/01/2020	1/02/2020	2	SC	m3	1.00
PENDIENTE	SC	Impermeabilizacion de cisterna	11/02/2020	15/02/2020	4	SC	m2	1.00

En la *figura 16* se refleja todas las actividades involucradas en la ejecución de la cisterna, este plan es tentativo y nos ayuda a visualizar un horizonte de duración y prelación de actividades para aproximarnos a una fecha tentativa de fin.

5.4.1.4 Indicadores Por Medir

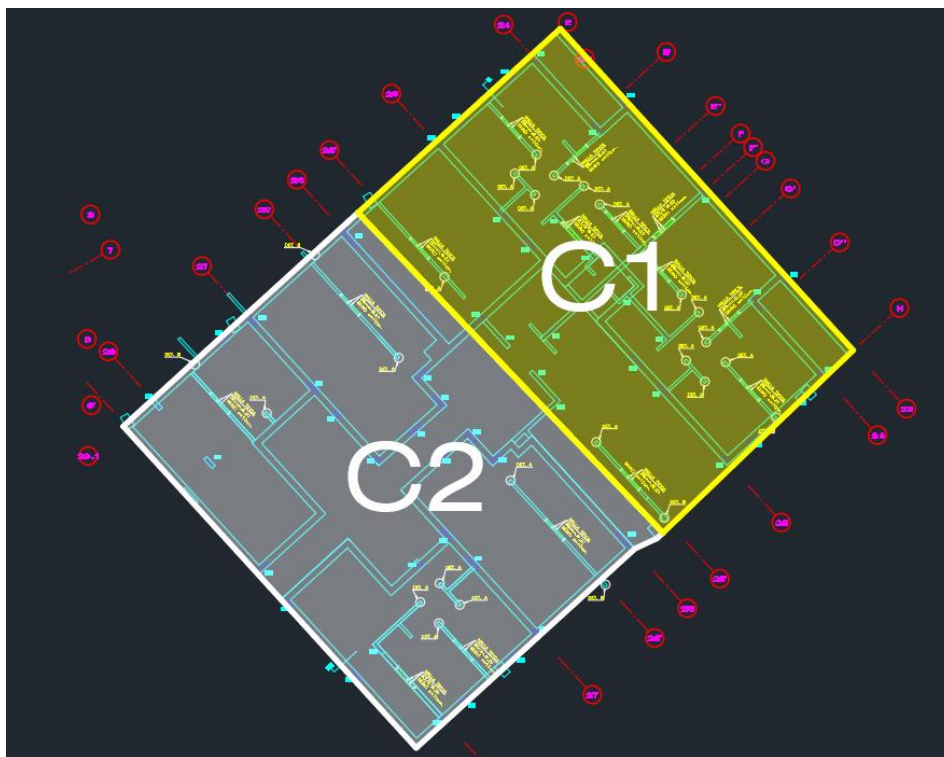
Los indicadores con los que se han medido el desarrollo del proyecto son a través del PPC (Porcentaje de Plan Cumplido) y las CNC (Causas de No Cumplimiento). En el siguiente capítulo se va a desarrollar y analizar los resultados de la implementación del LPS, además, se mostrarán las gráficas del PPC, los planes semanales, el análisis de restricciones y las CNC.

5.4.2 SECTORIZACION

Para un control más óptimo del cumplimiento de las actividades planificadas, se realizó una sectorización de la cisterna para la etapa de cimientos y ejecución de elementos verticales y horizontales.

Figura 17.

Sectorización de cimientos Proyecto Santa Leonor



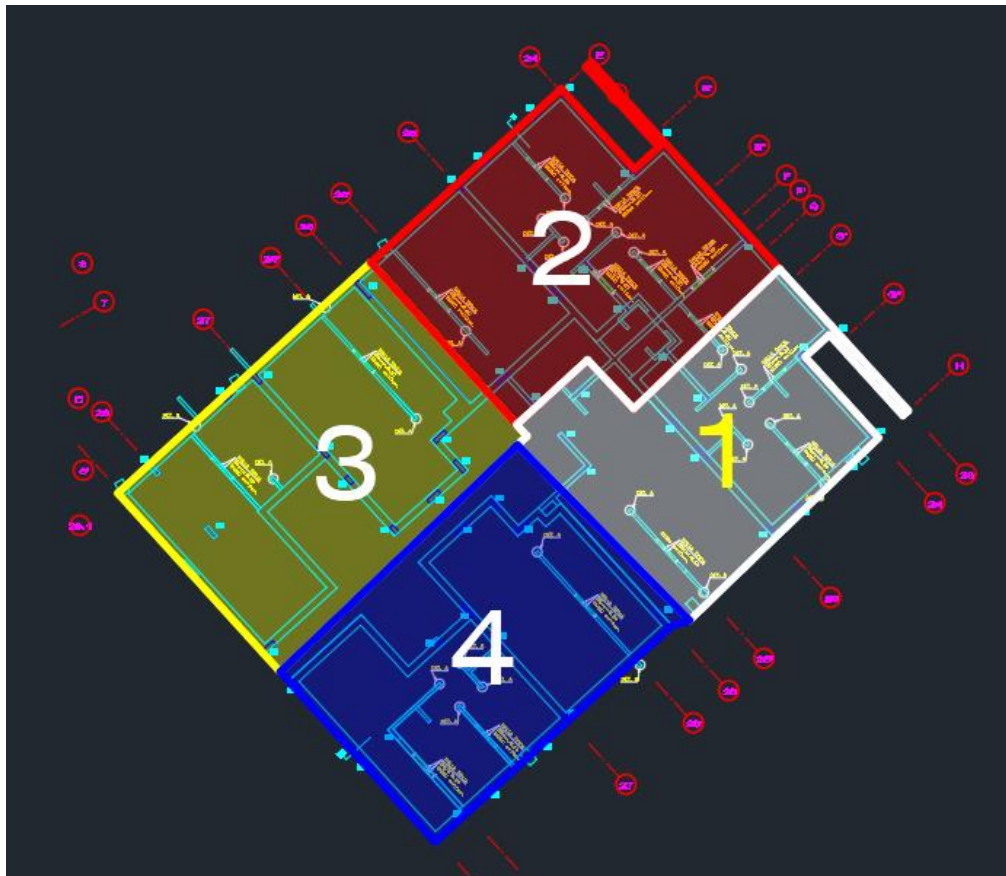
La distribución de los sectores se realizó considerando los metrados teóricos y balanceando la cantidad de trabajo de manera que cada sector contenga metrados equivalentes.

La platea de cimentación se dividió en dos sectores considerando el vaciado de concreto como la actividad crítica, ya que, la cantidad de metros cúbicos que representaba el vaciado de la platea no se podía ejecutar en un solo día; por lo tanto, se solicitó y obtuvo la aprobación del especialista estructural para aprobar el plan de vaciado.

La distribución de los sectores en los elementos verticales y horizontales se realizaron considerando la partida de encofrado de muros como crítica, porque se propuso dividir la cisterna en 4 sectores.

Figura 18.

Sectorización de elementos Verticales y Horizontales Proyecto Santa Leonor



6 ANALISIS Y RESULTADOS

6.1 PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (PPC)

El porcentaje de plan cumplido del proyecto Santa Leonor se refleja en la siguiente tabla 9, la cual muestra el número de tareas programadas y realizadas, se muestra también los PPC semanal acumulado. Tal como se anticipó, el presente trabajo abarca un horizonte de 10 semanas de estudio, manteniendo un PPC acumulado por encima del 80%, siendo en algunas semanas mayor al 90%.

Tabla 9.*Conteo de Tareas Acumuladas Semanales*

	TAREAS PROGRAMADAS		TAREAS REALIZADAS		PPC			
	SEMANAL	ACUM	SEMANAL	ACUM	SEMANAL	ACUM	CRITICO	OPTIMO
SEMANA 1	7	7	7	7	100%	100%	80%	90%
SEMANA 2	9	16	8	15	89%	94%	80%	90%
SEMANA 3	16	32	12	27	75%	84%	80%	90%
SEMANA 4	19	51	15	42	79%	82%	80%	90%
SEMANA 5	13	64	12	54	92%	84%	80%	90%
SEMANA 6	21	85	19	73	90%	86%	80%	90%
SEMANA 7	9	94	9	82	100%	87%	80%	90%
SEMANA 8	2	96	2	84	100%	88%	80%	90%
SEMANA 9	15	111	13	97	87%	87%	80%	90%
SEMANA 10	18	129	17	114	94%	88%	80%	90%

Nota: La tabla muestra la cantidad de actividades programadas respecto al look Ahead.

En la figura 36 Diagrama de PPC acumulado, se muestra gráficamente la tendencia del PPC, hay que considerar que los parámetros mínimos de aceptación del PPC es 80% y los valores por debajo a este son considerados como críticos.

A continuación, se presentan las actividades semanales programadas y ejecutadas en el proyecto Santa Leonor durante las diez semanas de estudio del presente trabajo.

Tabla 10.*Actividades programadas Semana 01, Proyecto Santa Leonor*

SEMANA 01	23/12/2019	24/12/2019	25/12/2019	26/12/2019	27/12/2019	28/12/2019
	L	M	X	J	V	S
CISTERNAS						
Excavación						
Trazo y Replanteo por Topografía	0.50	0.50	-	-	-	-
Entrega de planos definitivos EST, IISS, ACI	-	-	-	1.00	-	-
Exc. Masiva con maquinaria	-	0.25	-	0.25	0.25	0.25
Perfilado manual y Solado						
Compactación Terreno existente						

Nota: La tabla muestra la cantidad de actividades programadas respecto al look Ahead.

En la semana 01, se programaron actividades preliminares para la ejecución de los trabajos, siendo la entrega de planos definitivos la actividad más crítica de esta semana, la cual, se había alertado con anticipación al promotor.

Figura 19.

Eliminación de desmonte y limpieza de terreno existente, Proyecto Santa Leonor



La partida de Movimiento de Tierras del proyecto fue subcontratada considerando la eliminación de desmonte existente (Ver figura 19), excavación masiva y eliminación de material propio, relleno y compactación de terreno.

Tabla 11.

Actividades Ejecutadas Semana 01, Proyecto Santa Leonor

SEMANA 01		23/12/2019	24/12/2019	25/12/2019	26/12/2019	27/12/2019	28/12/2019
CISTERNAS		L	M	X	J	V	S
Excavación							
Trazo y Replanteo por Topografía		0.50	0.50	-	-	-	-
Entrega de planos definitivos EST, IISS, ACI		-	-	-	1.00	-	-
Exc Masiva con maquinaria		-	0.25	-	0.25	0.25	0.25
Perfilado manual y Solado							
Compactación Terreno existente							

Nota: La tabla muestra la cantidad de actividades ejecutadas respecto al look Ahead.

En la semana 01, se cumplió con las actividades programadas al 100%, ya que los planos definitivos llegaron a tiempo, el subcontratista de movimiento de tierras inició sus actividades en el día previsto y su velocidad de producción fue adecuado para poder culminar con lo programado.

Considerando las actividades de la semana 02, se identificó que la colocación de acero en platea y cimientos corridos sería la actividad crítica; por lo tanto, se decidió traer el despacho total de acero necesario para la ejecución de la cisterna; ya que, se contaba con espacio dentro del proyecto para poder almacenar el material y así reducir la restricción respecto a material.

Figura 20.

Despacho de acero para platea de cimentación y muros de cisterna, Proyecto Santa Leonor



Figura 21.*Banco de Acero Proyecto Santa Leonor*

Nota: El almacenamiento del acero se realizó según las especificaciones que el material necesita.

Tabla 12.*Actividades Programadas Semana 02, Proyecto Santa Leonor*

SEMANA 02	30/12/2019	31/12/2019	1/01/2020	2/01/2020	3/01/2020	4/01/2020
CISTERNAS	L	M	X	J	V	S
Excavación						
Trazo y Replanteo por Topografía	-	-	-	-	-	-
Entrega de planos definitivos EST, IISS, ACI	-	-	-	-	-	-
Exc Masiva con maquinaria	-	-	-	-	-	-
Perfilado manual y Solado	-	-	0.25	0.25	0.25	0.25
Compactación Terreno existente	-	-	-	-	139.00	139.00
Estructuras						
Acero en Cimientos corridos Sector 1	-	-	-	-	833.33	833.33
Acero en Platea de cimentación Sector 1	-	-	-	-	-	625.00

Semana 02, en esta semana se tenía programado realizar las actividades de perfilado manual de cimientos corridos, relleno controlado y compactación de terreno y colocación de acero en platea de cimentación y cimientos corridos en el sector 1.

El relleno controlado y compactación de terreno con material seleccionado se ejecutaron según lo planificado.

La ejecución del perfilado manual de cimientos se realizó siguiendo la sectorización planeada para así poder iniciar con las actividades predecesoras como lo son, colocación de acero en cimientos corridos siguiendo también la sectorización.

Figura 22.

Perfilado Manual de cimientos corridos en Cisternas, Proyecto Santa Leonor



En la figura 22, se aprecia la realización del perfilado manual de los cimientos corridos en el sector 1 de la cisterna, esta actividad se culminó en los cuatro días que se había programado para esta actividad.

Figura 23.

Ensayo de Compactación del terreno en platea de cisterna, Proyecto Santa Leonor



En la figura 23, se aprecia la realización de la prueba de compactación del terreno a través del método del cono con arena; el cual resultó positivo y así se pudo continuar con la excavación localizada de las tuberías enterradas y la colocación de acero en la platea de cimentación.

Tabla 13.*Actividades Ejecutadas Semana 02, Proyecto Santa Leonor*

SEMANA 02	30/12/2019	31/12/2019	1/01/2020	2/01/2020	3/01/2020	4/01/2020
CISTERNAS	L	M	X	J	V	S
Excavación						
Trazo y Replanteo por Topografía	-	-	-	-	-	-
Entrega de planos definitivos EST, IISS, ACI	-	-	-	-	-	-
Exc Masiva con maquinaria	-	-	-	-	-	-
Perfilado manual y Solado	-	-	0.25	0.25	0.25	0.25
Compactación Terreno existente	-	-	-	-	139.00	139.00
Estructuras						
Acero en Cimientos corridos Sector 1	-	-	-	-	833.33	833.33
Acero en Platea de cimentación Sector 1	-	-	-	-	-	250.00

La tabla 13, nos muestra las actividades ejecutadas en la semana 02 y se observa que la partida de colocación de acero en platea de cimentación en el sector 1 no se culminó en su totalidad según lo que estaba previsto. La causa de no cumplimiento fue la falta de personal necesario, ya que, la subcontratista había proyectado realizar los trabajos con 3 cuadrillas, pero el sábado 04/01/2020 no asistió un operario, por lo tanto, la producción se vio afectada.

Respecto a la semana 03, se identificó que la actividad crítica sería la colocación de concreto en la platea de cimentación y en los cimientos corridos en el sector 1, por lo tanto, se envió una programación de vaciado a la empresa proveedora de concreto para evitar problemas con las unidades (mixers) a la hora del despacho.

Tabla 14.*Actividades Programadas Semana 03, Proyecto Santa Leonor*

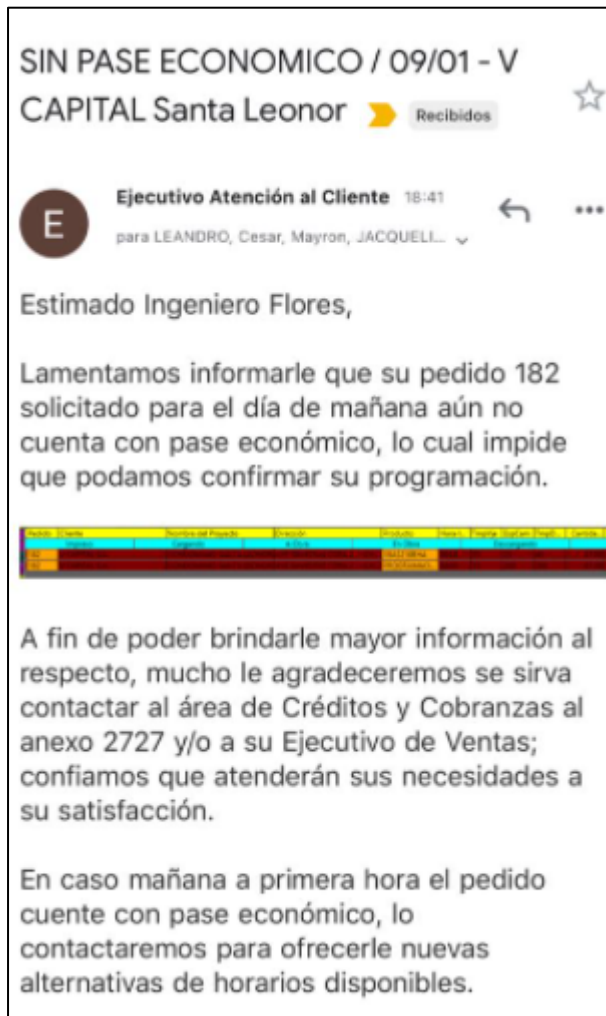
SEMANA 03	6/01/2020	7/01/2020	8/01/2020	9/01/2020	10/01/2020	11/01/2020
CISTERNAS	L	M	X	J	V	S

Excavación						
Trazo y Replanteo por Topografía	-	-	-	-	-	-
Entrega de planos def EST, IISS, ACI	-	-	-	-	-	-
Exc Masiva con maquinaria	-	-	-	-	-	-
Perfilado manual y Solado	-	-	-	-	-	-
Compactación Terreno existente	-	-	-	-	-	-
Estructuras						
Acero en Cimientos corridos Sector 1	800.00	-	-	-	-	-
Acero en Platea de cimentación Sector 1	750.00	750.00	750.00	-	-	-
Tuberías enterradas Sector 1	0.50	0.50	-	-	-	-
Encofrado Sector 1	-	-	0.50	0.50	-	-
Concreto en cimientos corridos Sector 1	-	-	-	18.00	-	-
Concreto en Platea de cimentación Sector 1	-	-	-	36.00	-	-
Acero en Cimientos corridos Sector 2	-	-	-	833.33	833.33	833.33
Acero en Platea de cimentación Sector 2	-	-	-	-	625.00	625.00
Tuberías enterradas Sector 2	-	-	-	-	-	1.00

Semana 03, en esta semana se tenía programado realizar las actividades de colocación de cimientos corridos en el sector 1, el cual no se culminó la semana anterior, encofrado y colocación de concreto en la platea de cimentación del sector 1 y colocación de acero en cimientos corridos y platea de cimentación en el sector 2.

Figura 24.

Problemas crediticios del cliente con sus proveedores debido a la paralización



Los problemas de paralización del proyecto y la situación financiera del cliente V Capital, generó que los proveedores no cumplan con los despachos programados.

En la figura 24, se observa que se canceló el despacho de concreto programado para esa semana, por lo que se tuvo que reprogramar esta actividad para la siguiente semana.

Figura 26.

Colocación de Acero en platea de cimentación y muros de cisterna 8/01/2020, poco personal debido a las huelgas



El día 08/01/2020 solo asistieron 3 obreros y se realizaron trabajos de acero, las otras actividades se tuvieron que postergar por lo que el porcentaje de cumplimiento fue de 75% en esa semana.

Tabla 15.*Actividades Ejecutadas Semana 03, Proyecto Santa Leonor*

SEMANA 03	6/01/2020	7/01/2020	8/01/2020	9/01/2020	10/01/2020	11/01/2020
CISTERNAS	L	M	X	J	V	S
Excavación						
Trazo y Replanteo por Topografía	-	-	-	-	-	-
Entrega de planos definitivos EST, IISS, ACI	-	-	-	-	-	-
Exc Masiva con maquinaria	-	-	-	-	-	-
Perfilado manual y Solado	-	-	-	-	-	-
Compactación Terreno existente	-	-	-	-	-	-
Estructuras						
Acero en Cimientos corridos Sector 1	250.00	250.00	300.00	-	-	-
Acero en Platea de cimentación Sector 1	500.00	500.00	500.00	-	-	750.00
Tuberías enterradas Sector 1	-	-	0.25	0.25	0.25	0.25
Encofrado Sector 1	-	-	-	-	-	0.50
Concreto en cimientos corridos Sector 1	-	-	-	-	-	-
Concreto en Platea de cimentación Sector 1	-	-	-	-	-	-
Acero en Cimientos corridos Sector 2	-	-	-	1,200.00	450.00	250.00
Acero en Platea de cimentación Sector 2	-	-	-	-	750.00	500.00
Tuberías enterradas Sector 2	-	-	-	-	-	-

Las actividades de colocación de acero en la platea de cimentación se cumplieron en esta semana, pero se desfasaron dos días, por lo tanto, las actividades predecesoras también se vieron desfazadas dos días y la colocación de concreto se postergó para la siguiente semana.

Figura 27.

Llegada de material de encofrado para muros de cisternas 10/01/2020



Se coordinó con el proveedor de encofrado, realizar el despacho de la totalidad del material para el día 10/01/2020, inicialmente se tenía programado trabajar con material de encofrado para dos sectores de verticales, pero debido a la paralización por las huelgas, se tuvo que coordinar con el proveedor para el despacho de un sector más de encofrado para así poder revertir el atraso generado en esta semana.

Tabla 16.*Actividades Programadas Semana 04, Proyecto Santa Leonor*

SEMANA 04	13/01/2020	14/01/2020	15/01/2020	16/01/2020	17/01/2020	18/01/2020
CISTERNAS	L	M	X	J	V	S
Excavación						
Estructuras						
Acero en Cimientos corridos Sector 1	-	-	-	-	-	-
Acero en Platea de cimentación Sector 1	-	-	-	-	-	-
Tuberías enterradas Sector 1	-	-	-	-	-	-
Encofrado Sector 1	0.50	-	-	-	-	-
Concreto en cimientos corridos Sector 1	18.00	-	-	-	-	-
Concreto en Platea de cimentación Sector 1	36.00	-	-	-	-	-
Acero en Cimientos corridos Sector 2	150.00	150.00	150.00	150.00	-	-
Acero en Platea de cimentación Sector 2	-	625.00	625.00	625.00	-	-
Tuberías enterradas Sector 2	-	-	0.50	0.50	-	-
Encofrado Sector 2	-	-	-	0.50	0.50	-
Concreto en cimientos corridos Sector 2	-	-	-	-	-	18.00
Concreto en Platea de cimentación Sector 2	-	-	-	-	-	36.00
Acero en columnas y muros	-	-	-	-	1,825.00	1,825.00
Colocación de Bridas	-	-	-	-	-	0.50

Semana 04, en esta semana se tenía programado realizar las actividades de colocación de acero en platea de cimentación y cimientos corridos en el sector 2, colocación de concreto en platea de cimentación sector 1 y 2, colocación de acero en los muros y columnas sector 1 y 2 y colocación de bridas de cisternas.

Figura 28.

Fabricación e Inspección de Bridas rompe aguas para Cisternas



Las bridas rompe aguas para las cisternas se mandaron a fabricar desde la semana 01, con la entrega de los planos definitivos, ya que su tiempo de ejecución era de quince días, por lo que se tenía prevista su llegada a obra en la semana 04. En la figura 28 se observa que realizó la inspección de las bridas previo al despacho a obra.

Tabla 17.*Actividades Ejecutadas Semana 04, Proyecto Santa Leonor*

SEMANA 04	13/01/2020	14/01/2020	15/01/2020	16/01/2020	17/01/2020	18/01/2020
CISTERNAS	L	M	X	J	V	S
Excavación						
Estructuras						
Acero en Cimientos corridos Sector 1	-	-	-	-	-	-
Acero en Platea de cimentación Sector 1	-	-	-	-	-	-
Tuberías enterradas Sector 1	-	-	-	-	-	-
Encofrado Sector 1	0.50	-	-	-	-	-
Concreto en cimientos corridos Sector 1	18.00	-	-	-	-	-
Concreto en Platea de cimentación Sector 1	36.00	-	-	-	-	-
Acero en Cimientos corridos Sector 2	150.00	150.00	150.00	150.00	-	-
Acero en Platea de cimentación Sector 2	-	-	625.00	625.00	-	-
Tuberías enterradas Sector 2	-	-	0.50	0.50	-	-
Encofrado Sector 2	-	-	0.50	0.50	-	-
Concreto en cimientos corridos Sector 2	-	-	-	-	18.00	-
Concreto en Platea de cimentación Sector 2	-	-	-	-	36.00	-
Acero en columnas y muros	-	-	-	-	-	-
Colocación de Bridas	-	-	-	-	-	-

En la semana 04, no se cumplió con lo programado en la colocación de acero en muros, debido a que se realizaron los trabajos de vaciado de concreto el mismo día y por temas de seguridad se tuvo que paralizar los trabajos de colocación de acero para priorizar el vaciado de concreto de la platea de cimentación como se puede ver en la figura 29.

Al no tener el acero en los muros de cisterna, no se pudo colocar las bridas rompe aguas en las cisternas.

Figura 29.

Colocación de concreto en Cimientos corridos y Platea de cimentación en Cisternas Sector 1 (13/01/20)



El vaciado de concreto de la platea de cimentación se volvió prioridad en esta semana, debido a que las demás actividades dependían de su ejecución.

El primer vaciado de concreto se realizó en la mañana del primer día de la semana, ya que se tenía la platea de cimentación lista para el vaciado, en el caso de vaciado de cimientos es adecuado comenzar el vaciado en las mañanas debido a la cantidad de metros cúbicos, sin embargo, al momento de vaciar elementos verticales, se tiene que programar los vaciados para la tarde y así poder tener un tren de trabajo adecuado sin interrupciones.

Figura 30.

Colocación de concreto en Cimientos corridos y Platea de cimentación en Cisternas Sector 2. (17/01/20)



En la semana 04 se culminó con el vaciado de concreto en la platea de cimentación y se adelantaron los trabajos de colocación de acero en muros de cisterna.

Tabla 18.

Actividades Programadas Semana 05, Proyecto Santa Leonor

SEMANA 05	20/01/2020	21/01/2020	22/01/2020	23/01/2020	24/01/2020	25/01/2020
CISTERNAS	L	M	X	J	V	S
Excavación						
Estructuras						
Acero en Cimientos corridos Sector 1	-	-	-	-	-	-
Acero en Platea de cimentación Sector 1	-	-	-	-	-	-
Tuberías enterradas Sector 1	-	-	-	-	-	-
Encofrado Sector 1	-	-	-	-	-	-

SEMANA 05	20/01/2020	21/01/2020	22/01/2020	23/01/2020	24/01/2020	25/01/2020
CISTERNAS	L	M	X	J	V	S
Concreto en cimientos corridos Sector 1	-	-	-	-	-	-
Concreto en Platea de cimentación Sector 1	-	-	-	-	-	-
Acero en Cimientos corridos Sector 2	-	-	-	-	-	-
Acero en Platea de cimentación Sector 2	-	-	-	-	-	-
Tuberías enterradas Sector 2	-	-	-	-	-	-
Encofrado Sector 2	-	-	-	-	-	-
Concreto en cimientos corridos Sector 2	-	-	-	-	-	-
Concreto en Platea de cimentación Sector 2	-	-	-	-	-	-
Acero en columnas y muros	912.50	912.50	912.50	912.50	912.50	-
Colocación de Bridas	-	0.25	-	0.25	-	-
Encofrado de muros	0.125	0.125	0.125	0.125	-	-
Concreto en muros	-	-	25.00	-	25.00	-

Semana 05, las actividades programadas para esta semana eran la colocación de acero en muros en su totalidad, la colocación de las bridas en su totalidad, encofrado de muros en su totalidad y el vaciado de concreto en el sector 1 y 2.

Tabla 19.

Actividades Ejecutadas Semana 05, Proyecto Santa Leonor

SEMANA 05	20/01/2020	21/01/2020	22/01/2020	23/01/2020	24/01/2020	25/01/2020
CISTERNAS	L	M	X	J	V	S
Excavación						
Estructuras						
Acero en Cimientos corridos Sector 1	-	-	-	-	-	-
Acero en Platea de cimentación Sector 1	-	-	-	-	-	-
Tuberías enterradas Sector 1	-	-	-	-	-	-
Encofrado Sector 1	-	-	-	-	-	-

Concreto en cimientos corridos Sector 1	-	-	-	-	-	-
Concreto en Platea de cimentación Sector 1	-	-	-	-	-	-
SEMANA 05	20/01/2020	21/01/2020	22/01/2020	23/01/2020	24/01/2020	25/01/2020
CISTERNAS	L	M	X	J	V	S
Acero en Cimientos corridos Sector 2	-	-	-	-	-	-
Acero en Platea de cimentación Sector 2	-	-	-	-	-	-
Tuberías enterradas Sector 2	-	-	-	-	-	-
Encofrado Sector 2	-	-	-	-	-	-
Concreto en cimientos corridos Sector 2	-	-	-	-	-	-
Concreto en Platea de cimentación Sector 2	-	-	-	-	-	-
Acero en columnas y muros	912.50	912.50	912.50	912.50	250.00	-
Colocación de Bridas	-	0.25	-	0.25	-	-
Encofrado de muros	0.125	0.125	0.125	0.125	-	-
Concreto en muros	-	-	25.00	-	25.00	-

En la semana 05, se cumplieron todas las actividades programadas y se eliminaron las restricciones para poder cumplir con todo lo programado, pero no se cumplió con la colocación de acero en el sector 4, la causa de no cumplimiento fue la inasistencia de un operario y un oficial de la cuadrilla, esto generó que el porcentaje de plan cumplido sea 92%

Figura 31.

Colocación de concreto en muros de cisterna sector 1 y 2



La colocación de concreto se programó en las tardes, ya que cuando se ejecutaba el vaciado no se podían realizar otras actividades en paralelo. En las mañanas se realizaban las demás actividades productivas. En la figura 31 se puede observar que el vaciado de concreto ocupaba la totalidad del terreno exterior e interior.

Tabla 20.

Actividades Programadas Semana 06, Proyecto Santa Leonor

SEMANA 06	27/01/2020	28/01/2020	29/01/2020	30/01/2020	31/01/2020	1/02/2020
CISTERNAS	L	M	X	J	V	S
Excavación						
Estructuras						
Acero en Cimientos corridos Sector 1	-	-	-	-	-	-
Acero en Platea de cimentación Sector 1	-	-	-	-	-	-
Tuberías enterradas Sector 1	-	-	-	-	-	-
Encofrado Sector 1	-	-	-	-	-	-
Concreto en cimientos corridos Sector 1	-	-	-	-	-	-
Concreto en Platea de cimentación Sector 1	-	-	-	-	-	-

Acero en Cimientos corridos Sector 2	-	-	-	-	-	-
Acero en Platea de cimentación Sector 2	-	-	-	-	-	-
Tuberías enterradas Sector 2	-	-	-	-	-	-
Encofrado Sector 2	-	-	-	-	-	-
Concreto en cimientos corridos Sector 2	-	-	-	-	-	-
Concreto en Platea de cimentación Sector 2	-	-	-	-	-	-
Acero en columnas y muros	850.34	850.00	850.00	850.00	-	-
Colocación de Bridas	0.25	-	0.25	-	-	-
Encofrado de muros	0.125	0.125	0.125	0.125	-	-
Concreto en muros	-	25.00	-	25.00	-	-
Encofrado de techo	-	-	60.00	60.00	60.00	48.00
Acero en techo	-	-	-	240.00	240.00	240.00
IISS / IIEE	-	-	-	-	0.20	0.20

En la semana 06, se tenía programado realizar el vaciado de concreto en todos los muros de la cisterna y comenzar con los trabajos de encofrado, colocación de acero e instalaciones en techo de cisterna.

Tabla 21.

Actividades Ejecutadas Semana 06, Proyecto Santa Leonor

SEMANA 06	27/01/2020	28/01/2020	29/01/2020	30/01/2020	31/01/2020	1/02/2020
CISTERNAS	L	M	X	J	V	S
Excavación						
Estructuras						
Acero en Cimientos corridos Sector 1	-	-	-	-	-	-
Acero en Platea de cimentación Sector 1	-	-	-	-	-	-
Tuberías enterradas Sector 1	-	-	-	-	-	-
Encofrado Sector 1	-	-	-	-	-	-
Concreto en cimientos corridos Sector 1	-	-	-	-	-	-
Concreto en Platea de cimentación Sector 1	-	-	-	-	-	-
Acero en Cimientos corridos Sector 2	-	-	-	-	-	-
Acero en Platea de cimentación Sector 2	-	-	-	-	-	-
Tuberías enterradas Sector 2	-	-	-	-	-	-
Encofrado Sector 2	-	-	-	-	-	-
Concreto en cimientos corridos Sector 2	-	-	-	-	-	-
Concreto en Platea de cimentación Sector 2	-	-	-	-	-	-

Acero en columnas y muros	850.34	850.00	850.00	850.00	-	-
Colocación de Bidas	0.25	-	0.25	-	-	-
Encofrado de muros	0.125	0.125	0.125	0.125	-	-
Concreto en muros	-	25.00	-	25.00	-	-
Encofrado de techo	-	-	60.00	60.00	60.00	18.00
Acero en techo	-	-	-	240.00	240.00	100.00
IISS / IIEE	-	-	-	-	0.20	0.20

En esta semana se cumplió con el objetivo de culminar con el vaciado de muros de las cisternas, pero no se cumplieron con los trabajos de encofrado y acero en techo de cisterna, la causa de no cumplimiento fue la suspensión de dos operarios de encofrado por haber llegado en estado de ebriedad a la obra el sábado 01/02/2020.

Figura 32.

Desencofrado de muros de cisterna sector 1,2 y 3



Figura 33.

Encofrado de muros de cisterna sector 4



Figura 34.

Encofrado de techo de cisterna 1/2/20



El encofrado de techo de cisterna se retrasó 2 días en culminarse debido a la suspensión del personal, al ser esta partida la más crítica y predecesora en esta etapa, las demás actividades también se vieron retrasadas 2 días.

Tabla 22.*Actividades Programadas Semana 07, Proyecto Santa Leonor*

SEMANA 07	3/02/2020	4/02/2020	5/02/2020	6/02/2020	7/02/2020	8/02/2020
CISTERNAS	L	M	X	J	V	S
Excavación						
Estructuras						
Acero en Cimientos corridos Sector 1	-	-	-	-	-	-
Acero en Platea de cimentación Sector 1	-	-	-	-	-	-
Tuberías enterradas Sector 1	-	-	-	-	-	-
Encofrado Sector 1	-	-	-	-	-	-
Concreto en cimientos corridos Sector 1	-	-	-	-	-	-
Concreto en Platea de cimentación Sector 1	-	-	-	-	-	-
Acero en Cimientos corridos Sector 2	-	-	-	-	-	-
Acero en Platea de cimentación Sector 2	-	-	-	-	-	-
Tuberías enterradas Sector 2	-	-	-	-	-	-
Encofrado Sector 2	-	-	-	-	-	-
Concreto en cimientos corridos Sector 2	-	-	-	-	-	-
Concreto en Platea de cimentación Sector 2	-	-	-	-	-	-
Acero en columnas y muros	-	-	-	-	-	-
Colocación de Bridas	-	-	-	-	-	-
Encofrado de muros	-	-	-	-	-	-
Concreto en muros	-	-	-	-	-	-
Encofrado de techo	40.31	40.31	-	-	-	-
Acero en techo	208.00	208.00	208.00	-	-	-
IISS / IIEE	0.20	0.20	0.20	-	-	-
Concreto en techo	-	-	35.00	-	-	-

En la semana 07, se tenía programado culminar con el vaciado del techo de cisterna y definir a los subcontratistas encargados de la etapa de arquitectura en las partidas de Impermeabilización y Solaqueo de muros.

Tabla 23.*Actividades Ejecutadas Semana 07, Proyecto Santa Leonor*

SEMANA 07	3/02/2020	4/02/2020	5/02/2020	6/02/2020	7/02/2020	8/02/2020
CISTERNAS	L	M	X	J	V	S
Excavación						
Estructuras						
Acero en Cimientos corridos Sector 1	-	-	-	-	-	-
Acero en Platea de cimentación Sector 1	-	-	-	-	-	-
Tuberías enterradas Sector 1	-	-	-	-	-	-
Encofrado Sector 1	-	-	-	-	-	-
Concreto en cimientos corridos Sector 1	-	-	-	-	-	-
Concreto en Platea de cimentación Sector 1	-	-	-	-	-	-
Acero en Cimientos corridos Sector 2	-	-	-	-	-	-
Acero en Platea de cimentación Sector 2	-	-	-	-	-	-
Tuberías enterradas Sector 2	-	-	-	-	-	-
Encofrado Sector 2	-	-	-	-	-	-
Concreto en cimientos corridos Sector 2	-	-	-	-	-	-
Concreto en Platea de cimentación Sector 2	-	-	-	-	-	-
Acero en columnas y muros	-	-	-	-	-	-
Colocación de Bridas	-	-	-	-	-	-
Encofrado de muros	-	-	-	-	-	-
Concreto en muros	-	-	-	-	-	-
Encofrado de techo	40.31	40.31	-	-	-	-
Acero en techo	208.00	208.00	208.00	-	-	-
IISS / IIEE	0.20	0.20	0.20	-	-	-
Concreto en techo	-	-	35.00	-	-	-

El cumplimiento del plan en esta semana fue del 100%, ya que se levantaron todas las restricciones para poder lograrlo y se contaba con todo el personal necesario.

Figura 35.*Colocación de concreto en techo de cisterna 5/2/20*

En la figura 35 se observa la losa del techo de cisterna vaciada y las continuaciones de traslape de acero que continúan para la construcción de la siguiente etapa del proyecto.

Tabla 24.*Actividades Programadas Semana 08, Proyecto Santa Leonor*

SEMANA 08	17/02/2020	18/02/2020	19/02/2020	20/02/2020	21/02/2020	22/02/2020
CISTERNAS	L	M	X	J	V	S
Excavación						
Estructuras						
Acero en columnas y muros	-	-	-	-	-	-
Colocación de Bridas	-	-	-	-	-	-
Encofrado de muros	-	-	-	-	-	-
Concreto en muros	-	-	-	-	-	-
Encofrado de techo	-	-	-	-	-	-
Acero en techo	-	-	-	-	-	-
IISS / IIEE	-	-	-	-	-	-
Concreto en techo	-	-	-	-	-	-
Desencofrado de Techo	-	-	-	-	69.50	69.50

En la semana 08, las actividades programadas en este frente fueron las de desencofrado de techo considerando el tiempo de re-apuntalamiento y la resistencia del concreto necesaria para poder desapuntalar.

Tabla 25.

Actividades Ejecutadas Semana 08, Proyecto Santa Leonor

SEMANA 08	17/02/2020	18/02/2020	19/02/2020	20/02/2020	21/02/2020	22/02/2020
CISTERNAS	L	M	X	J	V	S
Excavación						
Estructuras						
Acero en columnas y muros	-	-	-	-	-	-
Colocación de Bidas	-	-	-	-	-	-
Encofrado de muros	-	-	-	-	-	-
Concreto en muros	-	.	-	-	-	-
Encofrado de techo	-	-	-	-	-	-
Acero en techo	-	-	-	-	-	-
IISS / IIEE	-	-	-	-	-	-
Concreto en techo	-	-	-	-	-	-
Desencofrado de Techo	-	-	-	-	69.50	69.50

El desencofrado se realizó siguiendo las normas técnicas establecidas y considerando la resistencia del concreto según los datos enviados por el laboratorio de rotura de probetas de concreto. El porcentaje de cumplimiento en esta semana fue de 100%

Tabla 26.*Actividades Programadas Semana 09, Proyecto Santa Leonor*

SEMANA 09	24/02/2020	25/02/2020	26/02/2020	27/02/2020	28/02/2020	29/02/2020
CISTERNAS	L	M	X	J	V	S
Excavación						
Estructuras						
Acero en columnas y muros	-	-	-	-	-	-
Colocación de Bridas	-	-	-	-	-	-
Encofrado de muros	-	-	-	-	-	-
Concreto en muros	-	-	-	-	-	-
Encofrado de techo	-	-	-	-	-	-
Acero en techo	-	-	-	-	-	-
IISS / IIEE	-	-	-	-	-	-
Concreto en techo	-	-	-	-	-	-
Desencofrado de Techo	69.50	69.50	-	-	-	-
Arquitectura						
Impermeabilización de cisterna	-	-	10.00	10.00	10.00	10.00
Solaqueo cuarto de maquinas	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Forjado de canaletas	-	-	-	0.125	0.125	0.125
Poyos para equipos	-	-	-	-	-	-

En la semana 09, se había programado realizar las actividades de desencofrado total del techo, comenzar con la impermeabilización en el interior de las cisternas e iniciar con las actividades de solaqueo de muros y revoques.

Tabla 27.*Actividades Ejecutadas Semana 09, Proyecto Santa Leonor*

SEMANA 09	24/02/2020	25/02/2020	26/02/2020	27/02/2020	28/02/2020	29/02/2020
CISTERNAS	L	M	X	J	V	S
Excavación						
Estructuras						
Acero en columnas y muros	-	-	-	-	-	-
Colocación de Bridas	-	-	-	-	-	-
Encofrado de muros	-	-	-	-	-	-
Concreto en muros	-	.	-	-	-	-
Encofrado de techo	-	-	-	-	-	-
Acero en techo	-	-	-	-	-	-
IISS / IIEE	-	-	-	-	-	-
Concreto en techo	-	-	-	-	-	-
Desencofrado de Techo	69.50	69.50	-	-	-	-
Arquitectura						
Impermeabilización de cisterna	-	-	10.00	10.00	10.00	-
Solaqueo cuarto de maquinas	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	-
Forjado de canaletas	-	-	-	0.125	0.125	0.125
Poyos para equipos	-	-	-	-	-	-

En la partida de Impermeabilización se había programado la llegada de sus materiales para esta semana, pero no llegaron por lo tanto solo se avanzó con los trabajos de limpieza y solaqueo interior de cisterna y se postergo la impermeabilización para la siguiente semana

La subcontratista de solaqueo y revoques inició sus trabajos según lo previsto, pero el sábado faltó personal por lo tanto no pudieron culminar los trabajos programados para ese día.

El porcentaje de cumplimiento para esa semana fue de 87%.

Tabla 28.*Actividades Programadas Semana 10, Proyecto Santa Leonor*

SEMANA 10	2/03/2020	3/03/2020	4/03/2020	5/03/2020	6/03/2020	7/03/2020
CISTERNAS	L	M	X	J	V	S
Excavación						
Estructuras						
Acero en columnas y muros	-	-	-	-	-	-
Colocación de Bridas	-	-	-	-	-	-
Encofrado de muros	-	-	-	-	-	-
Concreto en muros	-	-	-	-	-	-
Encofrado de techo	-	-	-	-	-	-
Acero en techo	-	-	-	-	-	-
IISS / IIEE	-	-	-	-	-	-
Concreto en techo	-	-	-	-	-	-
Desencofrado de Techo	-	-	-	-	-	-
Arquitectura						
Impermeabilización de cisterna	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Solaqueo cuarto de maquinas	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Forjado de canaletas	0.13	0.13	0.13	0.125	0.125	-
Poyos para equipos	-	-	-	-	-	0.20

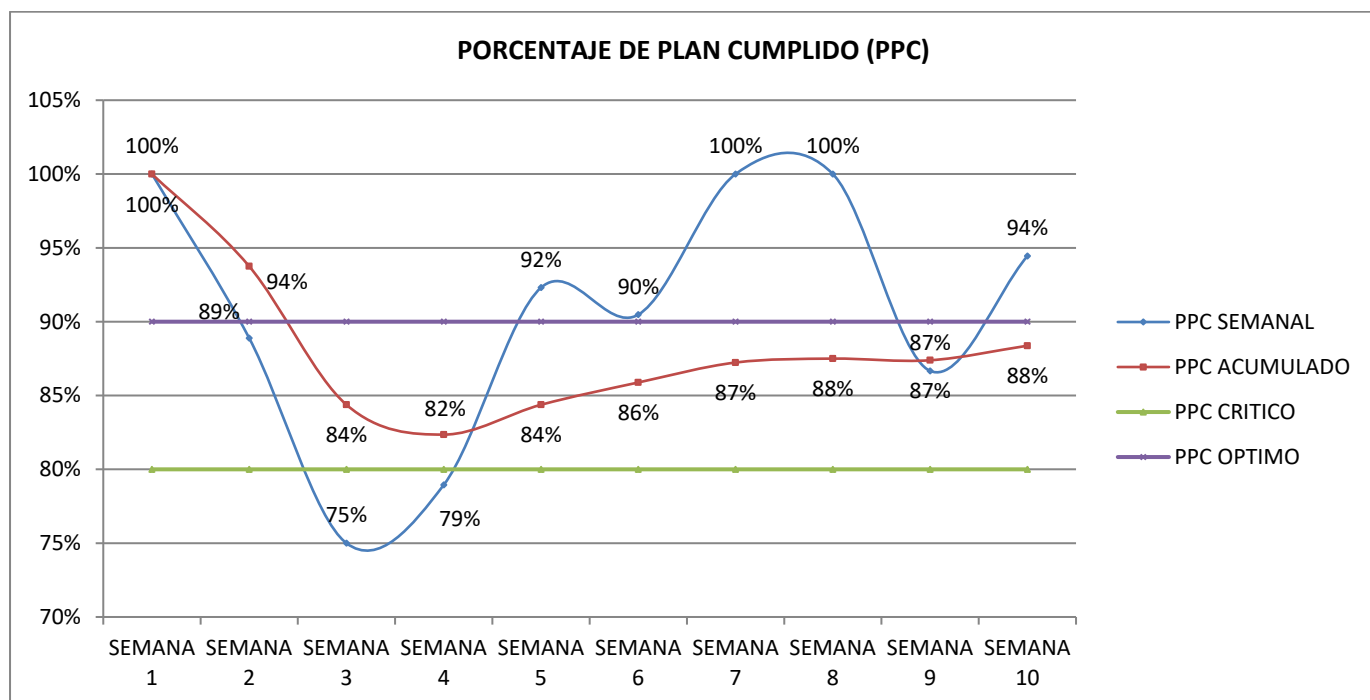
En la semana 10, se programaron los trabajos necesarios para culminar la cisterna, por lo tanto, los trabajos de solaqueo e impermeabilización se deberían culminar esta semana.

La llegada de los equipos de bombeo, estaban a cargo del cliente y no tenían fecha definida para su despacho, pero se decidió realizar los poyos necesarios para que estos equipos se puedan asentar.

Tabla 29.*Actividades Ejecutadas Semana 10, Proyecto Santa Leonor*

SEMANA 10	2/03/2020	3/03/2020	4/03/2020	5/03/2020	6/03/2020	7/03/2020
CISTERNAS	L	M	X	J	V	S
Excavación						
Estructuras						
Acero en columnas y muros	-	-	-	-	-	-
Colocación de Bridas	-	-	-	-	-	-
Encofrado de muros	-	-	-	-	-	-
Concreto en muros	-	-	-	-	-	-
Encofrado de techo	-	-	-	-	-	-
Acero en techo	-	-	-	-	-	-
IISS / IIEE	-	-	-	-	-	-
Concreto en techo	-	-	-	-	-	-
Desencofrado de Techo	-	-	-	-	-	-
Arquitectura						
Impermeabilización de cisterna	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Solaqueo cuarto de maquinas	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Forjado de canaletas	0.13	0.13	0.13	0.125	0.125	-
Poyos para equipos	-	-	-	-	-	-

El cumplimiento de los trabajos de solaqueo e impermeabilización se realizó según lo planeado, pero no se pudo cumplir con la realización de los poyos para equipos, ya que la subcontratista de solaqueo que estaba a cargo de esa partida también, se enfocó en priorizar el solaqueo y forjado para la entrega de esta semana.

Figura 36.*Diagrama de PPC Acumulado*

Como se observa en la figura 36, en el diagrama de PPC acumulado en la semana 3 y semana 4 se obtuvo un porcentaje por debajo de lo óptimo, anteriormente se explicaron las causas de este bajo porcentaje y de las medidas que se tomaron para remontar este retraso.

6.2 CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO (CNC)

Como se puede observar en la figura 39 a lo largo de las 10 semanas las CNC más frecuentes son:

Figura 37.*Causas de No cumplimiento – Proyecto Santa Leonor (Fuente: propia)*

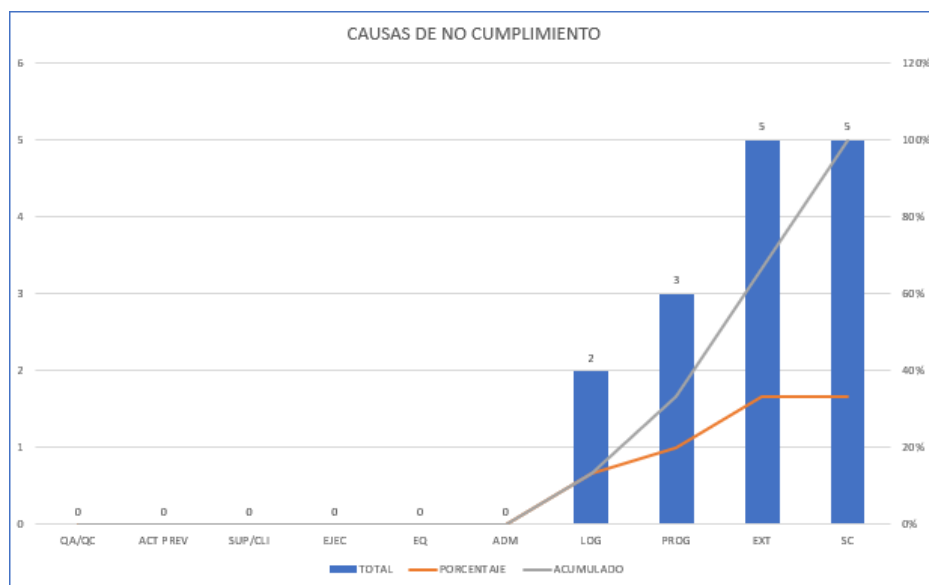
	CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO																	
	DESCRIPCION																	
	PROG	LOG	QA/QC	EXT	ACT PREV	SUPICLI	EJEC	SC	EQ	ADM	TOTAL							
SEMANA 1	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0	0%	0	0%	0	0%	0
SEMANA 2	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0	0%	1	100%	0	0%	1
SEMANA 3	0	0%	1	25%	0	0%	3	75%	0	0%	0	0	0%	0	0%	0	0%	4
SEMANA 4	2	50%	0	0%	0	0%	2	50%	0	0%	0	0	0%	0	0%	0	0%	4
SEMANA 5	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0	0%	1	100%	0	0%	1
SEMANA 6	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0	0%	2	100%	0	0%	2
SEMANA 7	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0	0%	0	0%	0	0%	0
SEMANA 8	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0	0%	0	0%	0	0%	0
SEMANA 9	0	0%	1	50%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0	0%	1	50%	0	0%	2
SEMANA 10	1	100%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0	0%	0	0%	0	0%	1
	3	20%	2	13%	0	0%	5	33%	0	0%	0	0	0%	5	33%	0	0%	15

- Factores externos como huelgas.
- Falta de personal por parte de los subcontratistas.
- Falla en la programación de actividades, esto va ligado a las dos anteriores directamente.

En la figura 40 se muestra un Diagrama de Pareto donde muestra la cantidad de CNC durante las 10 semanas de estudio, las cuales se observan 5 ocasiones son atribuidas a los SC y otras 5 a Factores externos.

Figura 38.

Diagrama de Pareto de las CNC – Proyecto Santa Leonor (Fuente: propia)



7 CONCLUSIONES

- El sistema del último planificador (LPS) así como el Lean Construction, nos muestra una nueva forma de dirigir un proyecto, enfocándose básicamente en la continuidad del flujo operativo como máxima del proceso y luego reforzando a través de múltiples herramientas en mejorar la eficiencia y eficacia del proceso.
- Generalmente los subcontratistas pagan a su personal por la jornada semanal de trabajo, ellos a su vez valorizan a la constructora por la cantidad avanzada en la semana y con eso es que se puede pagar la planilla de sus trabajadores; esto obliga a que los encargados de las subcontratistas tengan que optimizar su producción y muchas veces pretenden avanzar la mayor cantidad de trabajo posible para poder así valorizar más. Pero, bajo la ideología de la filosofía Lean, mayor avance individual no representa mayor avance global, ya que según el modelo “Pull” de avance, solo se produce lo que se necesita y en el momento que se necesita. Esto ocurrió con la partida de colocación de acero en muros, ya que la subcontratista en un día avanzó dos sectores, debido a que se había atrasado y necesitaba cumplir con el metrado semanal para poder valorizar; al avanzar dos sectores dificultó el trabajo de los encofradores, ya que, el espacio de trabajo se redujo y no había espacio para maniobrar el encofrado. Este problema se identificó a la brevedad y se tuvieron reuniones con los obreros y capataces para explicarle cual era el proceso que deben seguir.
- El concepto de “ruta crítica” en el desarrollo del LPS cambia de sentido, ya que, al buscar optimizar los procesos, se quita la holgura entre ellos y se vuelve una secuencia constructiva o “trenes de trabajo constante”, es decir, todas las actividades son ruta crítica. Por lo tanto, la única forma de proteger el sistema y

evitar impactos fuertes, es con la inclusión de “buffers” al momento de programar. En el proyecto los buffers que se utilizaron fueron de inventario, ya que se despachó todo el lote de acero y encofrado a obra, y buffer de tiempo al solicitar los planos definitivos aprobados antes de iniciar las actividades productivas.

- Durante la semana 03 del proyecto, fue necesario convocar a reuniones extraordinarias con la participación de la supervisión y cliente para poder tomar medidas a los incidentes que no permitían cumplir con las actividades programadas, como lo fueron la aprobación de crédito de la concretera y la intervención policial a las huelgas en el ingreso a obra.
- El proyecto obtuvo un PPC promedio mayor al 85% en las 10 semanas de análisis, esto nos demuestra que se ha obtenido buenos resultados respecto a lo programado con lo ejecutado, Se podría decir entonces que el resultado de la implementación fue satisfactorio para el cliente y para los intereses de la empresa.
- Para el levantamiento de restricciones, es recomendable la participación de todos los involucrados para debatir posibles soluciones a las mismas, y no cargar esa responsabilidad a una sola persona como habitualmente se hace, que es el Planner. En el proyecto se decidió que los viernes al finalizar la jornada, se tengan reuniones generales con los obreros para repasar los incidentes ocurridos y evaluar oportunidades de mejora para evitar que ocurran en la siguiente semana durante la ejecución de las actividades.
- Manejar bien las herramientas de gestión y conocer el sistema, permite cumplir satisfactoriamente los objetivos propuestos inicialmente, aun habiendo factores internos y externos que impactan directamente al cumplimiento del plazo como son las paralizaciones, huelgas, inasistencia y/o suspensiones al personal.

- Se decidió ampliar el horizonte a 3 semanas vista, es decir un Look Ahead de 3 semanas, para poder tomar acciones y levantar restricciones a tiempo; esto ayudó a identificar actividades como la fabricación de bridas, despacho total de acero, ensayo de compactación, entre otras a no volverse críticas.

8 RECOMENDACIONES

- Es necesario que tanto el Staff de obra, como los obreros en general adopten este sistema de control y gestión.
- En la oficina de obra se habilitó una sala de reuniones completamente ambientada en función a facilitar la comprensión de las herramientas a utilizar para el control de la obra, en ella se tenía el plan semanal, el Look Ahead y el análisis de restricciones.
- Para obtener buenos resultados a la hora de implementar el sistema de gestión LPS, es necesario que se tengan reuniones semanales para analizar los resultados y las causas de no cumplimiento de las actividades programadas.
- Es recomendable que, en las reuniones semanales, se expongan los indicadores de avance como con “índices de productividad”, “causas de no cumplimientos frecuentes” y “porcentaje de plan cumplido”, se debe hacer esto en función a buscar soluciones integrales y no como una forma de buscar culpables y/o responsables directos, en el proyecto funcionó muy bien la comunicación cruzada entre los subcontratistas que tenían que trabajar en paralelo.
- Se recomienda implementar capacitaciones frecuentes a los trabajadores involucrados, para que puedan adoptar la filosofía y participar en la mejora continua del proceso.
- No es recomendable colocar datos fraudulentos, con la finalidad de acomodar los indicadores; ya que, esto podría poner en riesgo el sistema y con ello el control del proyecto. Es por esto por lo que el compromiso de los involucrados es fundamental si se quiere conseguir buenos resultados.

9 BIBLIOGRAFÍA

Iebschool. (15 de octubre de 2021). Obtenido de <https://www.iebschool.com/blog/que-es-lean-manufacturing-negocios-internacionales/>

Ballard, G. (2000). *The Last Planner System of Production Control*. Birmingham: School of Civil Engineering.

Ballard, G. (2007). *The Lean Project Delivery System*. Lean Construction Journal.

Ballard, G., & Howell, A. (2003). *An Update on Last Planner*. Berkeley: University of California.

Díaz, H., Sánchez, O., & Gálvis, J. (2014). *Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual*.

Koskela, L. (1992). *Application of the New Production Philosophy to Construction*. Stanford.

Koskela, L., Howell, G., & Ballard, G. (2002). *The Foundations of Lean Construction*. California.

Pons, J. (2014). *Introducción a Lean Construction*. Madrid: Fundación Laboral de la Construcción.

Pons, J., & Rubio, I. (2019). *Lean Construction y la planificación colaborativa, Metodología del Last Planner system*. Madrid: Consejo General de la Arquitectura Técnica de España.

Shingo, S. (1986). *Zero Quality Control*. Productivity Press. Cambridge.

Shingo, S. (1988). *Non-stock production*. Productivity Press. Cambridge.