



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION Y SU INFLUENCIA EN LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE PLANTAS DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS EN EL PERÚ

Línea de investigación:

Construcción sostenible y sostenibilidad ambiental del territorio

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Cuadros Pillpe, Jose Antonio

Asesor:

Madrid Saldaña, Cesar Carlos

ORCID: 0009-0007-6805-9745

Jurado:

García Urrutia-Olavarria, Roque Jesús Leonardo

Pomachagua Basualdo, Yuri Arturo

Arévalo Vidal, Samir Augusto

Lima - Perú

2024



METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION Y SU INFLUENCIA EN LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE PLANTAS DE DISPOCISIÓ FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS EN EL PERÚ

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

13%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	www.ue003gica.com Fuente de Internet	1%
3	CHUQUICHAICO SAMANIEGO ELIAS EDILBERTO. "EIA del Proyecto Planta de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos Añaspampa - Huancayo-IGA0003682", R.D. N° 0126-2010/DIGESA/SA, 2020 Publicación	1%
4	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	myslide.es Fuente de Internet	1%
6	Submitted to unsaac Trabajo del estudiante	1%



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION Y SU INFLUENCIA EN LA DIRECCIÓN DE
PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE PLANTAS DE DISPOCISIÓN FINAL DE
RESIDUOS SOLIDOS EN EL PERÚ**

Línea de Investigación:

Construcción sostenible y sostenibilidad ambiental en el territorio

Tesis para optar por el Título profesional de Ingeniero Civil

Autor

Cuadros Pillpe, Jose Antonio

Asesor

Madrid Saldaña, Cesar Carlos

ORCID: 0009-0007-6805-9745

Jurado

García Urrutia-Olavarria, Roque Jesús Leonardo

Pomachagua Basualdo, Yuri Arturo

Arévalo Vidal, Samir Augusto

Lima – Perú

2024

DEDICATORIA

A mi madre, Hayde Pillpe, quien siempre me ha apoyado incansablemente, para lograr uno de mis sueños, de ser un profesional. Así mismo dedico mi tesis a mi padre, Rómulo Cuadros, quien desde 1992 me acompaña desde el cielo brindándome su bendición; también a mi segundo padre, Julio Castillo, por sus consejos, por supuesto también a mis hermanos Jhon, Anabel, Antuanet y David, por creer siempre en mí.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Nuestro señor Jesucristo, por haberme guiado con sabiduría en todo momento. Agradezco también a la Universidad Nacional Federico Villarreal, en especial a todos mis ex compañeros de aula, profesores y todas las personas que fueron parte de la Facultad de Ingeniería Civil, en los años que me toco convivir con ellos adquiriendo conocimiento. Así mismo agradezco a la Ing. Alejandra Marquina, de la empresa Marquisa por haberme dado la oportunidad de desarrollar esta investigación en sus proyectos.

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	15
1.1.	Descripción y formulación del problema	15
1.1.1.	Problema general:.....	21
1.1.2.	Problemas específicos:	21
1.2.	Antecedentes.....	21
1.2.1.	Antecedentes Internacionales.....	21
1.2.2.	Antecedentes nacionales:	22
1.3.	Objetivos.....	23
1.3.1.	Objetivo General	23
1.3.2.	Objetivo Especifico	24
1.4.	Justificación.....	24
1.5.	Hipótesis	25
1.5.1.	Hipótesis General	25
1.5.2.	Hipótesis Especificas.....	25
II.	MARCO TEORICO.....	26
2.1.	Bases teóricas sobre el tema de investigación	26
2.1.1.	Definiciones	26
2.1.2.	Bases teóricas sobre la dirección de proyectos de construcción	33

2.1.3.	Bases teóricas sobre Lean construction.....	34
2.1.4.	Bases teóricas sobre las plantas de disposición final de residuos solidos	35
III.	METODO	36
3.1.	Tipo de Investigación	36
3.2.	Ámbito temporal y espacial.....	36
3.2.1.	Ámbito temporal	36
3.2.2.	Ámbito Espacial	36
3.3.	Variables	39
3.3.1.	Variable Independiente	39
3.3.2.	Variables Dependientes.....	39
3.4.	Población y muestra.....	40
3.4.1.	Población.....	40
3.4.2.	Muestra.....	40
3.5.	Instrumentos	40
3.5.1.	Plan maestro	40
3.5.2.	Look Ahead	41
3.5.3.	Curva s mensual	42
3.5.4.	Formato de nivel de confiabilidad.....	43
3.5.5.	Formato de análisis de restricciones.....	44
3.5.6.	Formato de seguimiento de compromisos.....	44

3.5.7. Formato de análisis de causa raíz.....	45
3.5.8. Formato de seguimiento de RFIS.....	46
3.6. Procedimientos	46
3.6.1. Etapa de Inicio.....	46
3.6.2. Etapa de Planificación.....	51
3.6.3. Etapa de Ejecución.....	58
3.6.4. Etapa de Control y Monitoreo.....	62
3.6.5. Etapa de Cierre.....	63
3.7. Análisis de datos.....	63
3.7.1. Prueba de Hipótesis.....	63
3.8. Consideraciones éticas.....	68
IV. RESULTADOS.....	69
4.1. Evolución de PPC en cada proyecto (Reducción de Variabilidad).....	69
4.1.1. Evolución del porcentaje de promesas cumplidas a lo largo de la ejecución del proyecto de construcción: Planta de disposición final de residuos sólidos de Talara.	69
4.1.2. Evolución del porcentaje de promesas cumplidas a lo largo de la ejecución del proyecto de construcción: Planta de disposición final de residuos sólidos de Andahuaylas.....	73
4.1.3. Evolución del porcentaje de promesas cumplidas a lo largo de la ejecución del proyecto de construcción: Planta de disposición final de residuos sólidos de Nuevo Chimbote.	77
4.2. Causas de incumplimiento acumulado en cada proyecto	81

4.2.1. Causas de incumplimiento acumulado a lo largo de la ejecución del proyecto de construcción: Planta de disposición final de residuos sólidos de Talara.	81
4.2.2. Causas de incumplimiento acumulado a lo largo de la ejecución del proyecto de construcción: Planta de disposición final de residuos sólidos de Andahuaylas.....	83
4.2.3. Causas de incumplimiento acumulado a lo largo de la ejecución del proyecto de construcción: Planta de disposición final de residuos sólidos de Nuevo Chimbote.	85
4.3. Participación del equipo de trabajo en el levantamiento de restricciones identificadas en las reuniones semanales en cada proyecto	87
4.3.1. Participación del equipo de trabajo en el levantamiento de restricciones identificadas en las reuniones semanales, a lo largo de la ejecución del proyecto de construcción: Planta de disposición final de residuos sólidos de Talara.	88
4.3.2. Participación del equipo de trabajo en el levantamiento de restricciones identificadas en las reuniones semanales, a lo largo de la ejecución del proyecto de construcción: Planta de disposición final de residuos sólidos de Andahuaylas.....	89
4.3.3. Participación del equipo de trabajo en el levantamiento de restricciones identificadas en las reuniones semanales, a lo largo de la ejecución del proyecto de construcción: Planta de disposición final de residuos sólidos de Nuevo Chimbote.	91
4.4. Evolución de la curva S de cada proyecto	92
4.4.1. Evolución de la curva S en la ejecución del proyecto de construcción: Planta de disposición final de residuos sólidos de Talara.....	92
4.4.2. Evolución de la curva S en la ejecución del proyecto de construcción: Planta de disposición final de residuos sólidos de Andahuaylas.....	93

4.4.3. Evolución de la curva S en la ejecución del proyecto de construcción: Planta de disposición final de residuos sólidos de Nuevo Chimbote.	94
V. DISCUSION DE RESULTADOS.....	95
VI. CONCLUSIONES.....	100
VII. RECOMENDACIONES.....	103
VIII. REFERENCIAS.....	105
IX. ANEXOS.....	109
Anexo A: Matriz de consistencia.....	110
Anexo B: Formato de análisis de causa raíz.	111
Anexo C: Formato de confiabilidad.....	112
Anexo D: Formato de análisis de restricciones.....	113
Anexo E: Formato de Check List de transferencia de información.....	114
Anexo F: Formato de RFI.....	115

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Situación de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú del año 2020</i>	18
Figura 2 <i>Esquema de representación de plan maestro, look ahead y plan semanal</i>	27
Figura 3 <i>Actores involucrados en el IPD</i>	29
Figura 4 <i>Planta de disposición final de residuos sólidos</i>	32
Figura 5 <i>Imagen de un botadero</i>	33
Figura 6 <i>Ubicación del proyecto de Talara</i>	37
Figura 7 <i>Ubicación del proyecto de Andahuaylas</i>	38
Figura 8 <i>Ubicación del proyecto de Nuevo Chimbote</i>	39
Figura 9 <i>Plan maestro de obra</i>	41
Figura 10 <i>Look Ahead de 4 semanas</i>	42
Figura 11 <i>Curva S mensual</i>	43
Figura 12 <i>Matriz de control de cumplimiento de plan</i>	43
Figura 13 <i>Matriz de control de restricciones</i>	44
Figura 14 <i>Formato de nivel de compromiso del equipo de proyecto</i>	45
Figura 15 <i>Matriz de análisis de causa raíz</i>	45
Figura 16 <i>Matriz de control de Rfi's</i>	46
Figura 17 <i>Check List de transferencia de documentos del proyecto de Talara</i>	47
Figura 18 <i>Revisión de expediente técnico por parte de equipo de obra</i>	48
Figura 19 <i>Discusión de incompatibilidades</i>	50
Figura 20 <i>EDT del proyecto de Talara</i>	51

Figura 21 <i>Mapa de frentes de trabajo del proyecto de Talara</i>	52
Figura 22 <i>Mapa de frentes de trabajo del proyecto de Nuevo Chimbote</i>	53
Figura 23 <i>Mapa de frentes de trabajo del proyecto de Andahuaylas</i>	53
Figura 24 <i>Plan Maestro del proyecto de Talara</i>	55
Figura 25 <i>Primer Look Ahead del proyecto de Talara</i>	58
Figura 26 <i>Reunión semanal del proyecto de Nuevo Chimbote</i>	59
Figura 27 <i>Resultado semanal de porcentaje de plan cumplido</i>	60
Figura 28 <i>Análisis de restricciones del proyecto de Nuevo Chimbote</i>	62
Figura 29 <i>Resultado del PPC, mes 1 del proyecto de Talara</i>	69
Figura 30 <i>Resultado del PPC, mes 2 del proyecto de Talara</i>	70
Figura 31 <i>Resultado del PPC, mes 3 del proyecto de Talara</i>	70
Figura 32 <i>Resultado del PPC, mes 4 del proyecto de Talara</i>	71
Figura 33 <i>Resultado del PPC, mes 5 del proyecto de Talara</i>	71
Figura 34 <i>Resultado del PPC, mes 6 del proyecto de Talara</i>	72
Figura 35 <i>Resultado del PPC histórico, del proyecto de Talara</i>	73
Figura 36 <i>Resultado del PPC, mes 1 del proyecto de Andahuaylas</i>	74
Figura 37 <i>Resultado del PPC, mes 2 del proyecto de Andahuaylas</i>	74
Figura 38 <i>Resultado del PPC, mes 3 del proyecto de Andahuaylas</i>	75
Figura 39 <i>Resultado del PPC, mes 4 del proyecto de Andahuaylas</i>	75
Figura 40 <i>Resultado del PPC, mes 5 del proyecto de Andahuaylas</i>	76
Figura 41 <i>Resultado del PPC histórico, del proyecto de Talara</i>	76
Figura 42 <i>Resultado del PPC, mes 1 del proyecto de Nuevo Chimbote</i>	77
Figura 43 <i>Resultado del PPC, mes 2 del proyecto de Nuevo Chimbote</i>	78

Figura 44 <i>Resultado del PPC, mes 3 del proyecto de Nuevo Chimbote</i>	78
Figura 45 <i>Resultado del PPC, mes 4 del proyecto de Nuevo Chimbote</i>	79
Figura 46 <i>Resultado del PPC, mes 5 del proyecto de Nuevo Chimbote</i>	79
Figura 47 <i>Resultado del PPC, mes 6 del proyecto de Nuevo Chimbote</i>	80
Figura 48 <i>Resultado del PPC, mes 7 del proyecto de Nuevo Chimbote</i>	80
Figura 49 <i>Resultado del PPC histórico, del proyecto de Nuevo Chimbote</i>	81
Figura 50 <i>Causas de incumplimiento acumuladas en el proyecto de Talara</i>	83
Figura 51 <i>Causas de incumplimiento acumuladas en el proyecto de Andahuaylas</i>	85
Figura 52 <i>Causas de incumplimiento acumuladas en el proyecto de Nuevo Chimbote</i>	87
Figura 53 <i>Porcentaje de restricciones levantadas a lo largo del proyecto de Talara.</i>	88
Figura 54 <i>Indicador de compromisos del equipo del proyecto de Talara.</i>	89
Figura 55 <i>Porcentaje de restricciones levantadas a lo largo del proyecto de Andahuaylas.</i>	90
Figura 56 <i>Indicador de compromisos del equipo del proyecto de Andahuaylas</i>	90
Figura 57 <i>Porcentaje de restricciones levantadas a lo largo del proyecto de Nuevo Chimbote.</i>	91
Figura 58 <i>Indicador de compromisos del equipo del proyecto de Nuevo Chimbote</i>	92
Figura 59 <i>Evolución de curva S del proyecto de Talara</i>	93
Figura 60 <i>Evolución de curva S del proyecto de Andahuaylas</i>	93
Figura 61 <i>Evolución de curva S del proyecto de Nuevo Chimbote</i>	94

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Lista de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú.....</i>	16
Tabla 2 <i>Descripción de consecuencias de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú.....</i>	19
Tabla 3 <i>Sectorización de frente de trabajo de veredas.....</i>	56
Tabla 4 <i>Listado, secuenciado y balanceo de cuadrillas de cada actividad.....</i>	56
Tabla 5 <i>Tren de actividad del frente de trabajo de veredas.....</i>	57
Tabla 6 <i>Tabla de Contingencia para la prueba de Hipótesis General.....</i>	64
Tabla 7 <i>Tabla de Contingencia para la prueba de Hipótesis Específica 1.....</i>	65
Tabla 8 <i>Tabla de Contingencia para la Hipótesis Específica 2.....</i>	66
Tabla 9 <i>Tabla de Contingencia para la Hipótesis Específica 3.....</i>	67

RESUMEN

En esta investigación tiene como objetivo mostrar la influencia que tienen las herramientas de la metodología lean construction en la dirección de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú. Particularmente la metodología fue aplicada en tres proyectos ubicados en los departamentos de Piura, Apurímac y Ancash, entre los años 2021 y 2022. Durante la implementación de las herramientas lean construction en cada proyecto, se identificaron algunos datos importantes que merecen ser resaltados, entre ellos tenemos el cambio de pensamiento y la aceptación de una nueva metodología de trabajo en equipo, comprender que la metodología lean construction no es solamente la aplicación de formatos, sino que es gestionar el talento humano, se trata de gestionar personas de un equipo de trabajo, todas con sus respectivas especialidades y enfoques para abordar los problemas y plantear estrategias de solución, durante la ejecución de los tres proyectos en estudio. En la investigación se demuestra que el cumplimiento de plan programado en las reuniones semanales, las cuales se plasman en los looks ahead, garantizan lograr llegar al plazo de proyecto, y esto obedece a que en dichas reuniones la planificación va acompañada de un análisis de restricciones que permiten mitigar la variabilidad del proyecto, por lo tanto, se asegura el flujo de trabajo.

Palabras Claves: lean construction, variabilidad, dirección, proyectos

ABSTRAC

This research aims to show the influence that the tools of the lean building methodology have in the management of construction projects of solid waste final disposal plants in Peru. Particularly, the methodology was applied in three projects located in the departments of Piura, Apurímac and Ancash, between 2021 and 2022. During the implementation of lean construction tools in each project, some important data are identified that deserve to be highlighted, among them we have the change in thinking and the acceptance of a new teamwork methodology, understanding that the lean construction methodology is not only the application of formats, but rather it is managing human talent, it is about managing people in a work team, all with their respective specialties and approaches to address problems and propose solution strategies, during the execution of the three projects under study. The research shows that compliance with the planned plan in the weekly meetings, which are reflected in the look forward planning, guarantees reaching the project deadline, and this is because in these meetings the planning is accompanied by an analysis of restrictions that allow mitigating the variability of the project, therefore ensuring the workflow.

Keywords: lean ccnstruction, variability, management, projects

I. INTRODUCCIÓN

Esta investigación es el resultado de estudiar el impacto que tienen las metodologías de planificación no tradicionales en tres proyectos de infraestructura de vital importancia para la gestión de residuos sólidos en el Perú, debido a que, en proyectos anteriores de esta misma infraestructura, presentan problemas con el cumplimiento de sus metas, sobre todo en los aspectos de tiempo y plazo. Es así que se toma la metodología lean construction, para evaluar su influencia en la dirección de los tres proyectos de estudio, y observar los resultados que se obtienen de su aplicación.

1.1. Descripción y formulación del problema

Conforme las poblaciones de las ciudades del Perú crecen con el paso del tiempo, la generación de residuos sólidos también crece, es así que de acuerdo con el sistema de información de gestión de residuos sólidos (Sigerisol), solo en el año 2021, se generaron 22,505.28 toneladas de residuos sólidos diariamente. Por otra parte, de acuerdo con el Registro Nacional de Municipalidades, solo un 55% de las municipalidades del Perú, cuenta con plan de manejo de residuos sólidos, es decir no poseen instrumentos de gestión y carecen de infraestructura para tratar adecuadamente los residuos sólidos generados. (Diario El Peruano, 2023)

Actualmente muchas municipalidades provinciales y locales, hacen uso de botaderos, los cuales carecen de un diseño técnico, que cumplan con estándares y normativas de manejo de residuos sólidos. En consecuencia, a esta necesidad de falta de infraestructura para el adecuado manejo de residuos sólidos, los proyectos de construcción de infraestructura para la disposición final de residuos sólidos en el Perú, van en constante crecimiento, puesto que el Ministerio del Ambiente en cooperación tanto de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón y el Banco Interamericano de Desarrollo, se encuentra promoviendo proyectos de construcción de plantas de disposición final

de residuos sólidos, a través programas administrados por la Unidad Ejecutora 003 del Ministerio del Ambiente. (Diario Gestión, 2023)

En relación a lo mencionado anteriormente, la falta de infraestructuras necesarias para la adecuada gestión de residuos sólidos, conlleva a que las poblaciones del Perú afronten problemas ambientales, sociales y al mismo tiempo problemas con el desarrollo sostenible en cada ciudad.

Tabla 1

Lista de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú

Regiones	Relleno de seguridad	Relleno mixto	Relleno sanitario
Amazonas			5
Áncash		3	6
Apurímac			7
Arequipa	1		1
Ayacucho			9
Cajamarca		1	1
Callao			1
Cusco			3
Huancavelica			4
Huánuco			4
Ica	1		4
Junín			9
La Libertad		1	
Lambayeque			1
Lima	1	4	2
Loreto		1	2
Madre de Dios			1
Moquegua			1
Pasco		1	4
Piura	6		4

Puno			2
San Martín		1	2
Tacna			1
Tumbes			1
Ucayali		1	2
TOTAL	9	13	77

Nota: Lista de infraestructura de disposición final de residuos sólidos en cada región del Perú.

Adaptada de “Gestión de residuos sólidos en Perú: su avance y lo que plantea el Minam”, por Castillo, 2023, Diario Gestión.

De la tabla 1, se observa que solo se tiene setenta y siete (77) rellenos sanitarios, que estos sirven para tratar y disponer residuos sólidos no peligrosos, nueve (09) rellenos de seguridad, que sirven para tratar y disponer residuos sólidos peligrosos y trece (13) rellenos mixtos que tratan residuos sólidos peligrosos y no peligrosos. Esto quiere decir que existe una brecha importante de falta de infraestructura para la disposición final de residuos sólidos en general.

En respuesta ante esta situación, en los últimos años, la inversión sobre proyectos destinados a disminuir el impacto ambiental y manejo de residuos sólidos de las ciudades del Perú, así como también la cultura de reciclaje, se encuentra en constante crecimiento, puesto que no solo desde iniciativas privadas y estatales se viene desarrollando este tipo de proyectos, sino también gracias a la intervención de instituciones extranjeras que tienen como finalidad apoyar a países en vías de desarrollo bajo este fin. Una de estas iniciativas es la aprobación del decreto supremo N°143-2012-EF del 10 de agosto de 2012, en la que se aprueba la operación de endeudamiento externo a ser acordada entre el estado peruano y el Banco interamericano de desarrollo-BID, hasta una suma de 15 millones de dólares, para financiar parcialmente el programa.

En ese sentido, en los últimos años se viene ejecutando diversos proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos, los cuales permiten que la población beneficiada

tenga un espacio donde destinar los residuos sólidos sin involucrar un impacto ambiental negativo y generando una cultura de reciclaje y a su vez promover indicios una economía circular.

Figura 1

Situación de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú del año 2020



Nota: Adaptado de “Banner Institucional”, por Minam,2020, (

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2496446/banner%20institucional.jpg.jpg?v=1637702473>)

De acuerdo con los informes de resultados elaborados por el Ministerio del ambiente, se evidencia problemas en la ejecución de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú, tales como, dilatación de tiempo en la entrega de estas obras, así como también problemas de costos, que inicialmente son causados por un deficiente diseño (mal cálculo

de metrados estimados y omisiones de partidas) del expediente técnico, incompatibilidades entre especialidades de arquitectura y estructuras, entre otras deficiencias. (Ministerio del Ambiente, 2015)

Con respecto a los proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos a nivel nacional, el reporte de avance de los proyectos del plan nacional de infraestructura, evidencia que los proyectos de Piura, Tumbes, Juliaca y San Ramón, presentan retrasos en la entrega final del proyecto. (Sociedad de Comercio Exterior del Perú, 2021).

Esta primera parte de la problemática tienen como desenlace, otras consecuencias directas para los tres actores importantes de un proyecto; cliente, contratista y usuario. Entre las consecuencias presentadas debido a la problemática en la ejecución de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos tenemos:

- Entregas de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos fuera de plazo.
- Mayor costo de inversión por parte del Estado Peruano, debido a las adendas por adicionales y mayores metrados.
- La población beneficiada continúe utilizando un botadero, de esta forma la problemática socio-ambiental persiste.

Tabla 2

Descripción de consecuencias de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú

Consecuencias en los proyectos construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos del Perú		
<i>Para el cliente (Estado)</i>	<i>Para la contratista</i>	<i>Para el usuario</i>
Mayor costo de inversión.	Penalidad por entregar obra fuera de plazo.	La población beneficiada con el proyecto, continuaría utilizando un botadero, de esta forma la problemática ambiental, persistiría.

Pagar mayores gastos generales por ampliación de plazo.	Mayores costos de ejecución, excediendo el presupuesto contractual.	
	Trabajos rehechos por baja calidad, en la ejecución.	

Nota: Problemas para los interesados principales de los proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos, causados por incompatibilidades en los expedientes técnicos y falta de dirección de proyecto adecuada, para dar solución a estas incompatibilidades. Elaboración propia.

Por otra parte, de acuerdo con el reporte de avance de los proyectos del plan nacional de infraestructura, al 2021, los proyectos administrados por la inversión privada presentan mejores avances frente a proyectos administrados por la inversión pública. (Comex, 2021).

Así mismo, en el artículo de Valqui, C. (2022), el retraso en los proyectos de construcción se debe a una deficiente composición de los términos de referencia para el proceso de licitación de proyectos de construcción de inversión pública, así como falta de coordinación y comunicación fluida para detectar futuros escenarios, que afecten la ejecución de los proyectos.

Es así que la dirección de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú, está basada en metodologías tradicionales, es decir; la planificación, ejecución y control de este tipo de proyectos está basada en la toma de decisiones del día a día, sin contemplar la variabilidad en los procesos constructivos, que afectan el flujo de trabajo. Tampoco se tiene una cultura de la medición de resultados e indicadores que ayuden a tomar mejores decisiones en la etapa de construcción de estos proyectos. La planificación tradicional en estos proyectos, tiene origen por el desconocimiento y falta de apuesta, en metodologías que aborden esta problemática y la resuelvan de forma eficiente, garantizando así, el cumplimiento de los objetivos principales del proyecto.

1.1.1. Problema general:

- ¿De qué manera la Metodología Lean Construction influye en la dirección de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú?

1.1.2. Problemas específicos:

- A. ¿En qué grado la Metodología Lean Construction se implementa en la dirección de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú?
- B. ¿En qué medida la Metodología Lean construction mitiga la variabilidad de los procesos constructivos de obra, en la dirección de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú?
- C. ¿De qué forma la Metodología Lean Construction mejora el desempeño tiempo-costo en la dirección de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú?

1.2. Antecedentes

1.2.1. Antecedentes Internacionales

Para Gualdrón y López (2020), en su tesis “Proceso con la metodología lean construction para proyectos de vivienda social en fase de estructura”, la cual consistió aplicar la metodología lean construction en un proyecto de vivienda de interés social, debido a que, en estos tipos de proyecto, llevados en Colombia, representan una buena oportunidad para la optimización de procesos de construcción. De dicha necesidad, nace el interés de aplicar la metodología lean construction, ya que las empresas constructoras, cuentan con una dirección de proyecto, basada en métodos tradicionales, que conllevan a construir a cualquier costo.

Kowal (2021) Lean construction es una metodología que se comporta como un puente entre los proyectos de la industria de la construcción, para alcanzar modelos circulares mediante la reducción de desperdicios. Así mismo, lean construction permite a aumentar la productividad y la rentabilidad de estos proyectos de construcción. Kowal en su investigación analiza distintos proyectos, recopilando barreras a la implementación y planteando posibles soluciones a dichas barreras encontradas. Menciona además lean construction es una metodología que ayudaría a gestionar el talento de los actores de cada equipo y de esta forma aprovechar sus distintas capacidades personales.

Rodríguez (2021), llevo a cabo una investigación en Colombia, aplicando herramientas de la metodología lean construction a un proyecto, en este caso aplico la herramienta The last planner system o sistema del último planificador, con lo cual logro planear acertadamente el flujo de trabajo y anticipándose a las restricciones que pudieran presentarse. Así mismo logro identificar que la falta de planificación coordinada con el resto de áreas, es decir falta de participación del equipo de trabajo, generó problemas con la logística del proyecto, entendimiento y comprensión de la metodología, esto se traduce en nuevas causas de incumplimiento, en las actividades programadas en el plan semanal. En consecuencia, con su investigación demuestra que la herramienta The last planner system, ayuda en la gestión de la planificación de trabajos en obra, pero que también esto es influenciado por problemas administrativos, puesto que en algunas partes de la investigación hace denotar estos problemas (logística).

1.2.2. Antecedentes nacionales:

Ochoa y Quispe (2021), realizaron una investigación, con el objetivo de determinar el grado de confiabilidad de la planificación, de un proyecto de edificación, en época de pandemia, con la

aplicación de herramientas de la metodología Lean Construction. Basaron su investigación a medir el porcentaje de plan cumplido a fin de verificar el índice de productividad en los procesos de la etapa de construcción del proyecto. Así mismo, indicaron que actualmente los proyectos de construcción terminan fuera de plazo, lo que conlleva a mayores costos de inversión, ya que estos proyectos presentan deficiencias a nivel de planeamiento.

Para Yika (2018) en la aplicación de la metodología lean construction al proyecto de construcción de un condominio en Paracas-Ica, se generó un impacto positivo al controlar los aspectos de costo y tiempo de las partidas más incidentes. Sostiene también que al aplicar la metodología lean construction en su proyecto trajo consigo una inversión hacia el personal que labora en la empresa constructora.

Brenis y Zeppilli (2023) llevaron a cabo un trabajo de aplicación de la herramienta The Last Planner System y Scrum, en un proyecto de construcción de planta de disposición final de residuos sólidos en la ciudad de Puno, con la finalidad de que el proyecto cumpla con su plazo contractual y mejorar la gestión colaborativa del proyecto. En dicho trabajo únicamente describieron como evoluciona la curva S del proyecto, antes de la aplicación de las herramientas y después de aplicarlas, por lo que concluyen que la aplicación de estas herramientas los ayudo a tener una planificación más detallada, que en comparación con una planificación tradicional.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Analizar la influencia de la Metodología Lean Construction en la dirección de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú.

1.3.2. *Objetivo Especifico*

- A. Implementar la metodología lean construction en la dirección de proyecto de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú.
- B. Mitigar la variabilidad de los procesos constructivos de obra, en la dirección de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú, implementando la metodología lean construction.
- C. Mejorar el desempeño tiempo-costo, en la dirección de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú, implementando la metodología lean construction.

1.4. *Justificación*

Esta investigación es importante debido a que actualmente en este tipo de proyectos de construcción, se tienen muy pocos antecedentes de como la metodología lean construction influyen en sus desarrollos y planes de dirección. Además, responde a la necesidad de continuar con las investigaciones sobre las nuevas tendencias metodológicas en la industria de la construcción, en este caso el análisis de la influencia de la metodología lean construction en proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú, con el fin de contar con una alternativa que solucione la problemática actual de los proyectos de construcción de este tipo.

Esta tesis es necesaria porque al aplicarla en proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en Perú, es refuerzo del desarrollo de infraestructuras que tienen como solucionar la problemática ambiental de las ciudades del Perú.

Es relevante, porque servirá como una guía para las empresas contratistas que decidan implementar la metodología lean construction en sus obras de este tipo.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

La Metodología Lean construction influye en la dirección de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú.

1.5.2. Hipótesis Especificas

- A. La metodología Lean construction se implementa en la dirección de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú.
- B. Si se aplica la metodología lean construction en la dirección de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú, entonces se mitigará la variabilidad de los procesos constructivos de obra.
- C. La metodología lean construction mejorará el desempeño tiempo-costo en la dirección de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú.

II. MARCO TEORICO

2.1.Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1. *Definiciones*

2.1.1.1.Metodología

Según Morales (2002), la metodología es una ciencia estructuralmente definida, con una normativa y objeto de estudio claro, que va más allá del descubrimiento de nuevo conocimiento, sino que también como disciplina que orienta en la resolución racional y optima de problemas humanos complejos de todo tipo.

2.1.1.2.Lean Manufacturing

De acuerdo con Socconini (2019), lean production es un proceso periódico y cíclico de lograr identificar los desperdicios que no agregan valor a la cadena de producción. Este fin se logra con la participación de un equipo de trabajo organizado y capacitado. Siempre habrá desperdicios que no son fáciles de identificar, y que la búsqueda de estos desperdicios son la clave del éxito, pues menciona que es ahí en donde se encuentra el verdadero poder de esta metodología.

Una empresa con principios Lean, está obligada a responder velozmente a lo cambiante de los sistemas competitivos, si quiere mantenerse a flote en un mundo globalizado, para lograrlo tendrá que aplicar herramientas que le permitan mejorar su dirección de proyectos, prevenir escenarios desfavorables y plantear soluciones ágiles, acompañado de una cultura de liderazgo que incentive el cambio hacia la mejora.

2.1.1.3.Lean construction

Desde mi perspectiva y experiencia, Lean construction es una metodología porque es un conjunto de pasos ordenados, que permiten a los equipos de trabajo de un proyecto, a tener una dirección más optima y efectiva para garantizar las metas tangibles e intangibles de un proyecto;

puesto que al utilizar herramientas como el Lean Project Delivery System, Integrated Project Delivery y The Last Planner system; integran y gestionan eficazmente todos los conocimientos, del equipo de trabajo responsable, para mejorar todo los procedimientos que involucra el ciclo de vida de un proyecto.

Figura 2

Esquema de representación de plan maestro, look ahead y plan semanal.



Nota: Adaptado de Planificación usual por Alarcón,2009, Un nuevo enfoque en la gestión: la construcción sin pérdidas.

Según Pons (2014), define a lean construction o construcción sin pérdidas como el resultado de la aplicación de principios y herramientas lean a lo largo del ciclo de vida de un proyecto de construcción. Menciona también que no solo abarca la aplicación de estos principios en la etapa de ejecución de un proyecto de construcción, sino que va más allá de esta etapa, abarcando también el diseño, planeamiento, desarrollo de ingeniería, logística, control, operación y mantenimiento. El

desafío para su implementación no es el factor económico, sino los cambios que se necesita hacer a nivel organizacional.

2.1.1.4. Lean Production Delivery system

De acuerdo con Ballard (2008), Lean Project delivery system es una herramienta integradora que permiten ver en conjunto todas las fases del proyecto, por el equipo de proyecto, desde un punto de vista Lean, con la misión que el equipo entiende y ofrece el mejor valor para el cliente y eliminar todas las actividades que no añaden valor. En cuanto a las etapas del proyecto LPDS, sostiene las siguientes:

- a. Etapa de definición del proyecto
- b. Etapa de diseño Lean
- c. Etapa de suministro Lean
- d. Etapa de montaje o ejecución Lean
- e. Etapa de uso y mantenimiento

2.1.1.5. Integrated Project Delivery

Pons (2014), sostiene que IPD, es la evolución de LPDS, debido a que incorpora múltiples escalones de colaboración y tipos de contrato. No solo integra sistemas, sino también buenas prácticas empresariales, personas, talento y puntos de vista de parte de todos los involucrados en el proyecto, a fin de optimizar resultados y valor para el cliente, aumentando la eficiencia en todas las fases de diseño y ejecución, disminuyendo los desperdicios.

Figura 3*Actores involucrados en el IPD*

Nota: Adaptado de Actores o agentes sociales que integra el IPD, por Pons,2014, Introducción a lean construction.

2.1.1.6.Desperdicios o muda

Según Socconini (2008), la mejor traducción de muda debería ser excesos, los cuales afectan negativamente en la productividad, que además deben de ser identificados y bien atendidos, para ser eliminados, mitigados o minimizados, todos los días en las empresas e instituciones. Uno de los principales objetivos de lean production, es conocer, detectar y eliminar dichos desperdicios.

Desperdicio o muda, será todo aquel esfuerzo que no sea absolutamente esencial que no aporta valor al producto o servicio, tal y como lo desea el cliente o usuario del proyecto.

De acuerdo con Pons (2014), clasifica los desperdicios en la construcción en 8 tipos:

- A. Sobreproducción.
- B. Tiempos muerto por esperas.
- C. Movimientos y traslados innecesarios.
- D. Sobreprocesamientos.

E. Exceso de elementos almacenados.

F. Exceso de traslados.

G. Baja calidad.

H. Talento.

2.1.1.7. Variabilidad o mura

Socconini (2008), afirma que la variabilidad es el resultado de la falta de uniformidad generada desde elementos de entradas del proceso, tales como los materiales, las especificaciones técnicas, las habilidades, los métodos, el entrenamiento y las condiciones de maquinaria, que a su vez, produce una falta de uniformidad en los procesos, dicha falta de uniformidad es una variación o variabilidad, lo que puede o no causar problemas a nuestros usuarios o clientes, por lo que es importante identificar el tipo de variabilidad o si esta es natural o no.

2.1.1.8. Restricciones

Ballard (1994), define a las restricciones como requisitos que, al no ser tomados en cuenta, en la planificación de actividades, crean mayor incertidumbre a los procesos de construcción, al no ser tomadas en cuenta y no controladas.

2.1.1.9. The Last Planner System

De acuerdo con Rubio (2019), The last planner system es una herramienta de lean construction que surge del resultado de buscar una solución a los problemas crónicos de proyectos de construcción, como por ejemplo reducir la variabilidad, mantener el flujo de valor constante y sin interrupciones. The last planner system es la herramienta que hace posible la implementación de Lean construction en empresas que buscan ser competitivas, ya que presenta una estructura de aplicación que no representa un problema económico, pero si compromiso por todo el equipo de trabajo.

2.1.1.10. Plantas de disposición final de residuos sólidos

Jaramillo (2010), menciona que la planta de disposición final de residuos sólidos, es una infraestructura con características técnicas, que no representan peligro alguno de contaminación a los suelos, acuíferos subterráneos y la salud pública; tanto en su etapa de operación y cierre. Uno de los componentes de la planta de disposición final de residuos sólidos, es la celda de confinamiento o también llamada trinchera de confinamiento, la cual posee recubrimiento con geosintéticos, en la cual van a parar los residuos sólidos, que se confinan lo más estrecho posible, para posteriormente ser recubiertas con material seleccionado y compactado a fin de reducir su volumen. Dentro de las celdas de confinamiento, se tiene un sistema de drenes, que sirven para captar los lixiviados generados por la descomposición de los residuos, estos son captados y conducidos a una poza de lixiviados, que por acción del oxígeno son descompuestos de forma aeróbica. Como último componente esencial de la celda de confinamiento, se tiene el sistema de chimeneas, que son elementos que captan los gases generados por la descomposición de los residuos sólidos, Metano (CH_4), que luego son descompuestos por medio de quemadores en Dióxido de Carbono (CO_2). Otros componentes de la planta de disposición final de residuos sólidos, son las edificaciones de reciclaje y aprovechamiento de materia inorgánica y orgánica, respectivamente.

Figura 4

Planta de disposición final de residuos sólidos



Nota: Adaptada de “*nota de prensa*”, por Minam, 2023,

(<https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/763469-tacna-minam-invertira-s-59-000-000-en-el-mejoramiento-y-ampliacion-del-servicio-de-limpieza-publica>).

2.1.1.11. Botadero

Respecto a los botaderos Jaramillo (2010) señala:

El botadero de basura es una de las prácticas de disposición final más antiguas que ha utilizado el hombre para tratar de deshacerse de los residuos que él mismo produce en sus diversas actividades. Se le llama botadero al sitio donde los residuos sólidos se abandonan sin separación ni tratamiento alguno. Este lugar suele funcionar sin criterios técnicos en una zona de recarga situada junto a un cuerpo de agua, un drenaje natural, etc. Allí no existe ningún

tipo de control sanitario ni se impide la contaminación del ambiente; el aire, el agua y el suelo son deteriorados por la formación de gases y líquidos lixiviados, quemados y humos, polvo y olores nauseabundos. (p.57)

Figura 5

Imagen de un botadero



Nota: Adaptado de Abandono de la basura en un botadero a cielo abierto, por Jaramillo, 2010, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

2.1.2. Bases teóricas sobre la dirección de proyectos de construcción

En lo referente a la gestión de proyectos, según Wallace (2002), afirma que:

La dirección de proyectos evolucionó desde sus etapas formativas en los años 40 y se convirtió en una de las principales aplicaciones internacionales e interdisciplinarias. Los organismos profesionales relevantes (la Asociación Internacional de Gestión de Proyectos y el Instituto de Gestión de Proyectos) operan globalmente y en la mayoría de las áreas de la

industria y del comercio. Las prácticas y los procedimientos de gestión de proyectos operan en una amplia gama de aplicaciones, desde proyectos agrícolas en África hasta complejos proyectos de ingeniería en Australia. (p. 09)

En cuanto al Perú, basada en los lineamientos del Project Management Institute (PMI), La Contraloría General de la República (2010), señala que:

“La gestión de proyectos se trata de aplicar conocimientos, en los procesos y operaciones del proyecto para cumplir con los requerimientos del mismo” (p. 04).

Otra de las teorías más fuertes en cuanto a la aceptación en el mundo, respecto a la gestión de proyectos, tenemos que el PMBOK (2008), define lo siguiente:

La dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo. Se logra mediante la aplicación e integración adecuadas de los 42 procesos de la dirección de proyectos, agrupados lógicamente, que conforman los 5 grupos de procesos. (p. 06)

Por otra parte, Bucero (2002), define que la dirección de proyectos es el arte de utilizar diversas técnicas con la finalidad de lograr cumplir con los objetivos establecidos en un proyecto, garantizando cumplir con los costos y plazos determinados en el proceso de planificación. Además, estas técnicas se basan en el involucramiento del director de proyectos y su equipo, en planificar, liderar, coordinar, monitorear y facilitar los trabajos requeridos que se encuentran dentro del alcance del proyecto.

2.1.3. Bases teóricas sobre Lean construction

Koskela (1992), sostiene que la metodología lean construction, enfoca el proceso constructivo de un proyecto, no solo como un sistema de pasos ordenados, sino que también puede verse de 3 maneras de procedimientos; procesos de transformación, de flujo y de generar valor, en resumen, con

la metodología Lean Construction se pueden crear sistemas de producción solidas que optimicen los procesos de flujo, eliminando los desperdicios en la construcción de proyectos.

Ballard (1994), indica que la metodología lean construction, necesita de herramientas para que se logre implementar de forma correcta en los distintos tipos de proyectos de construcción, para ello, planteo la herramienta del último planificador, enfocándose en la reducción de niveles jerárquicos en la organización de los proyectos de construcción.

Según Pons (2014), define a la metodología Lean Construction como el resultado de aplicar las diferentes herramientas Lean, a lo largo del ciclo de vida de un proyecto, es decir desde su concepto como idea, hasta su etapa de puesta en servicio.

2.1.4. Bases teóricas sobre las plantas de disposición final de residuos solidos

Con respecto a las plantas de disposición final de residuos sólidos, Jaramillo (2002), la define, como una infraestructura con características técnicas, que no representan peligro alguno de contaminación a los suelos, acuíferos subterráneos y la salud pública; tanto en su etapa de operación y cierre. Uno de los componentes de la planta de disposición final de residuos sólidos, es la celda de confinamiento o también llamada trinchera de confinamiento, la cual posee recubrimiento con geosintéticos, en la cual van a parar los residuos sólidos, que se confinan lo más estrecho posible, para posteriormente ser recubiertas con material seleccionado y compactado a fin de reducir su volumen.

Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (2010), define a la planta de disposición final de residuos sólidos, instalación destinada a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos sólidos en la superficie o bajo tierra, basados en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental.

III. METODO

3.1. Tipo de Investigación

De acuerdo con Hernández, R. (2014), en su libro Metodología de la investigación, según el objetivo es aplicada, no experimental, explicativa y cuantitativa.

3.2. *Ámbito temporal y espacial*

3.2.1. *Ámbito temporal*

Esta investigación se centra en 3 proyectos de construcciones de plantas de disposición final de residuos sólidos entre los años de 2021 y 2022, los cuales se construyeron en el siguiente orden:

Proyecto de construcción de planta de disposición final de residuos sólidos de Talara-Piura, ejecutado en el primer semestre del 2021.

Proyecto de construcción de planta de disposición final de residuos sólidos de Andahuaylas-Apurímac, ejecutado en el primer semestre del 2022.

Proyecto de construcción de planta de disposición final de residuos sólidos de Nuevo Chimbote-Ancash, ejecutado en el segundo semestre del 2022.

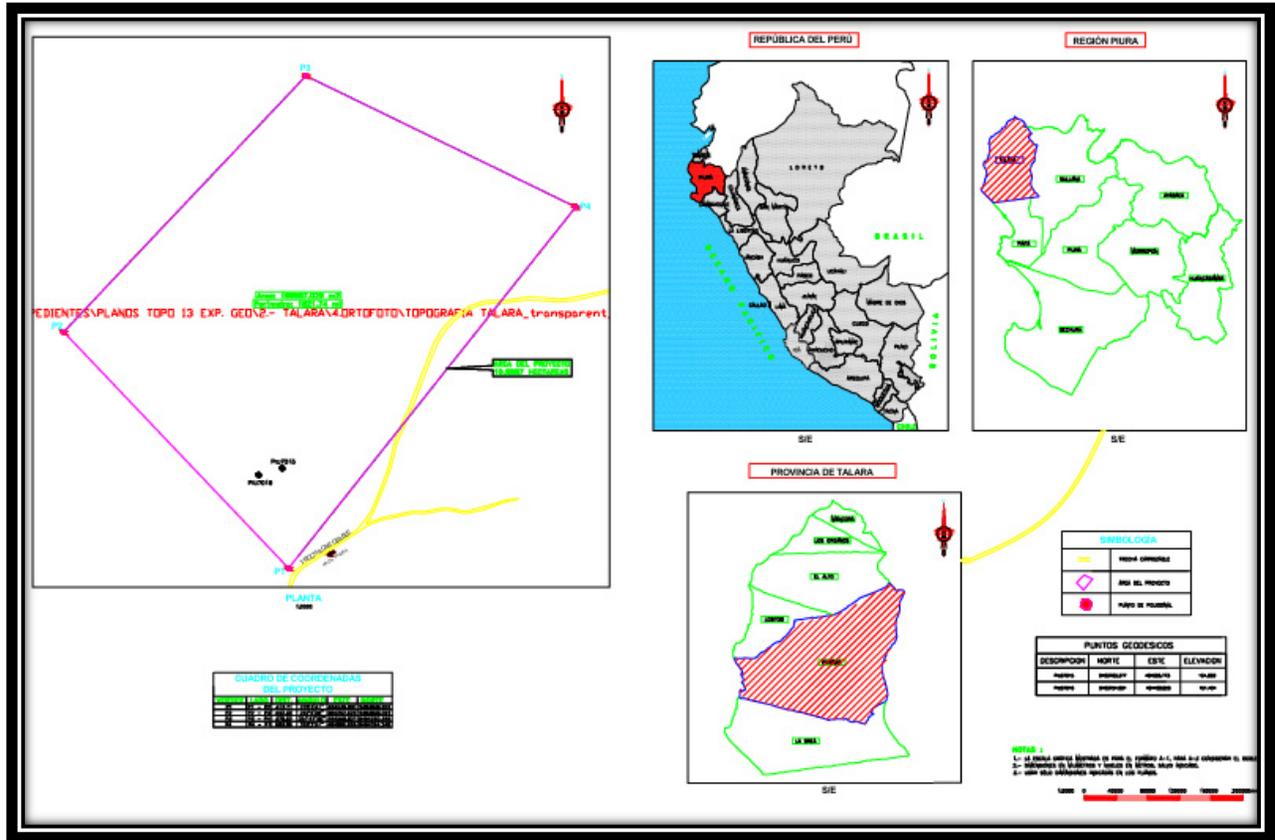
3.2.2. *Ámbito Espacial*

Los proyectos se ubican en el siguiente orden:

Proyecto 1: Planta de disposición final de residuos sólidos de Talara, ubicado en el distrito de Bosque Pariñas, Provincia de Talara, Departamento de Piura.

Figura 6

Ubicación del proyecto de Talara

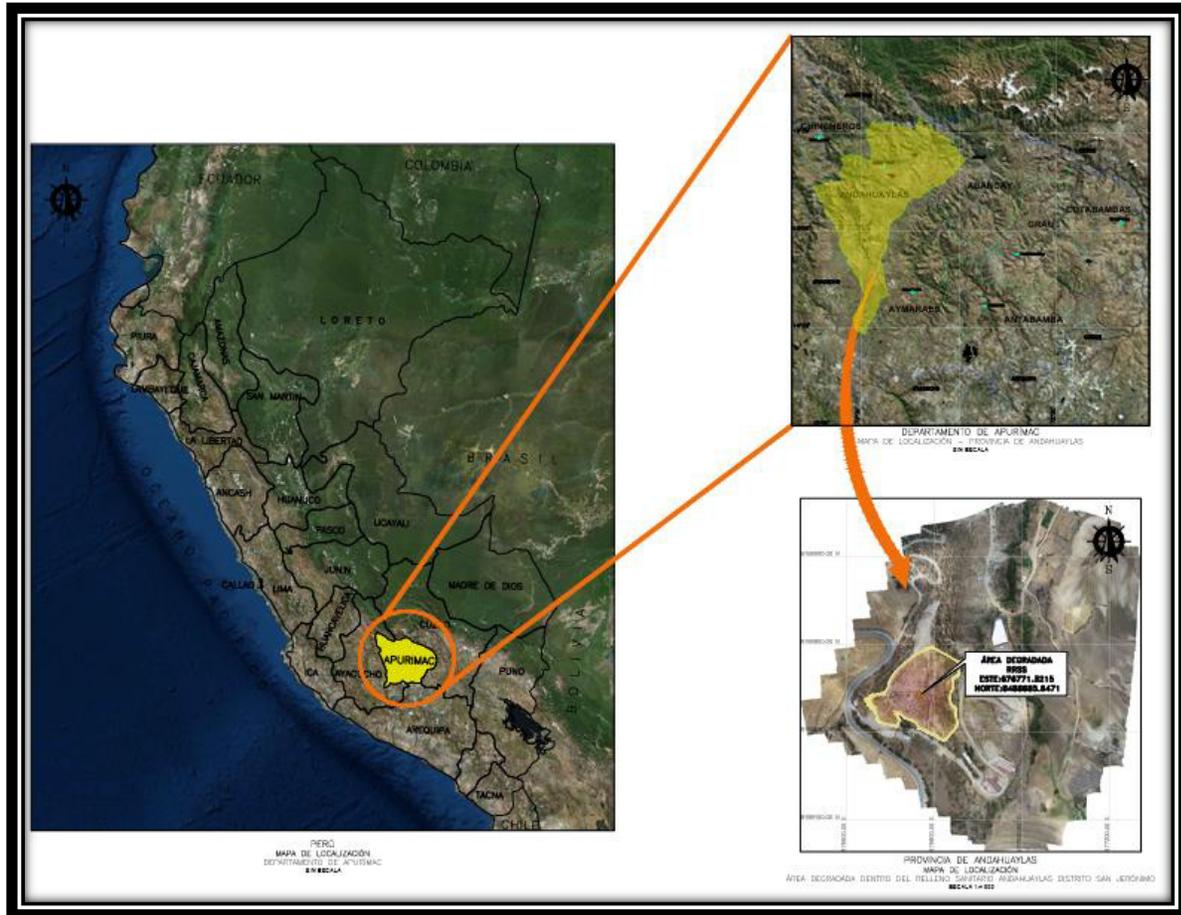


Nota: Adaptado de expediente técnico, por departamento de ingeniería de la Unidad ejecutora 003-Minam, 2019.

Proyecto 2: Planta de disposición final de residuos sólidos de Andahuaylas, ubicado en el distrito de San José, Provincia de Andahuaylas, Departamento de Apurímac.

Figura 7

Ubicación del proyecto de Andahuaylas

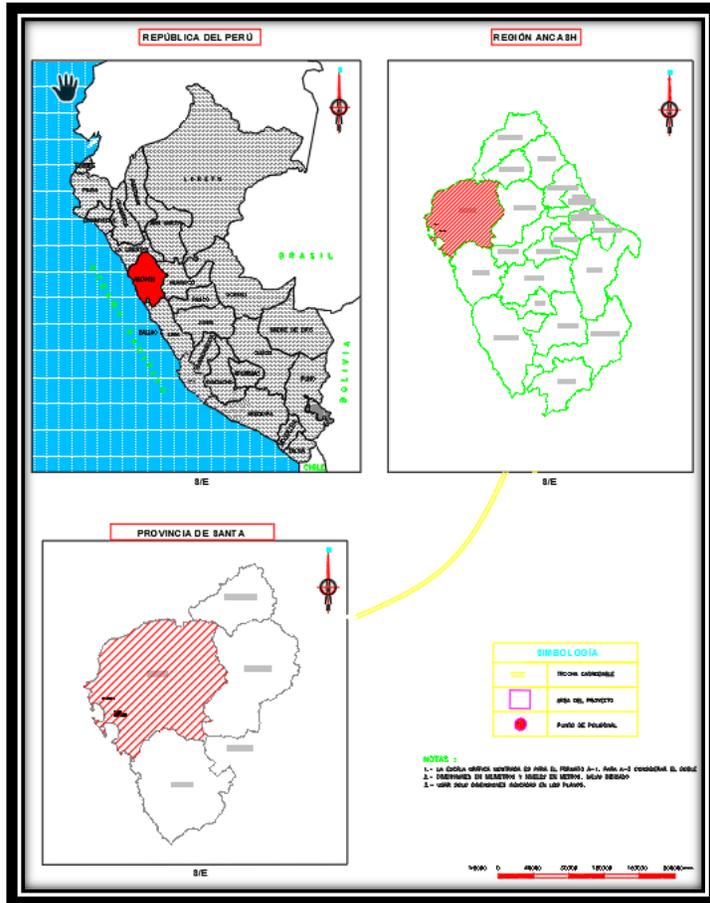


Nota: Adaptado de expediente técnico, por departamento de ingeniería de la Unidad ejecutora 003-Minam, 2021.

Proyecto 3: Planta de disposición final de residuos sólidos del distrito de Nuevo Chimbote, Provincia de Chimbote, Departamento de Ancash.

Figura 8

Ubicación del proyecto de Nuevo Chimbote



Nota: Adaptado de expediente técnico, por departamento de ingeniería de la Unidad ejecutora 003-Minam, 2021.

3.3. Variables

3.3.1. Variable Independiente

Metodología lean construction.

3.3.2. Variables Dependientes

Dirección de proyecto de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos.

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

Respecto a la población. “Así, una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (Lepkowski, 2008). En ese sentido, la población para esta investigación está compuesta por todos los proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos construidos entre los años 2021 y 2022.

3.4.2. Muestra

Respecto a la muestra. Hernández (2014) sostiene que “la muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población” (p.175). En ese sentido, la muestra para esta investigación serán los tres proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos de Talara, San Jose y Nuevo Chimbote.

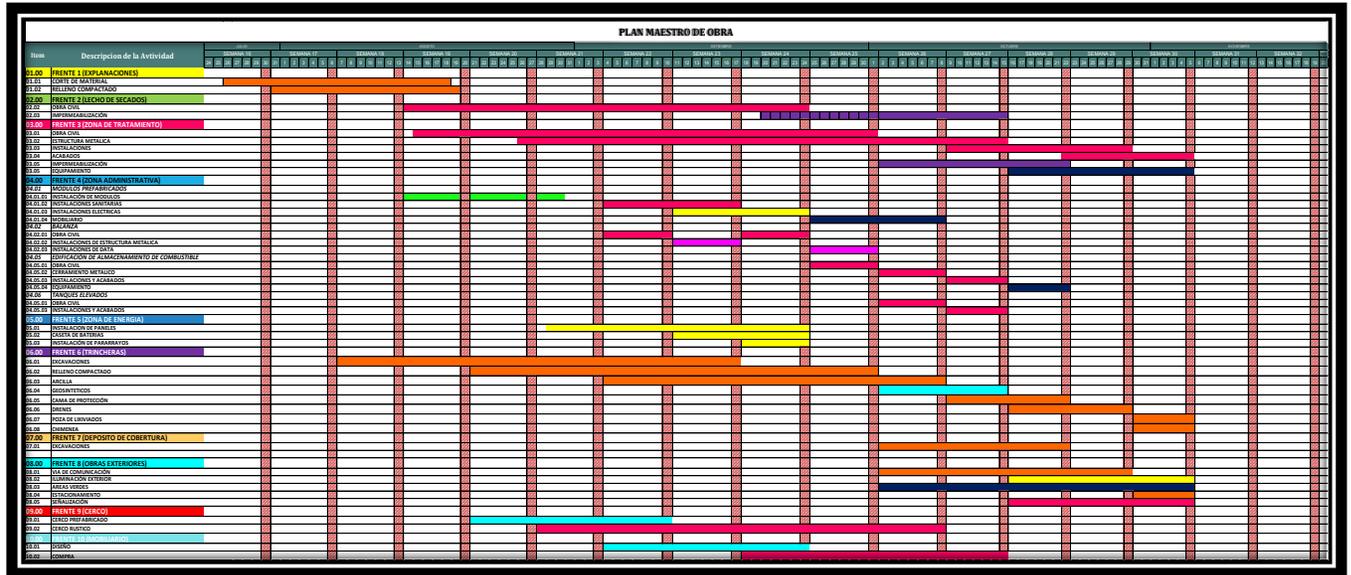
3.5. Instrumentos

3.5.1. Plan maestro

Es la planificación visual de lo que se debe ejecutar en el proyecto de construcción, en la cual se aprecia, la planificación de trabajos de todas las actividades comprometidas, dentro del alcance del proyecto.

Figura 9

Plan maestro de obra



Nota: Elaboración propia

3.5.2. Look Ahead

El look Ahead es un instrumento que permite realizar una planificación visual con mayor precisión, este instrumento debe ser planteado de acuerdo a la envergadura del proyecto, puede ser de 3 o 4 semanas o hasta 6 semanas. Este instrumento permite ordenarnos en la secuencia de trabajos y al mismo tiempo obtener las restricciones que el equipo de trabajo requiere resolver.

Figura 10

Look Ahead de 4 semanas

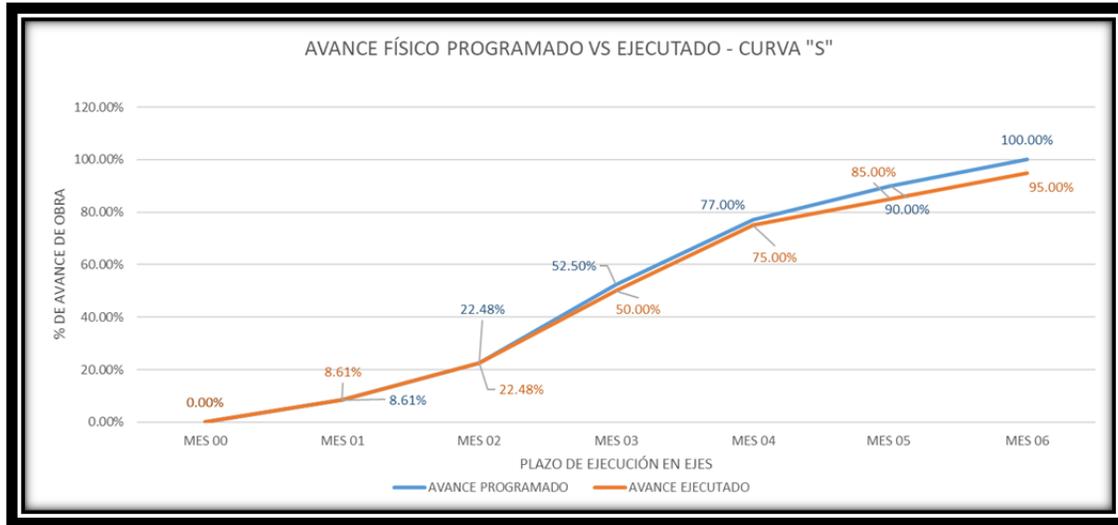
Item		Descripción de la Actividad		Unit	Medida Total	LOOK AHEAD PLANNING																											
						AGOSTO														SEPTIEMBRE													
						Semana 07							Semana 08							Semana 09							Semana 10						
43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70						
L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D						
01	OBRAS PROVISIONALES Y SEGURIDAD OCUPACIONAL																																
01.01	OBRAS PROVISIONALES																																
01.01.01	LAMPARILLO PROVISIONAL PARA OBRA		M2	485.00																													
01.01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 6.00x4.00 m		UNO	1.00																													
01.01.03	FLETE TERRESTRE DE MATERIALES		CLB	1.00																													
01.02	TRABAJO PRELIMINARES																																
01.02.01	LIMPIEZA DE RESIDUOS		M3	16,913.20																													
02	AREA OPERATIVA																																
02.01	OBRAS PRELIMINARES MASIVAS																																
02.01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE																																
02.01.02	CONFORMACION EN DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE		M3	71,775.57																													
02.02	EXPLANACIONES (PLATAFORMA PARA EDIFICACIONES)																																
02.02.01	OBRAS PRELIMINARES																																
02.02.02	TRAZO Y REPLANTEO		M2	9,477.25																													
02.02.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS																																
02.02.04	CORTE DE MATERIAL SUELO		M3	2,313.64																													
02.02.05	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO		M3	5,699.55																													
02.02.06	PERFILADO REVELACION Y COMPACTADO		M2	4,163.94																													
02.02.07	ACARREO DE MATERIAL DE PRESTAMO CON EQUIPO HASTA 0.30 km. H		M3	4,063.32																													
02.03	CELDA DE RESIDUOS SOLIDOS (TRINCHERA CONFORMADA POR DIQUE)																																
02.03.01	OBRAS PRELIMINARES																																
02.03.02	TRAZO Y REPLANTEO		M2	51,111.70																													
02.03.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS																																
02.03.04	CORTE DE MATERIAL SUELO		M3	113,886.91																													
02.03.05	CONFORMACION DE TERRAPLEN CON MATERIAL PROPIO (DIQUE)		M3	29,639.49																													
02.03.06	PERFILADO Y COMPACTADO EN BASE Y TALUD		M2	47,765.65																													
02.03.07	CONFORMACION DE TERRAPLEN CON MATERIAL PROPIO (DIQUES INT)		M3	3,670.79																													
02.03.08	CORTE EN ROCA SUELO		M3	2,221.89																													
02.03.09	LIMPIEZA DESGLOSE DE ROCA SUELO CON EQUIPO (ELEVADOR)		M3	1,675.12																													
02.03.10	CARGUNO Y ELIMINACION DE ROCA SUELO CON EQUIPO		M3	1,675.12																													
02.03.11	IMPERMEABILIZACIONES																																
02.03.12	EXCAVACION MANUAL PARA DADO DE ANCLAJE		M3	491.07																													
02.03.13	PROTECCION DE GEOMEMBRA NA CON GEOTEXTIL NO TEJIDO 300 GR		M2	43,520.39																													
02.03.14	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOMEMBRA NA LISA HDPE e=2.50mm		M2	43,520.39																													
02.04	POZA DE LIXIVIADOS																																
02.04.01	OBRAS PRELIMINARES																																
02.04.02	TRAZO Y REPLANTEO		M2	4801.74																													
02.04.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS																																
02.04.04	EXCAVACION CON EQUIPO EN MATERIAL SUELO		M3	7369.6																													
02.04.05	CONFORMACION DE TERRAPLEN CON MATERIAL PROPIO (DIQUE)		M3	2075.43																													
02.04.06	PERFILADO Y COMPACTADO EN BASE Y TALUD		M2	7569.84																													
02.04.07	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO HASTA 0.30 km. INC		M3	1672.72																													

Nota: Elaboración propia.

3.5.3. Curva s mensual

Este instrumento de seguimiento y control, permite saber el estado de avance en el que se encuentra el proyecto, ya que se hace un análisis entre la programación valorizada prevista versus la programación valorizada ejecutada. En esta investigación caso la curva S, se utilizó como instrumento de control de costo y plazo del proyecto de construcción en ejecución, versus el plazo y costo contractual.

Figura 11
Curva S mensual



Nota: Elaboración propia.

3.5.4. Formato de nivel de confiabilidad

Es aquel instrumento que permite tomar datos y cuantificar que tanto estamos cumpliendo de nuestra programación (mide el cumplimiento de nuestra planificación).

Figura 12

Matriz de control de cumplimiento de plan

N° Proyecto:		REPORTE PPC SEMANAL / AREA													PROMEDIO	Cumplimiento Promedio:
		Semana 48 (23/11/20 - 29/11/2020)														
Proyecto:		INFRAESTRUCTURA DE DISPOSICIÓN FINAL, PLANTA DE VALORIZACION Y CENTRO DE ACOPIO DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DEL PROYECTO														
		PPC DE LA SEMANA (%)													PROMEDIO	Cumplimiento Promedio:
		48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60		
Celda de Residuos Sólidos	Responsable area:	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	Linea Meta	92%
	Responsable Planeamiento:	92.00%	Ejecutado													
Poza de Lixiviados	Responsable area:	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	Linea Meta	94%
	Responsable Planeamiento:	94.00%	Ejecutado													
Edificio de Valorización	Responsable area:	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	Linea Meta	48%
	Responsable Planeamiento:	45.00%	Ejecutado													
Edificio Administrativo	Responsable area:	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	Linea Meta	100%
	Responsable Planeamiento:	100.00%	Ejecutado													
Centro de Acopio	Responsable area:	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	Linea Meta	100%
	Responsable Planeamiento:	100.00%	Ejecutado													
Vías de Acceso Exterior	Responsable area:	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	Linea Meta	0%
	Responsable Planeamiento:	0.00%	Ejecutado													
Carco Perimétrico	Responsable area:	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	Linea Meta	100%
	Responsable Planeamiento:	100.00%	Ejecutado													

Nota: Elaboración propia.

3.5.5. Formato de análisis de restricciones

Es el instrumento que permite verificar y compatibilizar toda variabilidad que pueda afectar el flujo constante de trabajo.

Figura 13

Matriz de control de restricciones

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES-TALARA										
COD	ÁREA DE LEVANTAMIENTO	ACTIVIDAD DEL L.A.P	FRENTE DE TRABAJO	DESCRIPCIÓN DE LA RESTRICCIÓN	DUÑO	PLAN DE ACCIÓN	N° SEM IDENTIFICADA	FECHA PLANIFICADA DE LEVANTAMIENTO	CHECK	FECHA REAL DE LEVANTAMIENTO
R001	EQUIPOS	CORTE DE MATERIAL	F1 - CELDA DE CONFINAMIENTO	Falla electrica en excavadora	Brandon	Comunicarse y reportar a taller, para la revisión del sistema electrico, se consultará a taller la compra de un filtro alternativo, tambien todos los dias durante el abastecimiento de combustible tambien se hará el engrase con grasera.	47	23/11/2020	OK	
R002	EQUIPOS	CORTE DE MATERIAL	F1 - CELDA DE CONFINAMIENTO	Demora en el inicio de activiades por	Brandon	Todos los dias durante el abastecimiento de	47	23/11/2020	OK	
R003	ADMINISTRACIÓN	CONFORMACIÓN DE DIQUES	F1 - CELDA DE CONFINAMIENTO	Falta peones para zarandeo de material	Hector	Reclutar 02 peones para dicha actividad	9	20/11/2020	OK	
R004	SSOMA	CONFORMACIÓN DE DIQUES	F1 - CELDA DE CONFINAMIENTO	Falta de personal de ssoma para doble turno	Sergio	Coordinar con administración un PDR para	47	25/11/2020	OK	
R005	PRODUCCION	CONFORMACIÓN DE DIQUES	F1 - CELDA DE CONFINAMIENTO	Falta de personal de producción para doble	Paulo	Coordinar con administración un supervisor	47	25/11/2020	OK	
R006	RESIDENCIA	CONFORMACIÓN DE DIQUES	F1 - CELDA DE CONFINAMIENTO	Autorización por parte de la supervisión para	Tarker	Comunicar a la supervisión la ejecución de	47	25/11/2020	OK	
R007	PRODUCCION	CONFORMACIÓN DE DIQUES	F1 - CELDA DE CONFINAMIENTO	Falta procedimiento para traslape de	Paulo	Preparar la propuesta técnica junto con	47	23/11/2020	NO	24/11/2020
R008	ADMINISTRACIÓN	CONFORMACIÓN DE DIQUES	F1 - CELDA DE CONFINAMIENTO	Alquiler de maquinarias para segunda	Hector	Alquilar 01 cisterna + 01 Motoniveladora +	47	23/11/2020	NO	24/11/2020
R009	ADMINISTRACIÓN	CONFORMACIÓN DE DIQUES	F1 - CELDA DE CONFINAMIENTO	Falta operador de cargador para doble turno	Hector	Contratar operado de cargador para doble	47	23/11/2020	OK	
R010	ADMINISTRACIÓN	CONFORMACIÓN DE DIQUES	F1 - CELDA DE CONFINAMIENTO	Falta operador de excavadora para doble	Hector	Contratar operado de excavadora para	47	23/11/2020	OK	
R011	PRODUCCION	IMPERMEABILIZACIONES	F1 - CELDA DE CONFINAMIENTO	Elaborar informe de variación 2 (incluye	Paulo	Cotizar y generar informe de variación	47	20/11/2020	OK	

Nota: Elaboración propia.

3.5.6. Formato de seguimiento de compromisos

Este instrumento nos permite realizar una cuantificación del nivel de compromiso que tienen los miembros que conforman el equipo del proyecto, a través de las restricciones que se van levantando.

Figura 14

Formato de nivel de compromiso del equipo de proyecto

INDICADOR DE COMPROMISOS POR PERSONA					
PROYECTO: PDRS-TALARA			N° SEM		32
CLIENTE: UNIDAD EJECUTORA 003-MINAM			FECHA:		10/7/2021
INDICADOR DE COMPROMISOS POR PERSONA					
ITEM	DUEÑO	CARGO	N° COMPROMISOS ASUMIDOS	N° COMPROMISOS CUMPLIDOS	% DE NIVEL DE COMPROMISO
1	Tarker	Ing. Residente	10	8	80%
2	Antony	Coordinador de proyecto	20	19	95%
3	Paulo	Jefe de Producción	16	14	88%
4	Hector	Administrador	25	15	60%
5	Jhoyner	Cadista	4	3	75%
6	Karzon	Jefe de Oficina Técnica	3	2	67%
7	Eduardo	Asistente de Residente	12	7	58%
8	Manuel	Almacenero	1	1	100%
9	Sergio	Ing medio ambiente	1	1	100%
10	Carlos	Ing seguridad	18	12	67%
11	Arturo	Ing Calidad	4	3	75%
12	Angel	Asistente de producción	8	6	75%
13	Brandon	Jefe de maquinas	2	1	50%
14	Frank	Topo 1	2	1	50%
15	Palermo	Topo 2	2	1	50%
16	Ortiz	Maestro de obras civiles	20	16	80%
17	Debaker	Maestro de Mov de Tierras	2	2	100%
18	Ivon	Asistente de Administración	5	4	80%
19	Fiorela	Asistente de OT	12	9	75%

Nota: Elaboración propia.

3.5.7. Formato de análisis de causa raíz

Instrumento que nos permite conocer las causas originarias de incumplimiento de trabajos programados.

Figura 15

Matriz de análisis de causa raíz

ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ										
PROYECTO:			INFRAESTRUCTURA DE DISPOSICIÓN FINAL, PLANTA DE VALORIZACIÓN Y CENTRO DE ACOPIO DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DEL PROYECTO							
CLIENTE:			MINAM							
Semana N°	Fecha de RSP	PPC Semanal	Problema identificado	Frete	Especialidad	Causa Raíz	Tipo de causa raíz	Estrategia de solución (Plan de acción)	Dueño	Fecha de inicio de acción
48	28/11/2020	47%	No se cumplió con zarandeo de material procedente del material de corte celda para dique	Área operativa	Movimiento de tierras	Pérdida de tiempo en el abastecimiento de combustible	EQ	Se determinará horarios de abastecimiento y mantenimiento de equipos	Brandon	30/11/2020
48	28/11/2020	47%	No se cumplió con el batido de material propio procedente del corte celda para dique	Área operativa	Movimiento de tierras	Fallas de equipo mecánico (cisterna con llantas malogradas)	EQ	Mantenimiento preventivo y cambio de llantas	Brandon	30/11/2020
48	28/11/2020	47%	No se cumplió con el relleno y compactado de terraplen con material propio en dique	Área operativa	Movimiento de tierras	Fallas de equipo mecánico (cisterna con llantas malogradas)	EQ	Mantenimiento preventivo y cambio de llantas	Brandon	30/11/2020
48	28/11/2020	47%	No se cumplió con corte de material suelto	Pozo de liviados	Movimiento de tierras	No se consideró el boleado de material dentro del procedimiento	PROG	Reprogramación considerando el boleado del material	Paulo	30/11/2020
48	28/11/2020	47%	No se cumplió con corte de terreno con maquinaria para cimentaciones	Edificaciones	Edificio de valorización	Falló equipo del proveedor	EQ	Reemplazo de proveedor	Héctor	30/11/2020
48	28/11/2020	47%	No se cumplió con refino, nivelación y compactación manual	Edificaciones	Edificio de valorización	Falló equipo del proveedor	EQ	Reemplazo de proveedor	Héctor	30/11/2020
48	28/11/2020	47%	No se cumplió con el concreto $f'c=100\text{kg/cm}^2$ para falsa zapata	Edificaciones	Edificio de valorización	Mala programación	PROG	Reprogramar	Paulo	30/11/2020
48	28/11/2020	47%	No se cumplió con el trazo y replanteo	Vías de acceso	Vía de acceso exterior	Problemas de organización y coordinación con el topógrafo	ADM	Mejorar organización y coordinación	Héctor	30/11/2020

Nota: Elaboración propia.

3.5.8. Formato de seguimiento de RFIS

Este formato permite tener control de las incompatibilidades detectadas en el expediente técnico, lo cual permite mostrar al cliente dichas incompatibilidades y al mismo tiempo el planteamiento de solución.

Figura 16

Matriz de control de Rfi's

ESTATUS DE RFI											
NOMBRE DEL PROYECTO:											
NOMBRE DEL CLIENTE:											
N°	CODIGO DE RFI	ESPECIALIDAD/DISCIPLINA	TITULO	FECHA ENVIADA POR CORREO	A QUIEN FUE EMITIDO	FRENTE	EMITIDO POR:	FECHA REQUERIDA DE RESPUESTA	ESTADO	DIAS DE RETRASO	LEYENDA
											PENDIENTE
											RESPONDIDO
											OBSERVADO

Nota: Elaboración propia.

3.6. Procedimientos

Los procedimientos que se aplicaron en los tres proyectos fueron:

3.6.1. Etapa de Inicio

3.6.1.1. Transferencia de documentación inicial entre el equipo de licitaciones y el equipo de proyecto.

En este punto se aplicaron los formatos de check list de documentación de transferencia.

Para el caso del proyecto de Talara, la reunión de transferencia se realizó entre la gerencia de operaciones, el coordinador de obra y el residente de obra.

Para el caso del proyecto de Andahuaylas, la reunión de transferencia se realizó entre la gerencia de operaciones, el coordinador de obra y el residente de obra.

Para el caso del proyecto de Nuevo Chimbote, la reunión de transferencia se realizó entre la gerencia general, gerencia de operaciones, el Ingeniero de producción, el residente de obra y el coordinador de obra.

Figura 17

Check List de transferencia de documentos del proyecto de Talara

Logo empresa/Ciente		AGENDA DE LA REUNIÓN DE TRANSFERENCIA		OP_EL_01	
				VER. 01	
I. DATOS DEL PROYECTO					
NOMBRE :	CONSTRUCCIÓN DE PLANTA DE DISPOSICIÓN FINAL Y TRATAMIENTO DE RESODUOS SOLIDOS DE TALARA-PIURA				
CLIENTE :	UNIDAD EJECUTORA 003 - MINAM				
II. TEMAS A TRATAR					
N°	DOCUMENTO REQUISITO	VERIFICACION			
		SI	NO	NO APLICA	
1	Presentación del proyecto y la propuesta (supervisión, cliente, ubicación, modalidad, fianzas, forma de pago)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	Revisión del alcance	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	Revisión del costo directo e indirecto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Revisión del plazo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Riesgos y oportunidades identificados (comerciales, legales y técnicas)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	Explicación del sistema de gestión de proyectos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	Explicación del sistema de producción	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	Situación de la negociación actual con el cliente (expectativas y pendientes)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	Explicación del premio de obra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	Otros: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
III. ASISTENCIA DE LA REUNION					
GERENCIA DE OPERACIONES			STAFF DEL PROYECTO		
NOMBRES	FIRMA	NOMBRES	FIRMA		
1. Alejandra Marquina Cornejo		1. Tanker Benavente Ortiz de Orue			
2. Eduardo Marquina Cornejo		2. Jose Antonio Cuadros Pillpe			
3. _____	_____	3. _____	_____		
4. _____	_____	4. _____	_____		
5. _____	_____	5. _____	_____		
6. _____	_____	6. _____	_____		
INVITADOS					
NOMBRES	FIRMA	NOMBRES	FIRMA		
1. _____	_____	3. _____	_____		
2. _____	_____	4. _____	_____		
FECHA DE REUNIÓN			03 de Enero del 2020		

Nota: Elaboración propia.

3.6.1.2. Revisión de expediente Técnico

Como segundo paso previa a la etapa de planificación del proyecto de construcción, se procedió con la revisión del expediente técnico del proyecto, el cual consiste en dar una lectura a

todos los documentos que la componen, en especial atención a los documentos esenciales como los son:

A. Planos de todas las especialidades.

B. Especificaciones técnicas

C. Presupuesto de obra

D. Cronograma de obra

E. Memoria de calculo

F. Memoria descriptiva

De esta revisión cada especialista del equipo de obra, anotara sus propias observaciones e incompatibilidades, las cuales serán discutidas en la reunión grupal para la elaboración del informe de incompatibilidades.

Figura 18

Revisión de expediente técnico por parte de equipo de obra



Nota: Equipo de obra, se encontró internado en la localidad de Enace II Etapa del distrito de Bosque Pariñas, provincia de Talara, Departamento de Piura. El equipo conto con un régimen de descanso de 21 días de trabajo por 7 de descanso. Elaboración propia.

3.6.1.3. Generación de informe de incompatibilidades

Luego que cada equipo de proyecto realizo la revisión del expediente técnico, identificaron todas las incompatibilidades que presentan los documentos que la componen.

En ese sentido las incompatibilidades identificadas en cada proyecto fueron:

A. Proyecto de Talara

Incompatibilidad entre los planos de la especialidad de estructuras y los planos de la especialidad de arquitectura del componente, edificación de valorización de residuos inorgánicos.

Incompatibilidad entre los planos de la especialidad de movimiento de tierras y los metrados de las partidas de movimiento de tierras del componente, celda de confinamiento.

Incompatibilidad entre presupuesto de obra y plano de movimiento de tierras del componente, vía exterior.

Incompatibilidad entre presupuesto de obra y plano de drenes de lixiviados del componente, celda de confinamiento.

B. Proyecto de Andahuaylas

Incompatibilidad entre metrados de las partidas de suministro e instalación de geosintéticos y los planos de la especialidad de impermeabilización con geosintéticos del componente, celda de confinamiento.

Incompatibilidad entre los documentos de información de canteras para la partida de suministro y colocación de arcilla de baja permeabilidad, del componente, celda de confinamiento.

C. Proyecto de Nuevo Chimbote

Incompatibilidad entre planos de la especialidad de arquitectura y planos de la especialidad de estructuras de los componentes, edificación de valorización de orgánicos, edificación de parqueo de maquinarias, edificación administrativa y edificación de control de pesaje.

Incompatibilidad entre planos de la especialidad de sistema de energía fotovoltaico y el presupuesto de obra, del componente, estructura de generación de energía solar.

Incompatibilidad entre los planos de defensa contra la erosión y el presupuesto de obra, del componente, celda de confinamiento.

Incompatibilidad entre presupuesto de obra y plano de drenes de lixiviados no perforados del componente, celda de confinamiento.

Figura 19

Discusión de incompatibilidades



Nota: Elaboración propia.

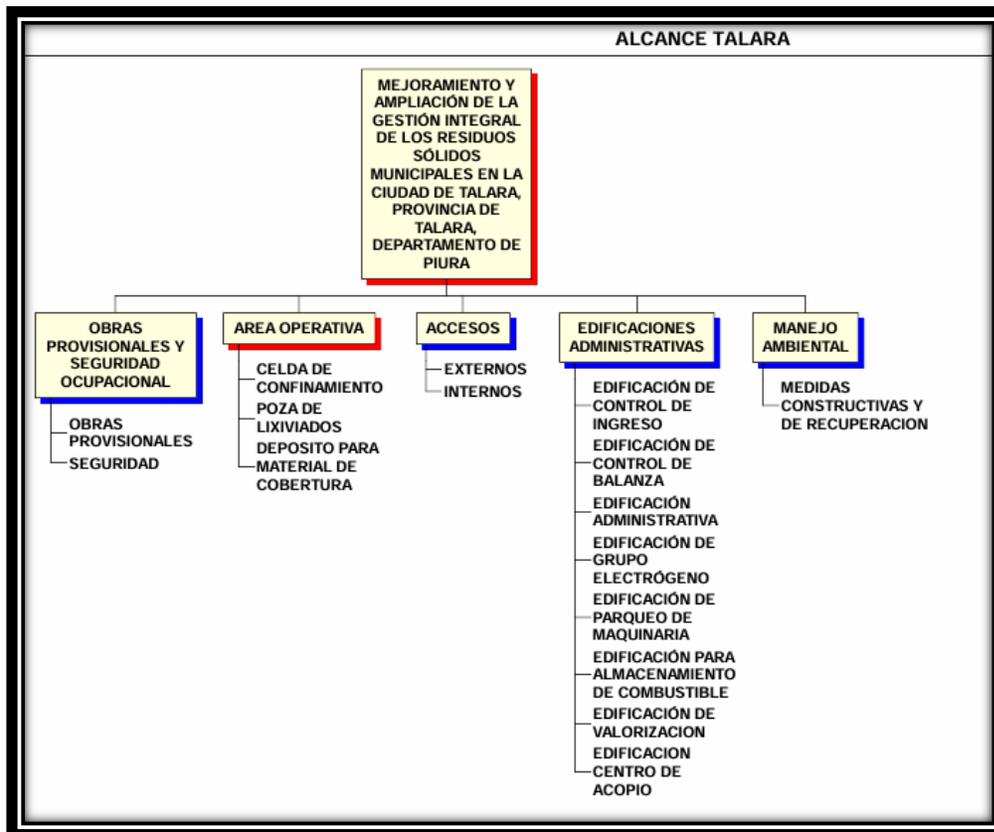
3.6.2. Etapa de Planificación

3.6.2.1. Elaboración de la estructura de desglose de trabajo (EDT)

Con el apoyo del software WBS Chart Pro, se procedieron a elaborar la estructura de desglose de trabajo, componente por componente, estableciendo la jerarquía de cada uno de los estos.

Figura 20

EDT del proyecto de Talara



Nota: Elaboración propia.

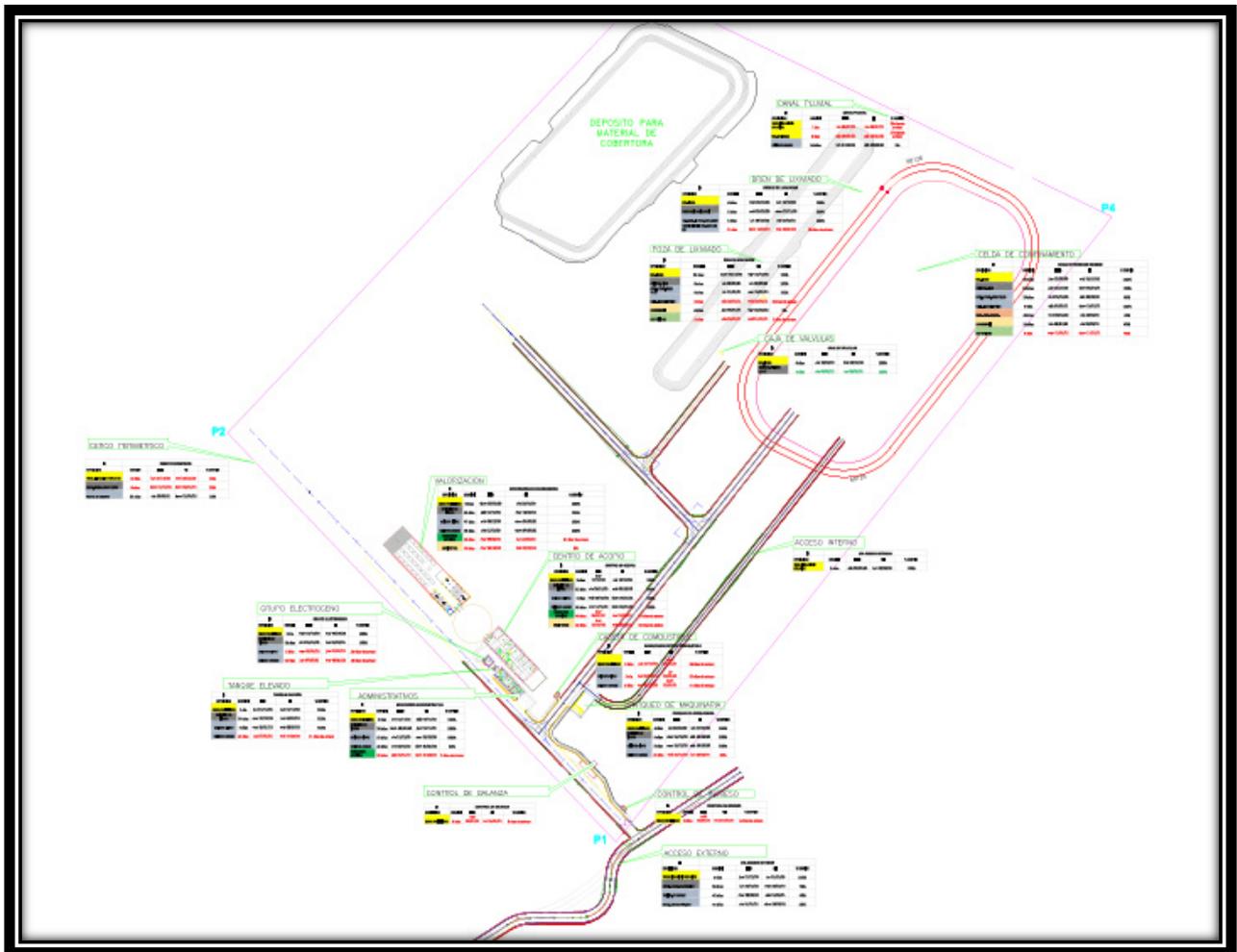
3.6.2.2. Elaboración del mapa de frentes de trabajo.

Siempre es importante conocer los frentes de trabajo de manera visual, para que todos los participantes del proyecto de construcción tengan clara la información de los componentes y frentes de obra; por esa razón se realizó un mapa de frentes de trabajo o también llamado Layout de obra.

Para la elaboración de este mapa de frentes de trabajo de obra tomamos como base la EDT anteriormente elaborada, para generar este mapa de frentes de trabajo.

Figura 21

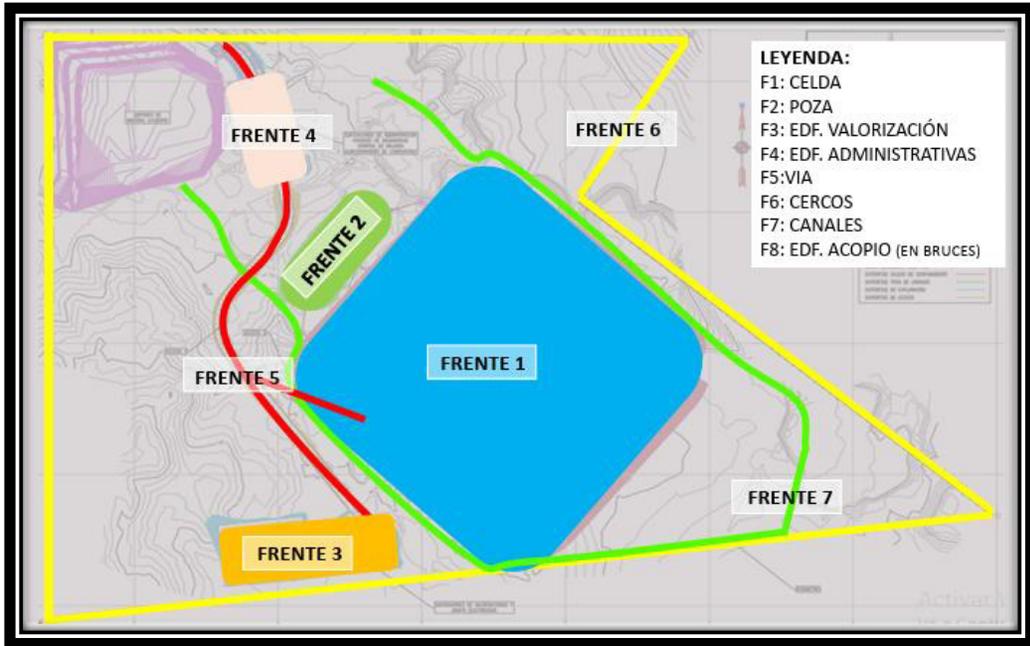
Mapa de frentes de trabajo del proyecto de Talara.



Nota: Elaboración propia

Figura 22

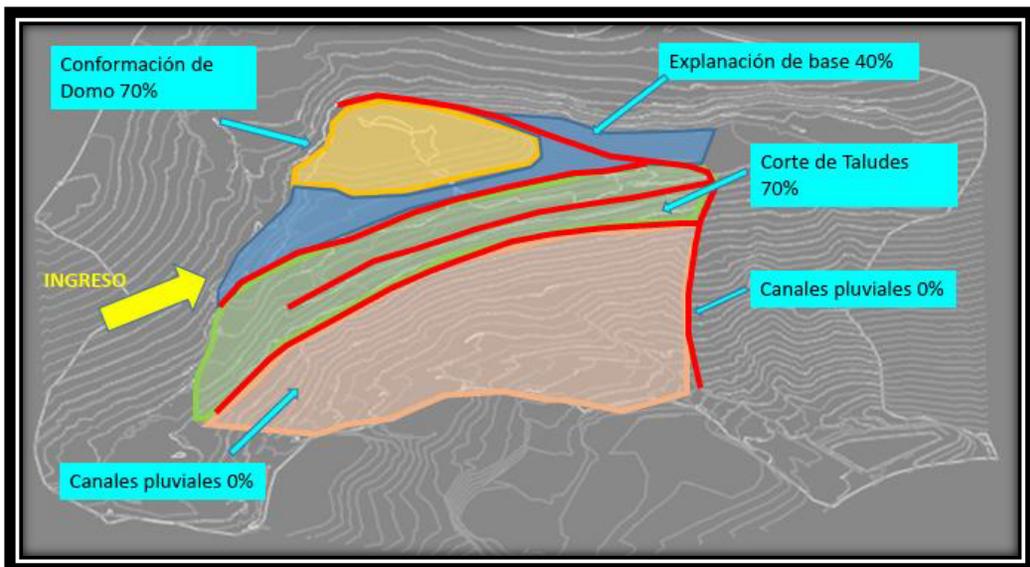
Mapa de frentes de trabajo del proyecto de Nuevo Chimbote



Nota: Elaboración propia

Figura 23

Mapa de frentes de trabajo del proyecto de Andahuaylas



Nota: Elaboración propia.

3.6.2.3. Elaboración de plan maestro de obra

Este procedimiento es uno de los más importantes en cuanto a la planificación, debido a que, en la elaboración de este entregable, participan todos los especialistas involucrados.

Este cronograma secuenciado, contempla todas las actividades del proyecto.

El plan maestro es elaborado por el Ing. de planificación (Planner), Ingeniero de producción o asistente del residente de obra, pero es aprobado por el residente de obra, pues el residente de obra es el responsable principal del proyecto.

Para iniciar con la elaboración del plan maestro de obra, podemos apoyarnos del programa Excel en el cual se colocan todas las actividades de transformación.

Luego de elaborar la EDT del proyecto, el especialista encargado de la elaboración del plan maestro como primera propuesta toma como datos de entrada la estructura del presupuesto de obra (resumen de presupuesto y metrados), la EDT, el mapa de frentes de trabajo, el cronograma contractual, los planos del proyecto y su experiencia en cuanto a la estimación de duraciones de actividades. En una columna se colocan todos los frentes de trabajo seguida de sus actividades, luego en el resto de columnas las fechas acompañadas de las duraciones de cada actividad.

Esta primera propuesta se llevó a reunión con el resto del equipo, para realizar la pull sesión, que consiste en planificar las actividades por frente de trabajo en equipo y desde el final hacia el inicio, para poder identificar mejor los requisitos que requiere la actividad en evaluación. Hay que tener en cuenta que en todos los planes maestros de los tres proyectos se planteó como fecha fin, 15 días calendarios antes de la fecha final del plazo contractual. Una vez realizada la reunión en donde se mejora el plan maestro, esta queda asentada como planificación de lo que debe hacer el equipo de obra, pero se tiene en cuenta que este plan maestro al contener toda la duración del proyecto, posee un grado de variabilidad alta.

Tabla 3*Sectorización de frente de trabajo de veredas*

Verificación de metrados para sector de 60 m					
<i>Actividad</i>	<i>UND</i>	<i>L</i>	<i>A</i>	<i>H</i>	<i>PARCIAL</i>
Excavación	M	60			60
habilitado de acero	KG	60	5		300
Encofrado	M2	60	0.3	2	36
colocado de acero	KG	60	5		300
Vaciado	M3	60	0.2	0.3	3.6
Desencofrado	M2	60	0.3	2	36
Subrasante	M2	60	1.2		72
Base granular	M2	60	1.2		72
vaciado de vereda	M2	60	1.2		72

Nota: Elaboración propia.**Tabla 4***Listado, secuenciado y balanceo de cuadrillas de cada actividad*

Balanceo de cuadrillas											
<i>Actividad</i>	<i>Und</i>	<i>Metrado</i>	<i>Rendimiento</i>	<i>cuadrillas</i>	<i>tack</i>	<i>UNITARIO</i>			<i>TOTAL</i>		
						<i>OP</i>	<i>OF</i>	<i>PE</i>	<i>OP</i>	<i>OF</i>	<i>PE</i>
Excavación	M	60	50	2	0.60			1	0	0	2
habilitado de acero	KG	300	250	2	0.60	1		1	2	0	2
encofrado	M2	36	30	3	0.40	1		1	3	0	3
colocado de acero	KG	300	250	4	0.30	1		1	4	0	4
vaciado	M3	3.6	6	1	0.60	1		1	1	0	1
desencofrado	M2	36	60	2	0.30	1		1	2	0	2
Subrasante	M2	72	120	1	0.60		1	1	0	1	1
Base granular	M2	72	80	1	0.90		1	1	0	1	1
vaciado de vereda	M2	72	18	4	1.00	1		1	4	0	4
TOTAL									16	2	20

Nota: Elaboración propia.

Tabla 5

Tren de actividad del frente de trabajo de veredas

		<i>Tren de actividades del frente de veredas</i>																													
Semana		SM1						SM2						SM3						SM4						SM5					
Días calendarios	Und	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Excavación	M	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20										
habilitado de acero	KG	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20										
encofrado	M2		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20									
colocado de acero	KG		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20									
vaciado de concreto	M3			S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20								
desencofrado	M2				S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20							
Subrasante	M2					S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20						
Base granular	M2						S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20					
vaciado de vereda	M2						S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20					4 Domingos

Nota: Elaboración propia.

Este proceso se realizó para cada frente de trabajo que involucraban las 4 semanas de nuestro look ahead. El planteamiento de la planificación de 4 semanas, es expuesto y debatido en la reunión semanal, en esta reunión se identifican semana por semana, las restricciones de diferentes tipos como:

- A. Restricciones relacionadas a la productividad*
- B. Restricciones relacionadas a la calidad de trabajos*
- C. Restricciones relacionadas a la seguridad y salud ocupacional*
- D. Restricciones relacionadas a la logística de materiales*
- E. Restricciones relacionadas a la gestión de manejo ambiental*
- F. Restricciones relacionadas a equipos y maquinarias*

Figura 25

Primer Look Ahead del proyecto de Talara



Nota: Elaboración propia.

3.6.3. Etapa de Ejecución

En esta etapa del proyecto, se puso en ejecución todo lo planteado en la planificación del proyecto, como la gestión de adquisiciones, interesados, comunicaciones, calidad, alcance, costos, tiempo y riesgos. En esta etapa fue crucial para cada uno de los proyectos, tener continuidad en las reuniones semanales de producción, para la actualización del plan maestro, look ahead, presentación de estatus de logística, equipos, calidad, seguridad y salud ocupacional; al igual que elaborar nuevas estrategias de propuestas para soluciones a las incompatibilidades del expediente técnico, llevando al equipo y empresa a tener un desempeño colaborativo.

3.6.3.1. Ejecución de reuniones semanales de producción

Dependiendo de la coordinación de tiempos se llevaron a cabo las reuniones semanales de producción en las cuales se expuso las programaciones de obra de cada 4 semanas del look ahead, en conjunto con todos los especialistas de cada área, como el área de seguridad, el área de calidad, el área de producción, el área de manejo ambiental, el área de administración, el área de equipo mecánico, el área de oficina técnica, el área social y el área de monitoreo arqueológico. En estas reuniones que se llevan a cabo cada semana, la recomendación fue no exceder más de 1 hora y media la duración de las reuniones, así como también realizar un compartir para motivar al equipo a seguir asistiendo a las reuniones. En las reuniones de producción, fue liderada por mi persona e intercalada con los ingenieros residente y de producción, y se describió una por una las actividades de cada frente de trabajo, identificando las restricciones que se presenten en el análisis de cada actividad planificada.

Figura 26

Reunión semanal del proyecto de Nuevo Chimbote



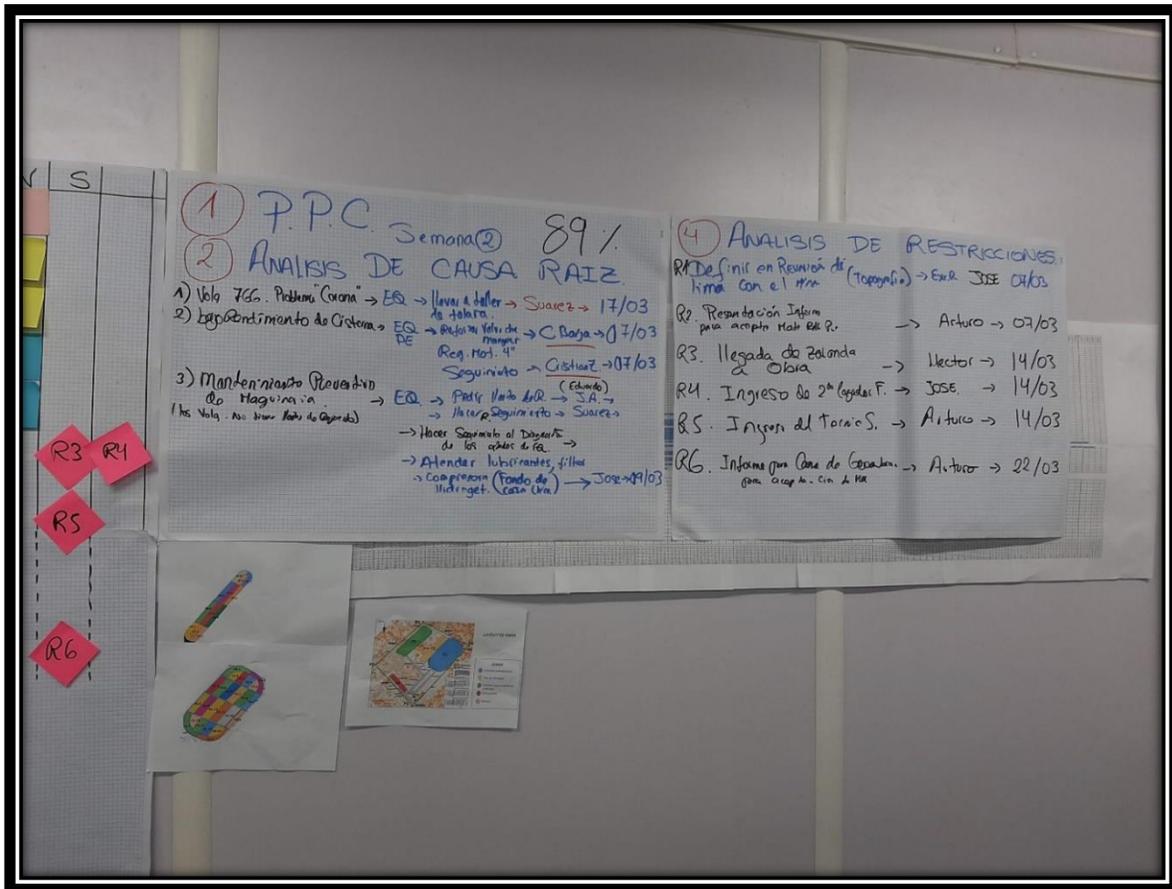
Nota: Elaboración propia.

3.6.3.2. Presentación de Porcentajes de plan de cumplimiento

Durante la reunión de producción, el punto inicial es tocar el tema de resultado de la semana anterior. Se hizo un recuento del porcentaje de plan cumplido (trabajos programados completados), y también los que no lograron completarse.

Figura 27

Resultado semanal de porcentaje de plan cumplido.



Nota: Elaboración propia.

3.6.3.3. Análisis de causa Raíz

Como segundo punto a tocar en las reuniones semanales, es analizar con el equipo las causas raíz que hicieron que algunas actividades no logren concretarse. En este punto se tuvo cuidado de no cometer el error de inculpar a alguien, pues al final es responsabilidad del equipo.

La identificación de las causas de incumplimiento, se clasifican y se llevan registro de cada una de ellas, para generar métricas y que estas sean consideradas en nuevos proyectos de similar alcance y condición.

3.6.3.4. Actualización de restricciones

Continuando con la reunión semanal de producción se expone la programación de las próximas 4 semanas del look ahead, en la cual se identificaron restricciones de todo tipo, en los proyectos de Talara, Andahuaylas y Nuevo Chimbote, se clasificaron las restricciones de acuerdo al tipo:

- A. Restricciones relacionadas a la productividad*
- B. Restricciones relacionadas a la calidad de trabajos*
- C. Restricciones relacionadas a la seguridad y salud ocupacional*
- D. Restricciones relacionadas a la logística de materiales*
- E. Restricciones relacionadas a la gestión de manejo ambiental*
- F. Restricciones relacionadas a equipos y maquinarias*

Figura 28

Análisis de restricciones del proyecto de Nuevo Chimbote

ANALISIS DE RESTRICCIONES-NUEVO CHIMBOTE							
COD	AREA DE LEVANTAMIENTO	ACTIVIDAD DEL L.A.P	DESCRIPCIÓN DE LA RESTRICCIÓN	DUEÑO	PLAN DE ACCIÓN	FECHA PLANIFICADA DE LEVANTAMIENTO	CHECK
R001	PRODUCCION	OBRAS PROVISIONALES	SE DEBE LEVANTAR LAS OBERVACIONES DE FILTRACIONES EN LOS SSSH	PAULO	LA SUB CONTRATADA DEBE LEVANTAR LAS OBSERVACIONES O EN SU DEFECTO DESCONTAR LOS GASTOS QUE ESTO IMPLIQUE	27/7/2022	OK
R002	PRODUCCION	OBRAS PROVISIONALES	FALTA EJECUTAR PISO DEL TOPICO	URIOL	REALIZAR LA CONSTRUCCIÓN DEL PISO PROVISIONAL DEL TOPICO	28/7/2022	OK
R003	SSOMA	OBRAS PROVISIONALES	FALTA PUNTO VERDE EN LA OBRA	EDHISON	DEFINIR UBICACIÓN, REALIZAR EL REQUERIMIENTO Y MONITOREAR LA EJECUCIÓN DE DICHO PISO	28/7/2022	OK
R004	SSOMA	OBRAS PROVISIONALES	FALTA CONTENCIÓN PARA CONTAMINACION DE SUELOS EN PARQUEO DE MAQUINARIAS PROVISIONAL	ADLER	DEFINIR UBICACIÓN, REALIZAR EL REQUERIMIENTO Y MONITOREAR LA COLOCACIÓN DE LAS BANDEJAS DE CONTENCIÓN DE PETROLEO	28/7/2022	OK
R005	PRODUCCION	OBRAS PROVISIONALES	FALTA UBICAR EL GRUPO ELECTROGENO Y TABLERO	PAULO	DEFINIR LA UBICACIÓN DEL GRUPO ELECTROGENO Y TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	31/7/2022	OK

Nota: Elaboración propia.

3.6.4. Etapa de Control y Monitoreo

3.6.4.1. Aplicación de control tiempo-costo de obra con la curva S

A la par con la ejecución del proyecto de construcción, se realizó el control del tiempo y costo mediante la curva S, que nos permitió realizar un seguimiento del progreso del proyecto.

3.6.4.2. Aplicación de control mediante la curva de productividad de partidas de control

Habiendo definido en la etapa de planificación las partidas de control del proyecto, se realizaron las verificaciones de estas partidas mediante la curva de productividad, tomando en cuenta los datos de horas hombre u horas máquina establecidas en el análisis de precios unitarios y las horas hombre u horas máquina, realmente consumidas.

3.6.5. Etapa de Cierre

3.6.5.1. Elaboración de Dossier de Seguridad y Calidad

En la etapa de cierre del proyecto se elaboraron los documentos de compilación de todos los aspectos en cuanto a seguridad, medio ambiente, participación ciudadana y de control de calidad.

3.6.5.2. Liquidación de Obra

Se realizó la cuantificación económica de todo lo ejecutado y no ejecutado, para el cálculo final de pagos a la contratista.

3.6.5.3. Lecciones aprendidas

Como parte del cierre del proyecto, el equipo de trabajo realizó en conjunto las lecciones aprendidas, que se puede mejorar a fin de evitar situaciones complejas que afecten el flujo de trabajo. También se recopila información de lo que podemos reforzar y repetir en otros proyectos.

3.7. Análisis de datos

Utilizaremos la prueba de hipótesis para el análisis de datos de esta investigación.

3.7.1. Prueba de Hipótesis

Para Hernández (2014), la prueba de hipótesis es el procedimiento de someter la hipótesis de investigación a una evaluación empírica para determinar si son apoyadas o desestimadas por lo observado en la investigación.

Según Ruiz (2019), la prueba estadística Chi Cuadrado, creada por Karl Pearson, es una prueba para el análisis de variables nominales o cualitativas, con la finalidad de determinar la existencia de independencia entre las variables sometidas a la prueba.

En esta investigación se hará uso de la prueba de hipótesis Chi Cuadrado, por ajustarse mejor al tipo de variables estudiadas.

Como primer paso de esta prueba consiste en realizar el arreglo estadístico de frecuencias en una tabla.

Se realizará el cálculo de X^2 calculado, con la siguiente fórmula:

$$X^2 = \sum \frac{(f_0 - f_e)^2}{f_e}$$

Como siguiente paso, determinaremos los grados de libertad de la tabla elaborada.

Para todas las pruebas de hipótesis se tomará el valor de 0.025 para el nivel de significancia.

Utilizando la tabla chi cuadrado, revelaremos el valor de $X_{critico}$.

3.7.1.1. Prueba de Hipótesis General

La Metodología Lean construction influye en la dirección de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú.

Tabla 6

Tabla de Contingencia para la prueba de Hipótesis General

Tabla de contingencia para la Hipótesis General			% de plan cumplido		Total
			Menos del 80%	Más del 80%	
Influencia de la metodología lean construction	Moderada (Talara)	Recuento	16	8	24
		Frecuencia esperada	10.66666667	13.33333333	
		% del total			
	Continua (Andahuaylas y Nuevo Chimbote)	Recuento	16	32	48
		Frecuencia esperada	21.33333333	26.66666667	
		% del total			
Total		32	40	72	

Nota: Elaboración propia.

Resultado:

$$X^2 = 7.2$$

$$X_{\text{Crítico}} = 5.0239$$

Se observa que el valor calculado es mayor que el valor crítico, por lo que se acepta la hipótesis de investigación y se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto, hay relación entre las variables.

3.7.1.2. Prueba de Hipótesis Específica 1

La metodología Lean construction se implementa en la dirección de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú.

Tabla 7

Tabla de Contingencia para la prueba de Hipótesis Específica 1

Tabla de contingencia para la Hipótesis Específica 1			Porcentaje de participación		Total
			De 61% a 80%	De 81% a 100%	
Participación del equipo de trabajo en las reuniones semanales	Moderada (Talara)	Recuento	8	10	18
		Frecuencia esperada	4.595744681	13.40425532	
		% del total			
	Continua (Andahuaylas y Nuevo Chimbote)	Recuento	4	25	29
		Frecuencia esperada	7.404255319	21.59574468	
		% del total			
		Total	12	35	47

Nota: Elaboración propia.

Resultado:

$$X^2 = 5.488$$

$$X_{\text{Crítico}} = 5.0239$$

Se observa que el valor calculado es mayor que el valor crítico, por lo que se acepta la hipótesis de investigación y se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto, se presenta relación entre las variables.

3.7.1.3. Prueba de Hipótesis específica 2

Si se aplica la metodología lean construction en la dirección de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú, entonces se mitigará la variabilidad de los procesos constructivos de obra.

Tabla 8

Tabla de Contingencia para la Hipótesis Específica 2

<i>Tabla de contingencia para la Hipótesis Específica 2</i>			Análisis de restricciones			Total
			Antes de la construcción	Al inicio de la construcción	A la mitad de la construcción	
Influencia de la metodología lean construction	Moderada (Talara)	Recuento	11	24	32	67
		Frecuencia esperada	16.75	29.09210526	21.15789474	
		% del total				
	Continua (Andahuaylas y Nuevo Chimbote)	Recuento	27	42	16	85
		Frecuencia esperada	21.25	36.90789474	26.84210526	
		% del total				
		Total	38	66	48	152

Nota: Elaboración propia.

Resultado:

$$X^2 = 11.5291$$

$$X_{Crítico} = 11.1433$$

Se observa que el valor calculado es mayor que el valor crítico, por lo que se acepta la hipótesis de investigación y se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto, existe relación entre las variables.

3.7.1.4. Prueba de Hipótesis específica 3

La metodología lean construction mejorará el desempeño tiempo-costos en la dirección de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú.

Tabla 9

Tabla de Contingencia para la Hipótesis Específica 3

Tabla de contingencia para la Hipótesis Específica 3			Desempeño tiempo-costos		Total
			No supera el programado	Supera el programado	
Aplicación de la metodología lean construction	Moderada (Talara)	Recuento	11	9	20
		Frecuencia esperada	6.666666667	13.333333333	
		% del total			
	Continua (Andahuaylas y Nuevo Chimbote)	Recuento	9	31	40
		Frecuencia esperada	13.333333333	26.666666667	
		% del total			
		Total	20	40	60

Nota: Elaboración propia.

Resultado:

$$X^2 = 6.3375$$

$$X_{\text{Crítico}} = 5.0239$$

Se observa que el valor calculado es mayor que el valor crítico, por lo que se acepta la hipótesis de investigación y se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto, existe relación entre las variables.

3.8. Consideraciones éticas

Esta investigación es de autoría propia, teniendo cuidado derechos de autor de otras investigaciones, artículos, reportes, libros; que serán utilizadas como fuente de esta investigación.

IV. RESULTADOS

Luego de aplicar los conceptos de lean construction, a través de las herramientas como Lean Project Delivery System y the last planner system se obtuvieron los siguientes resultados, descritos a continuación:

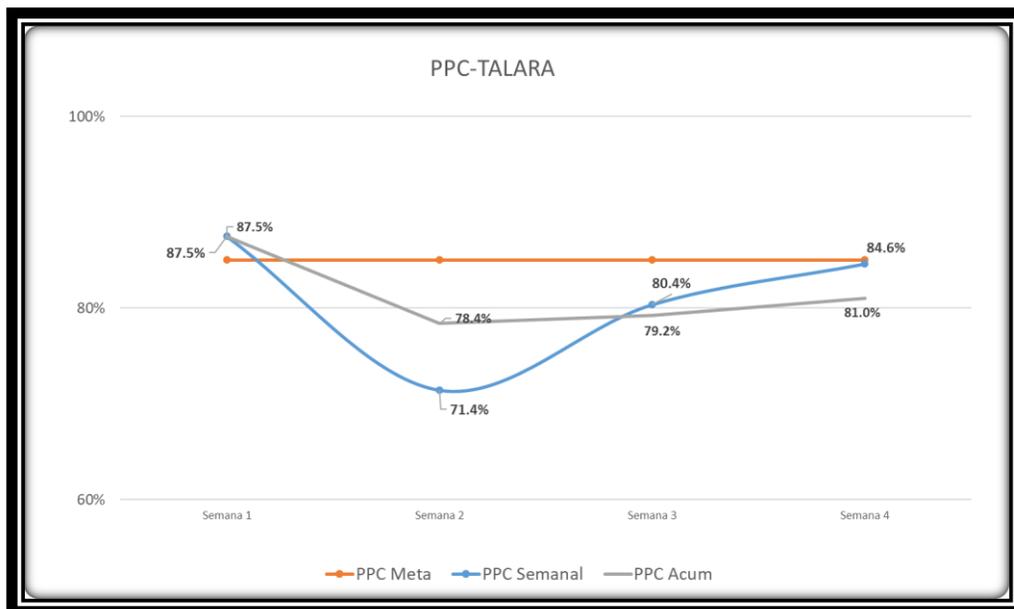
4.1. Evolución de PPC en cada proyecto (Reducción de Variabilidad)

4.1.1. Evolución del porcentaje de promesas cumplidas a lo largo de la ejecución del proyecto de construcción: Planta de disposición final de residuos sólidos de Talara.

Con respecto al desarrollo del proyecto de construcción de la planta de disposición final de residuos sólidos de la ciudad de Talara, se logró evidenciar un progreso del porcentaje de plan cumplido de forma irregular, teniendo resultados como:

Figura 29

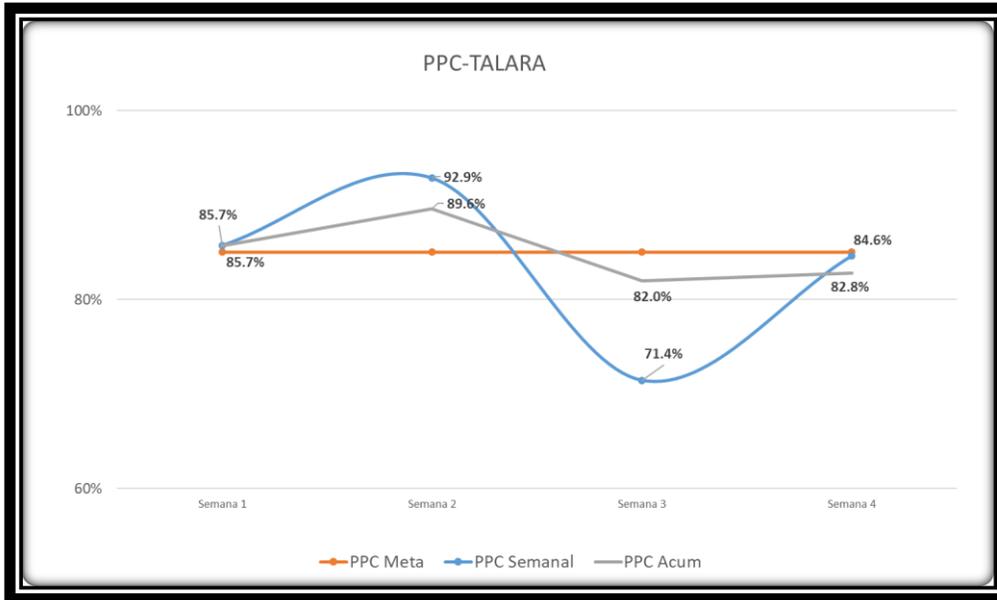
Resultado del PPC, mes 1 del proyecto de Talara



Nota: elaboración propia.

Figura 30

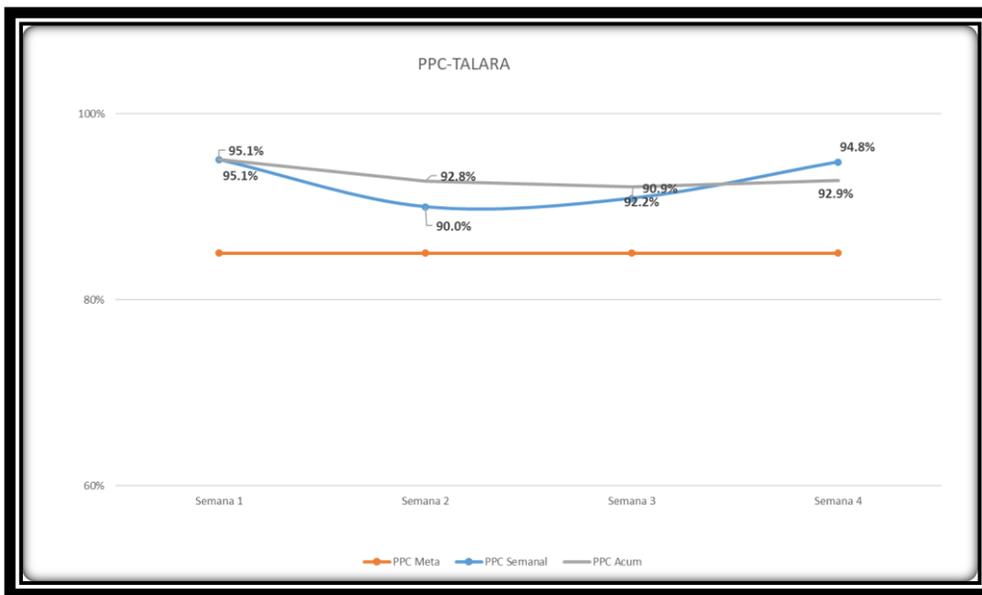
Resultado del PPC, mes 2 del proyecto de Talara



Nota: Elaboración propia.

Figura 31

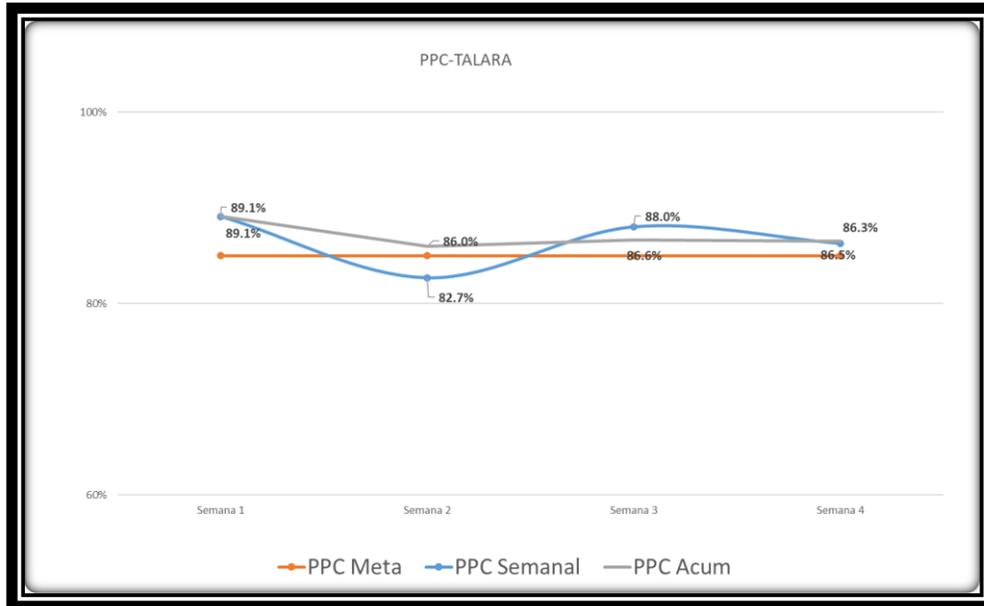
Resultado del PPC, mes 3 del proyecto de Talara



Nota: Elaboración propia.

Figura 32

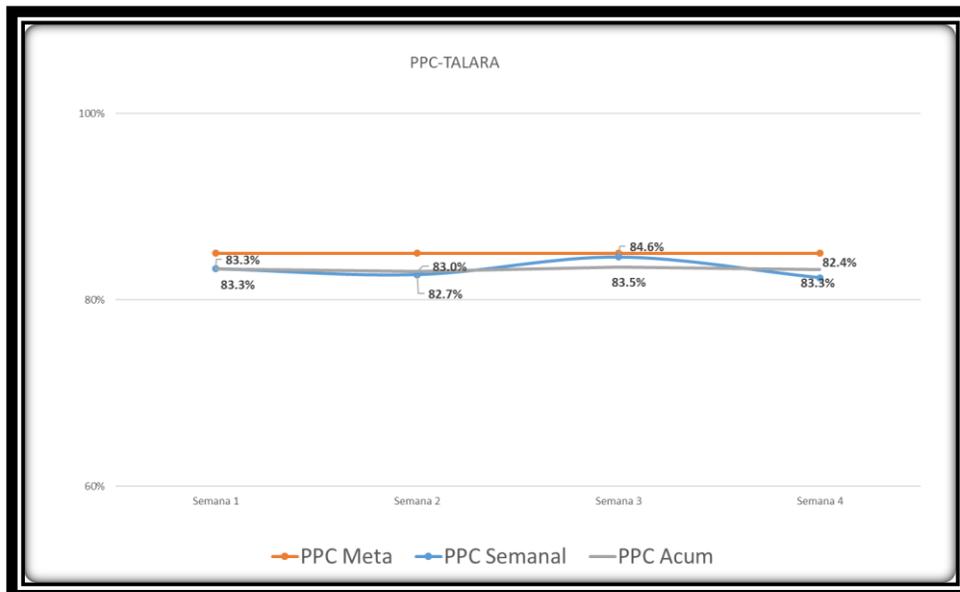
Resultado del PPC, mes 4 del proyecto de Talara



Nota: Elaboración propia.

Figura 33

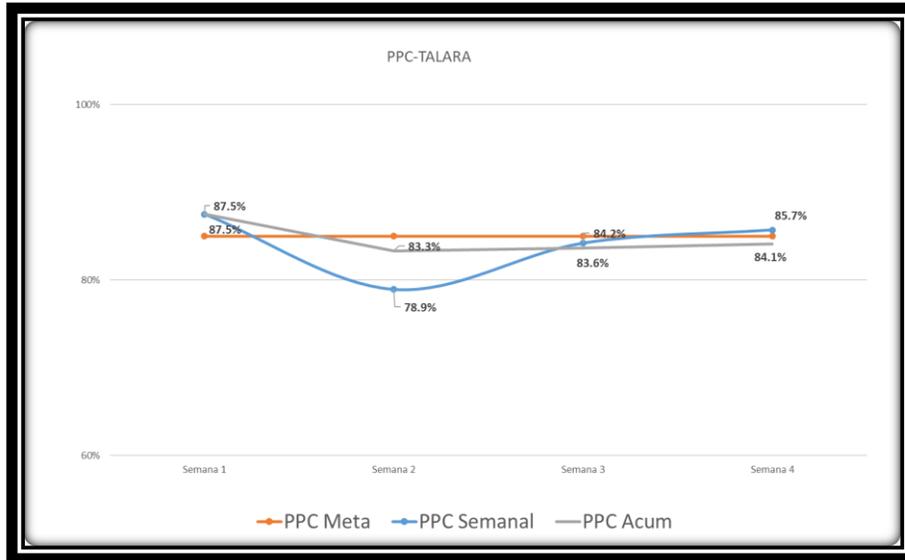
Resultado del PPC, mes 5 del proyecto de Talara



Nota: Elaboración propia.

Figura 34

Resultado del PPC, mes 6 del proyecto de Talara



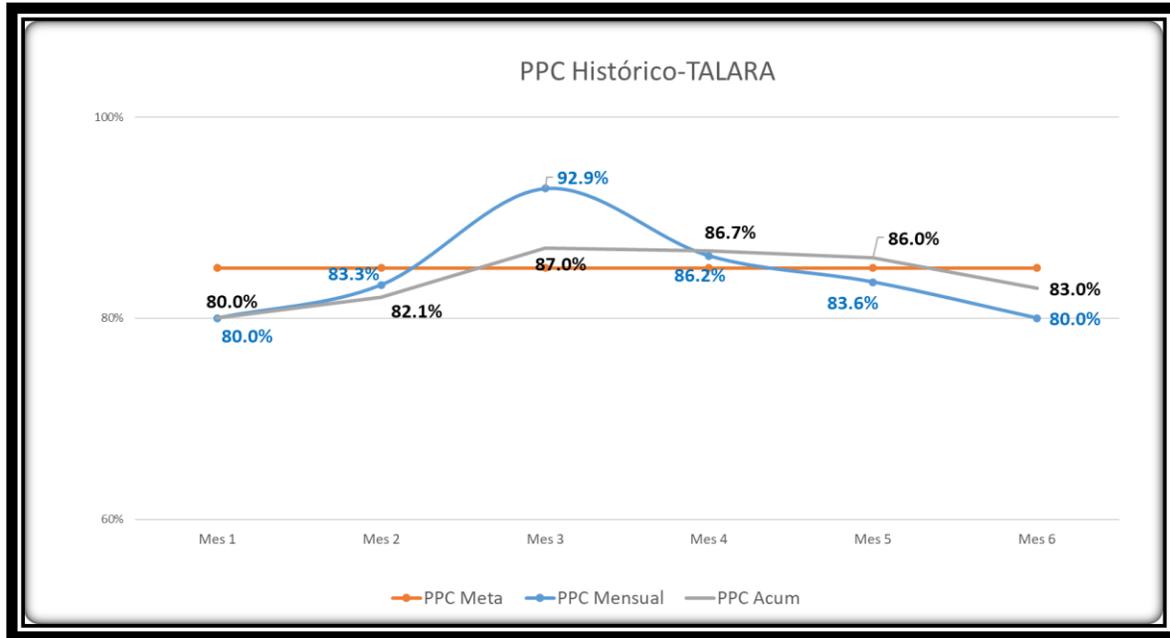
Nota: Elaboración propia.

En el caso del proyecto de Talara, la aplicación de las herramientas lean fue la primera vez que se utilizó para la construcción de la planta de disposición final de residuos sólidos, por esa razón el promedio del porcentaje de plan cumplido no fue el más óptimo, pero si el necesario para superar las incompatibilidades del proyecto y mitigar a tiempo la variabilidad de la etapa de construcción.

Además, el proyecto de Talara, sufrió el proceso de paralización y reactivación a causa de la pandemia de los años 2020 al 2021.

Figura 35

Resultado del PPC histórico, del proyecto de Talara



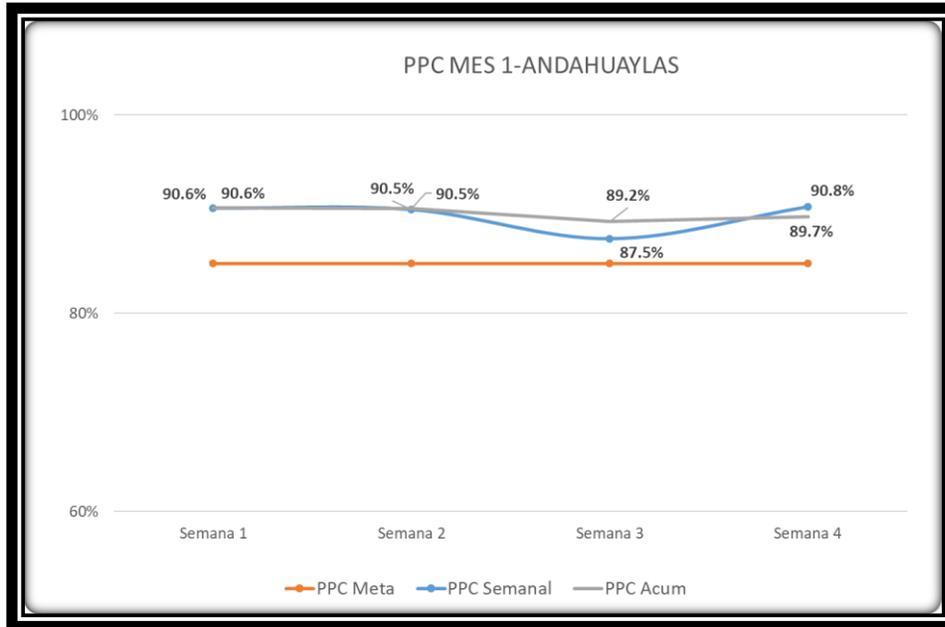
Nota: Elaboración propia.

4.1.2. Evolución del porcentaje de promesas cumplidas a lo largo de la ejecución del proyecto de construcción: Planta de disposición final de residuos sólidos de Andahuaylas.

Con respecto al desarrollo del proyecto de construcción de la planta de disposición final de residuos sólidos de la ciudad de Andahuaylas, se logró evidenciar un progreso del porcentaje de plan cumplido de forma regular, teniendo resultados como:

Figura 36

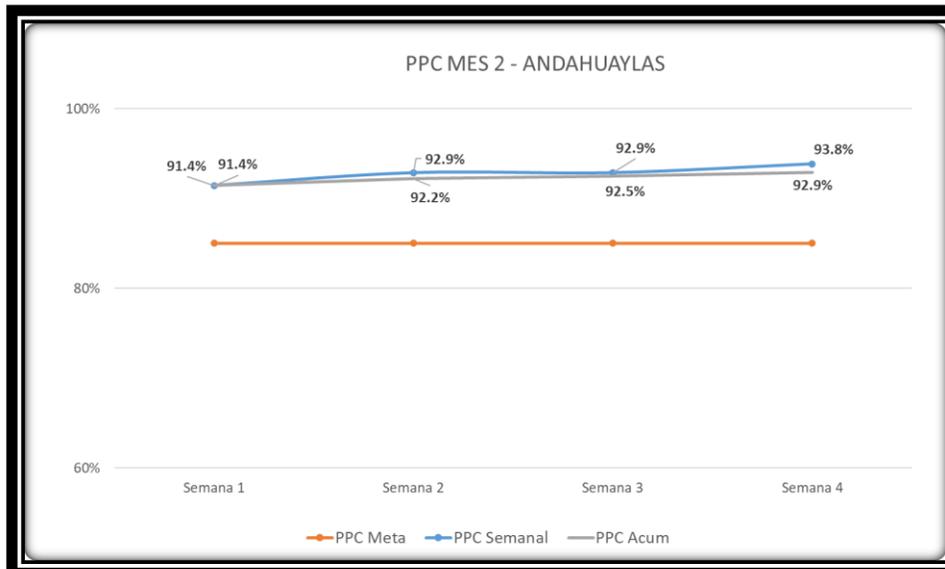
Resultado del PPC, mes 1 del proyecto de Andahuaylas



Nota: Elaboración propia.

Figura 37

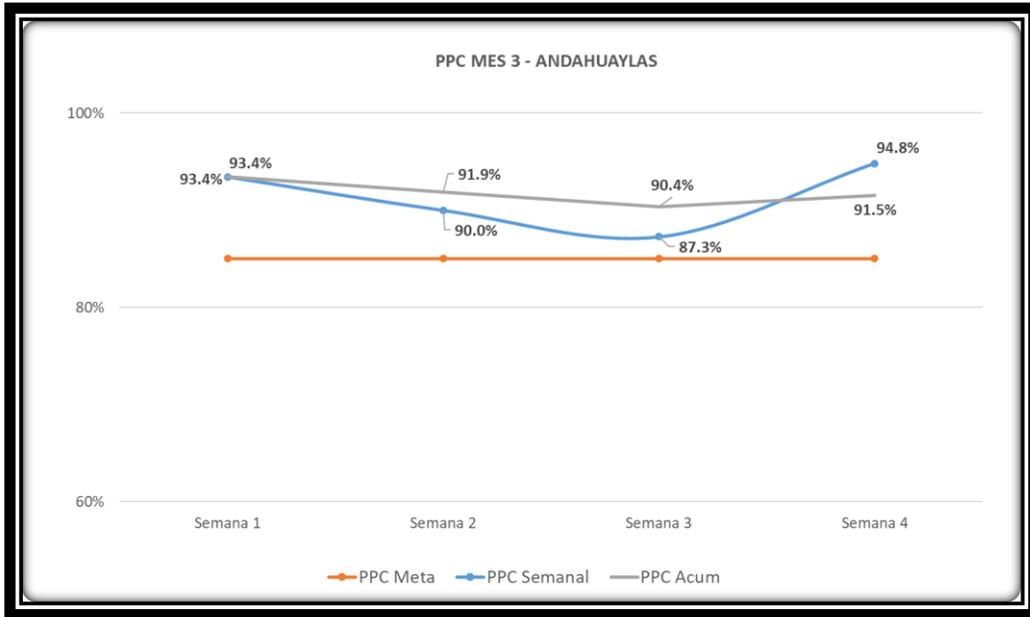
Resultado del PPC, mes 2 del proyecto de Andahuaylas



Nota: Elaboración propia

Figura 38

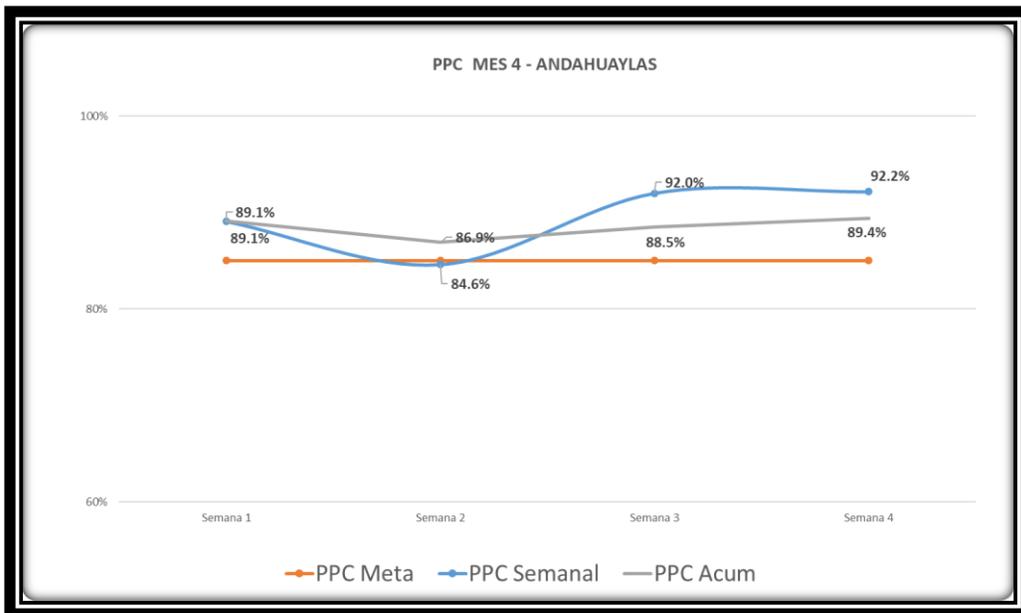
Resultado del PPC, mes 3 del proyecto de Andahuaylas



Nota: Elaboración propia.

Figura 39

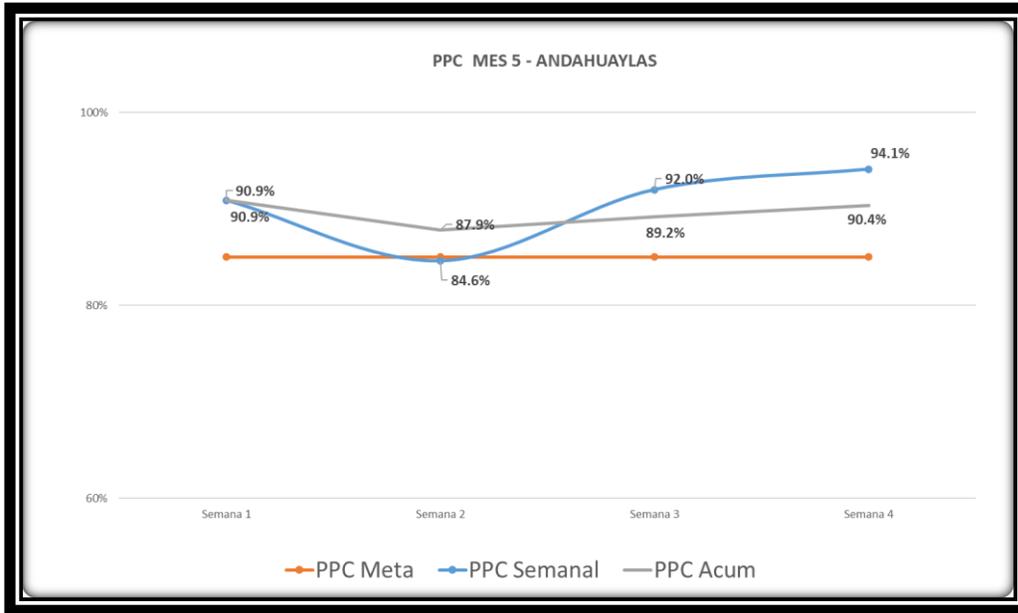
Resultado del PPC, mes 4 del proyecto de Andahuaylas



Nota: Elaboración propia.

Figura 40

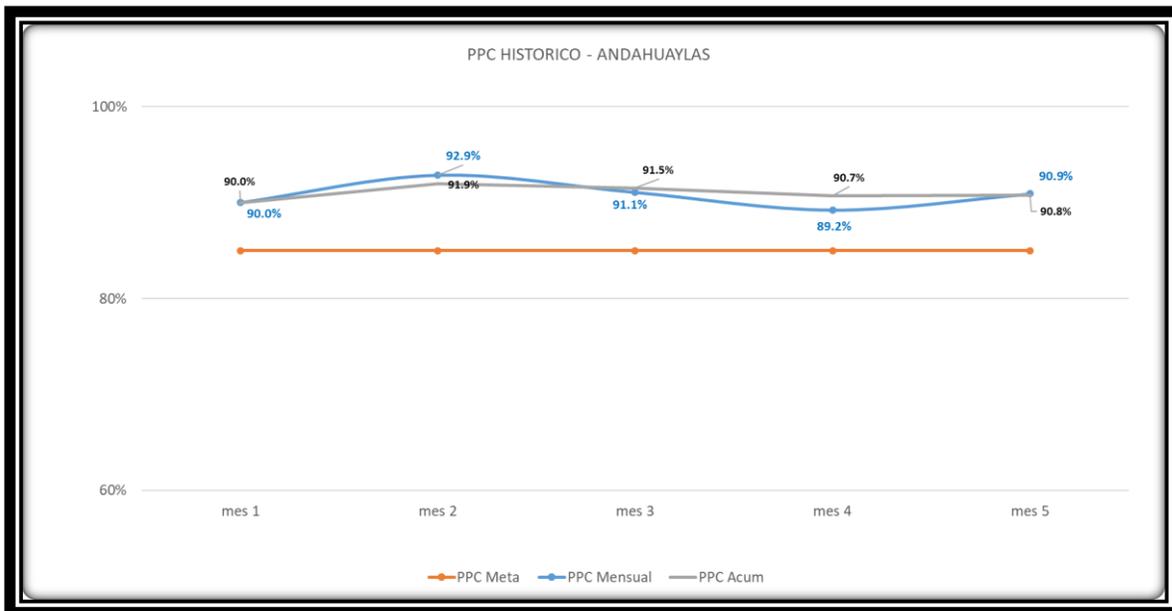
Resultado del PPC, mes 5 del proyecto de Andahuaylas



Nota: Elaboración propia.

Figura 41

Resultado del PPC histórico, del proyecto de Talara



Nota: Elaboración propia.

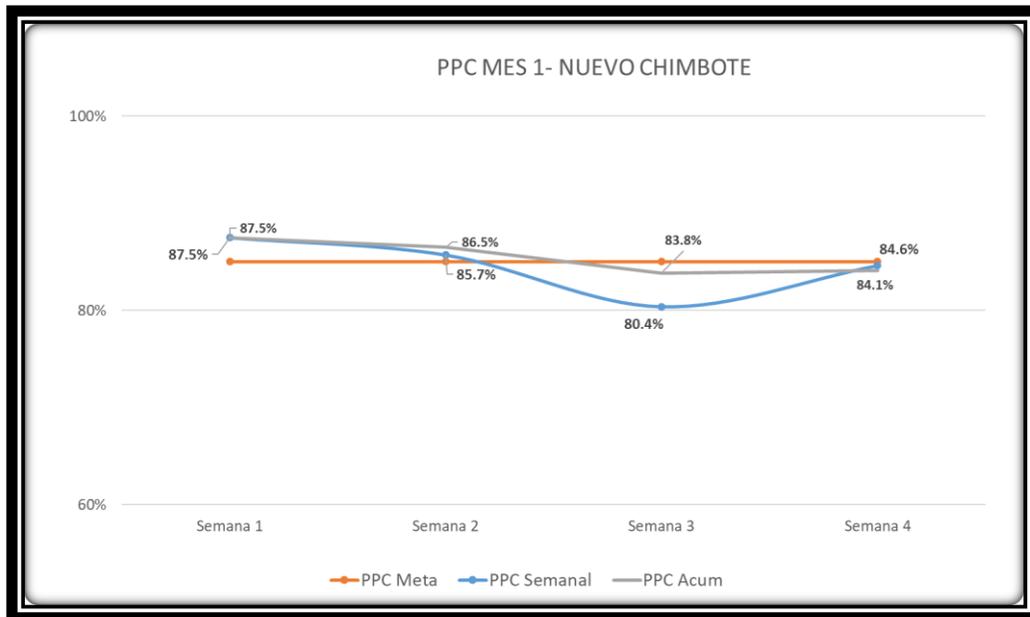
En el caso del proyecto de Andahuaylas, la aplicación de las herramientas lean fue la segunda vez que se utilizó para la construcción de la planta de disposición final de residuos sólidos con la empresa Marquisa S.A.C., además de contar con la participación de 4 personas en el equipo que venía de trabajar en el proyecto de Talara, por esa razón el promedio del porcentaje de plan cumplido fue más óptimo.

4.1.3. Evolución del porcentaje de promesas cumplidas a lo largo de la ejecución del proyecto de construcción: Planta de disposición final de residuos sólidos de Nuevo Chimbote.

Con respecto al desarrollo del proyecto de construcción de la planta de disposición final de residuos sólidos de la ciudad de Andahuaylas, se logró evidenciar un progreso del porcentaje de plan cumplido de forma regular, teniendo resultados como:

Figura 42

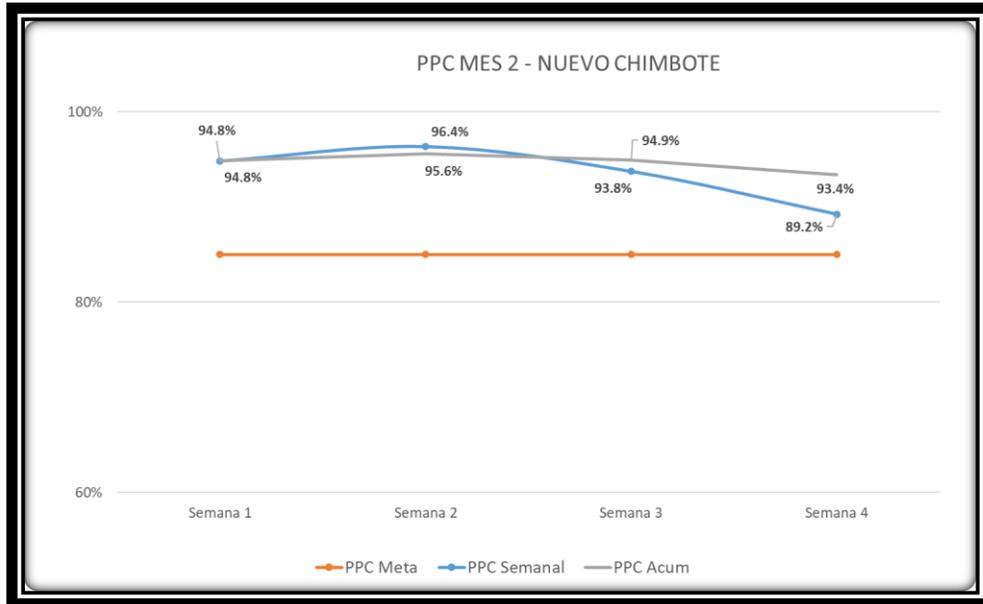
Resultado del PPC, mes 1 del proyecto de Nuevo Chimbote



Nota: Elaboración propia.

Figura 43

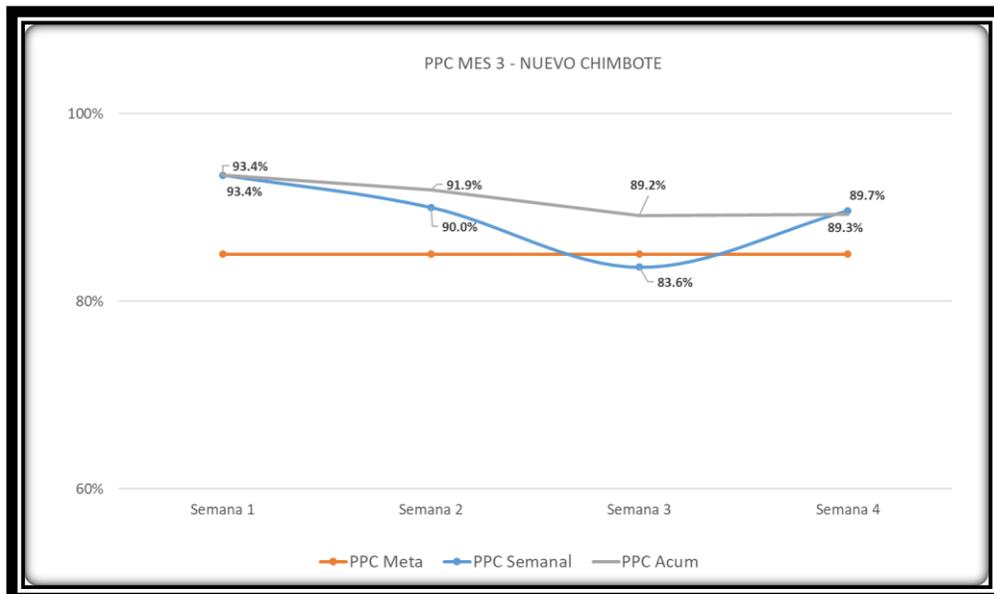
Resultado del PPC, mes 2 del proyecto de Nuevo Chimbote



Nota: Elaboración propia.

Figura 44

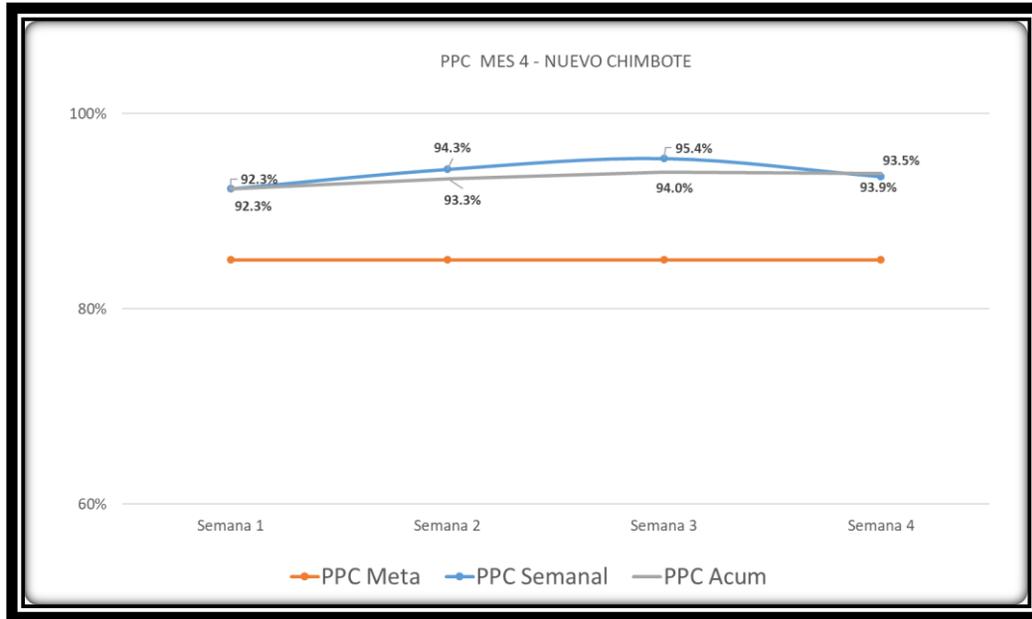
Resultado del PPC, mes 3 del proyecto de Nuevo Chimbote



Nota: Elaboración propia.

Figura 45

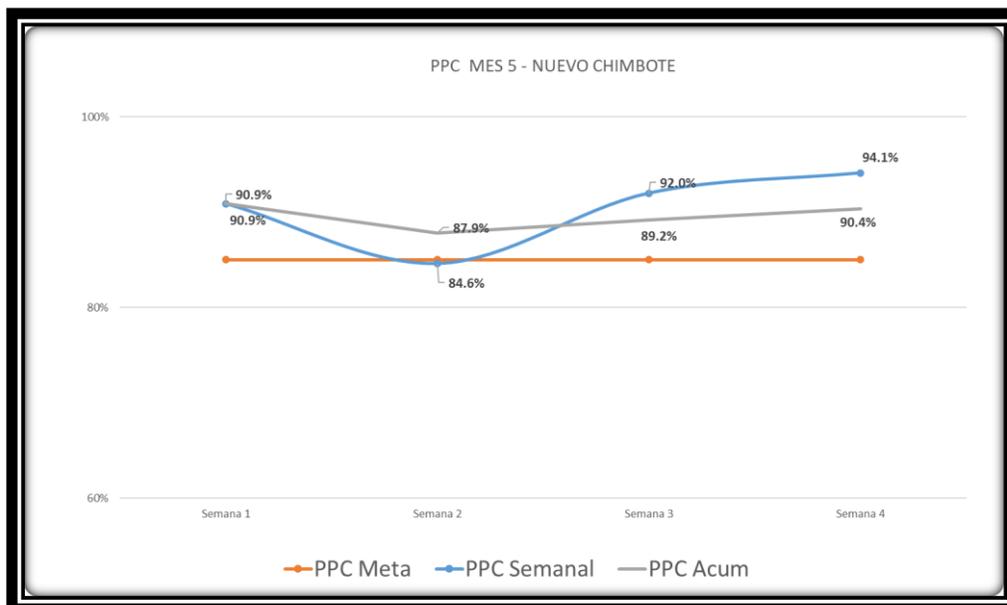
Resultado del PPC, mes 4 del proyecto de Nuevo Chimbote



Nota: Elaboración propia.

Figura 46

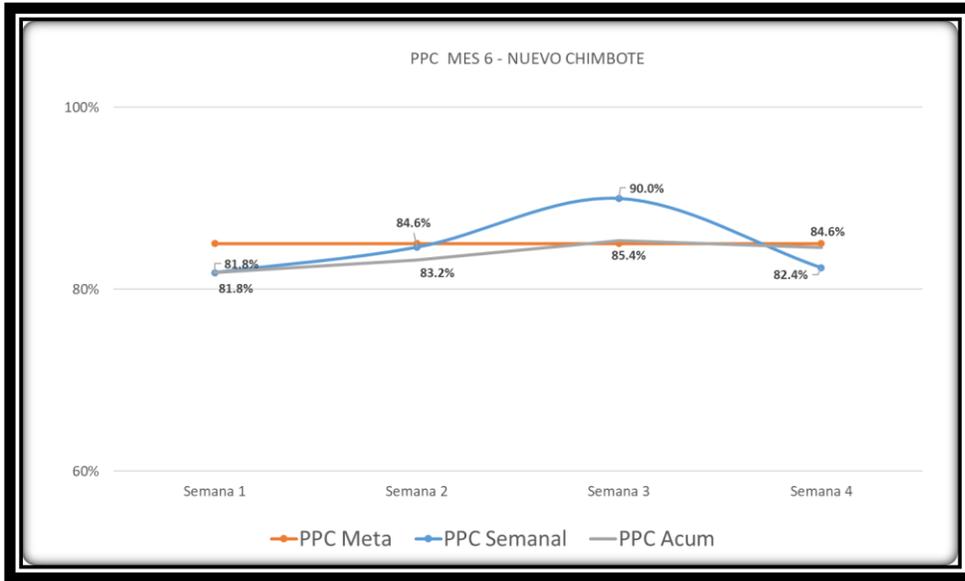
Resultado del PPC, mes 5 del proyecto de Nuevo Chimbote



Nota: Elaboración propia.

Figura 47

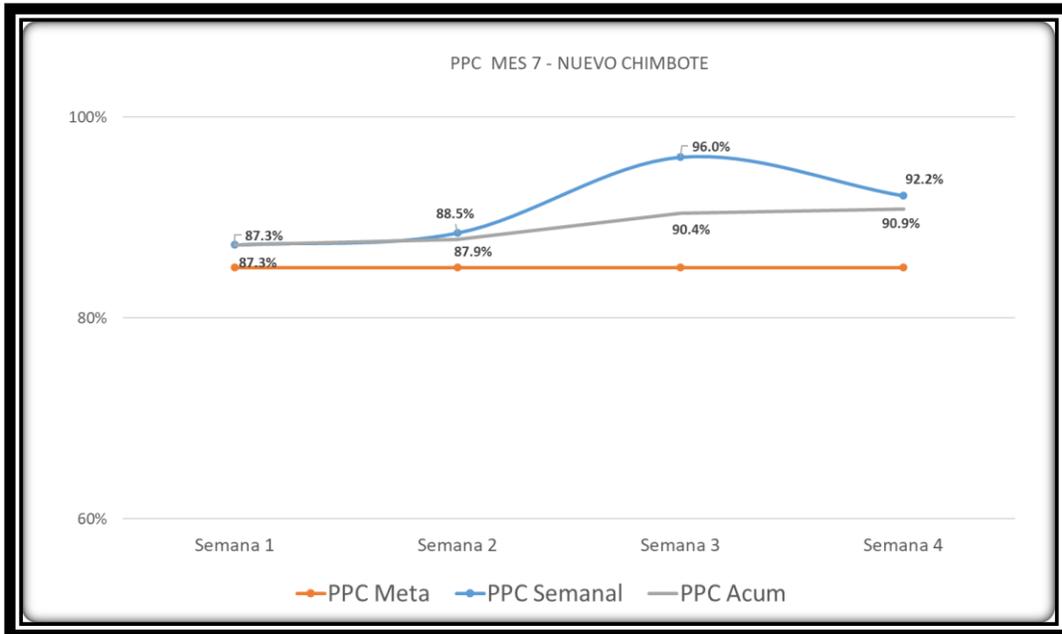
Resultado del PPC, mes 6 del proyecto de Nuevo Chimbote



Nota: Elaboración propia.

Figura 48

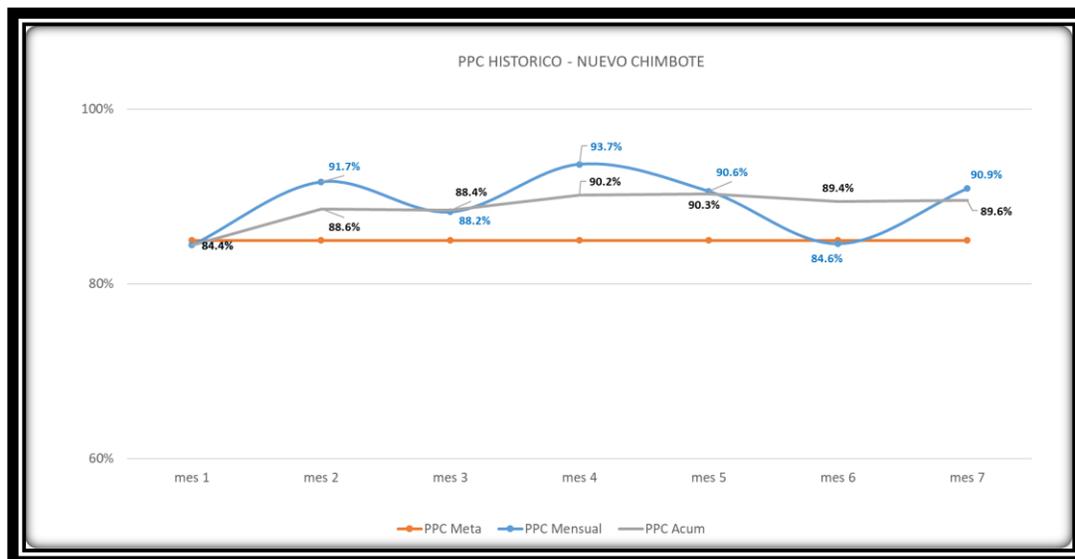
Resultado del PPC, mes 7 del proyecto de Nuevo Chimbote



Nota: Elaboración propia.

Figura 49

Resultado del PPC histórico, del proyecto de Nuevo Chimbote



Nota: Elaboración propia.

En el caso del proyecto de Nuevo Chimbote, la aplicación de las herramientas lean fue la tercera vez que se utilizó para la construcción de la planta de disposición final de residuos sólidos con la empresa Marquisa S.A.C., además de contar con la participación de 5 personas en el equipo que venía de trabajar en el proyecto de Talara y Andahuaylas, por esa razón el promedio del porcentaje de plan cumplido fue más óptimo.

4.2. Causas de incumplimiento acumulado en cada proyecto

4.2.1. Causas de incumplimiento acumulado a lo largo de la ejecución del proyecto de construcción: Planta de disposición final de residuos sólidos de Talara.

En el desarrollo de la construcción del proyecto de Talara, se tuvo como primera causa de incumplimiento con mayor incidencia problemas de tipo administrativo, debido a que muchos de los requerimientos realizados por la residencia, no fueron atendidos en su debido momento.

Como segunda causa de incumplimiento con mayor incidencia del proyecto de Talara, tenemos los problemas de tipo equipos, que tiene relación con desperfectos de equipos.

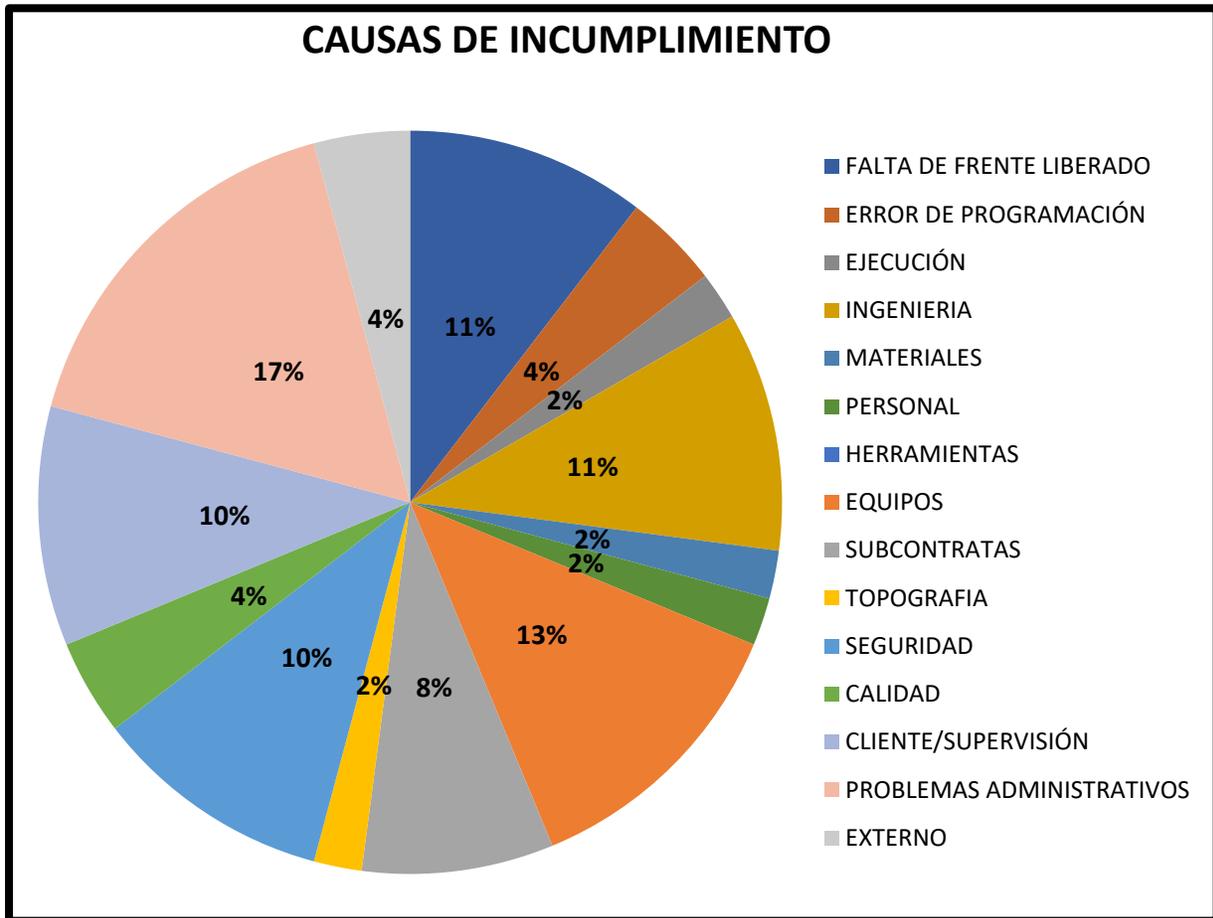
Como tercera causa de incumplimiento con mayor incidencia del proyecto de Talara, tenemos los problemas de tipo ingeniería, debido a las incompatibilidades del expediente técnico.

Como cuarta causa de incumplimiento con mayor incidencia del proyecto de Talara, tenemos los problemas de tipo falta de frente liberado, debido a que el incumplimiento de actividades antecesoras, repercuten en la ejecución de las nuevas partidas ya programadas.

Otras de las causas de incumplimiento con incidencias también importantes fueron los problemas de tipo externos, como es el caso de intervención de extorsionadores y lluvias extraordinarias.

Figura 50

Causas de incumplimiento acumuladas en el proyecto de Talara



Nota: Elaboración propia.

4.2.2. Causas de incumplimiento acumulado a lo largo de la ejecución del proyecto de construcción: Planta de disposición final de residuos sólidos de Andahuaylas

En el desarrollo de la construcción del proyecto de Andahuaylas, se tuvo como primera causa de incumplimiento con mayor incidencia problemas de tipo falta de material, debido a que la cantera de arcilla indicada en el expediente técnico no tenía la potencia (cantidad a explotar) necesaria para

cubrir la demanda diseñada, por lo que la identificación de nuevas canteras fue crucial, para el desarrollo del proyecto.

Como segunda causa de incumplimiento con mayor incidencia del proyecto de Andahuaylas, tenemos los problemas de tipo sub contratos, que tiene relación con la falta de experiencia de los subcontratistas en este tipo de trabajos.

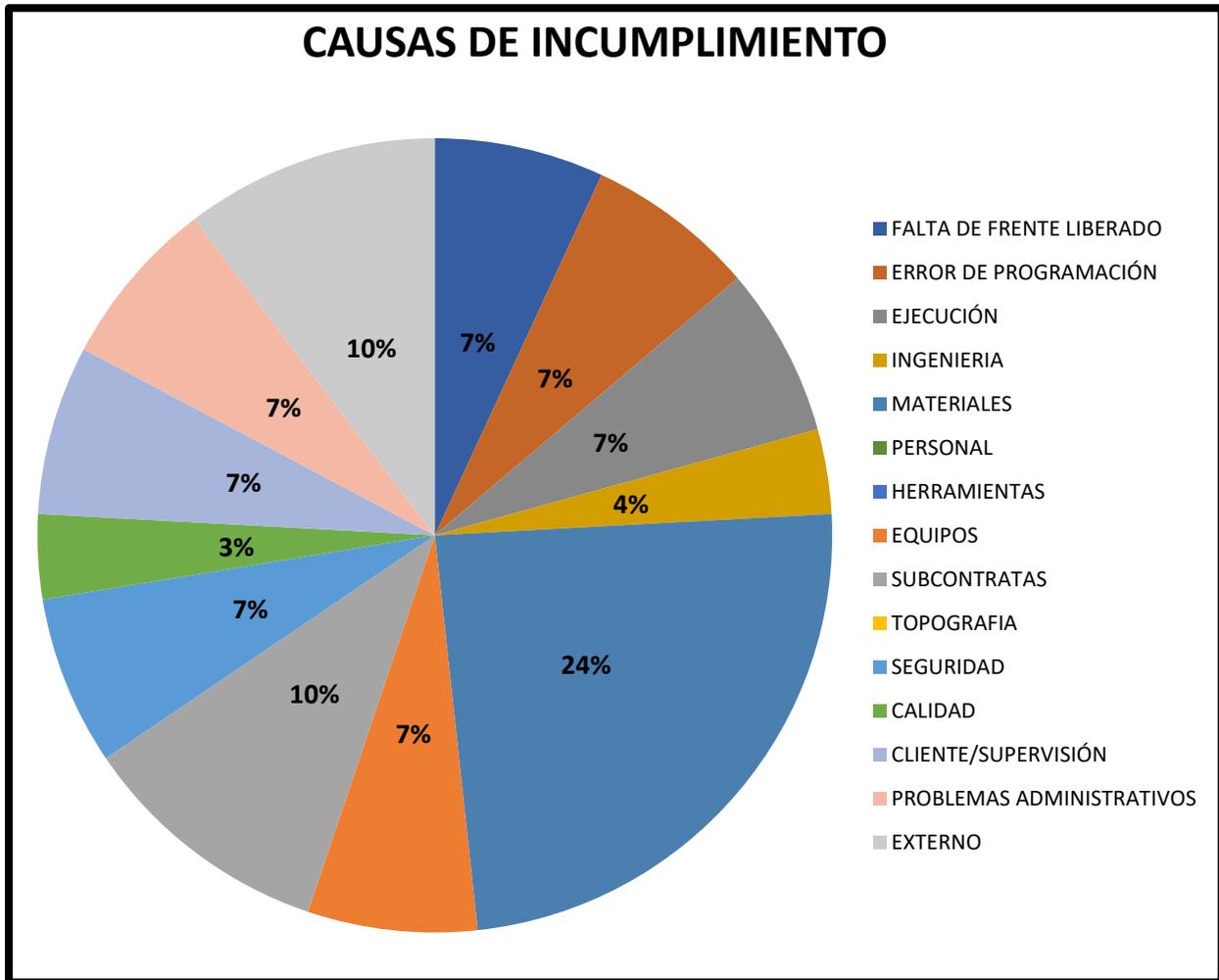
Como tercera causa de incumplimiento con mayor incidencia del proyecto de Andahuaylas, tenemos los problemas de tipo externo, debido a que el proyecto inicio su construcción en el mes de abril y para esas fechas aún se tenía presencia de lluvias torrenciales en los andes.

Como cuarta causa de incumplimiento con mayor incidencia del proyecto de Andahuaylas, tenemos los problemas de tipo error de la programación, debido a que en algunas actividades no se definió correctamente la secuencia de trabajo.

Otras de las causas de incumplimiento con incidencias también importantes fueron los problemas de tipo supervisión, ya que las constantes revisiones y demoras en la liberación de calidad en los frentes de trabajo, es un sobreprocesamiento de los procesos.

Figura 51

Causas de incumplimiento acumuladas en el proyecto de Andahuaylas



Nota: Elaboración propia.

4.2.3. Causas de incumplimiento acumulado a lo largo de la ejecución del proyecto de construcción: Planta de disposición final de residuos sólidos de Nuevo Chimbote.

En el desarrollo de la construcción del proyecto de Nuevo Chimbote, se tuvo como primera causa de incumplimiento con mayor incidencia problemas de tipo ingeniería, debido a las múltiples incompatibilidades identificadas en el expediente técnico de este proyecto que estuvo a cargo del área de estudios de la unidad ejecutora 003 del Miman.

Como segunda causa de incumplimiento con mayor incidencia del proyecto de Nuevo Chimbote, tenemos los problemas de tipo sub contratos, que tiene relación con los problemas de presentados por los diversos sub contratistas que participaron en la ejecución de obras civiles.

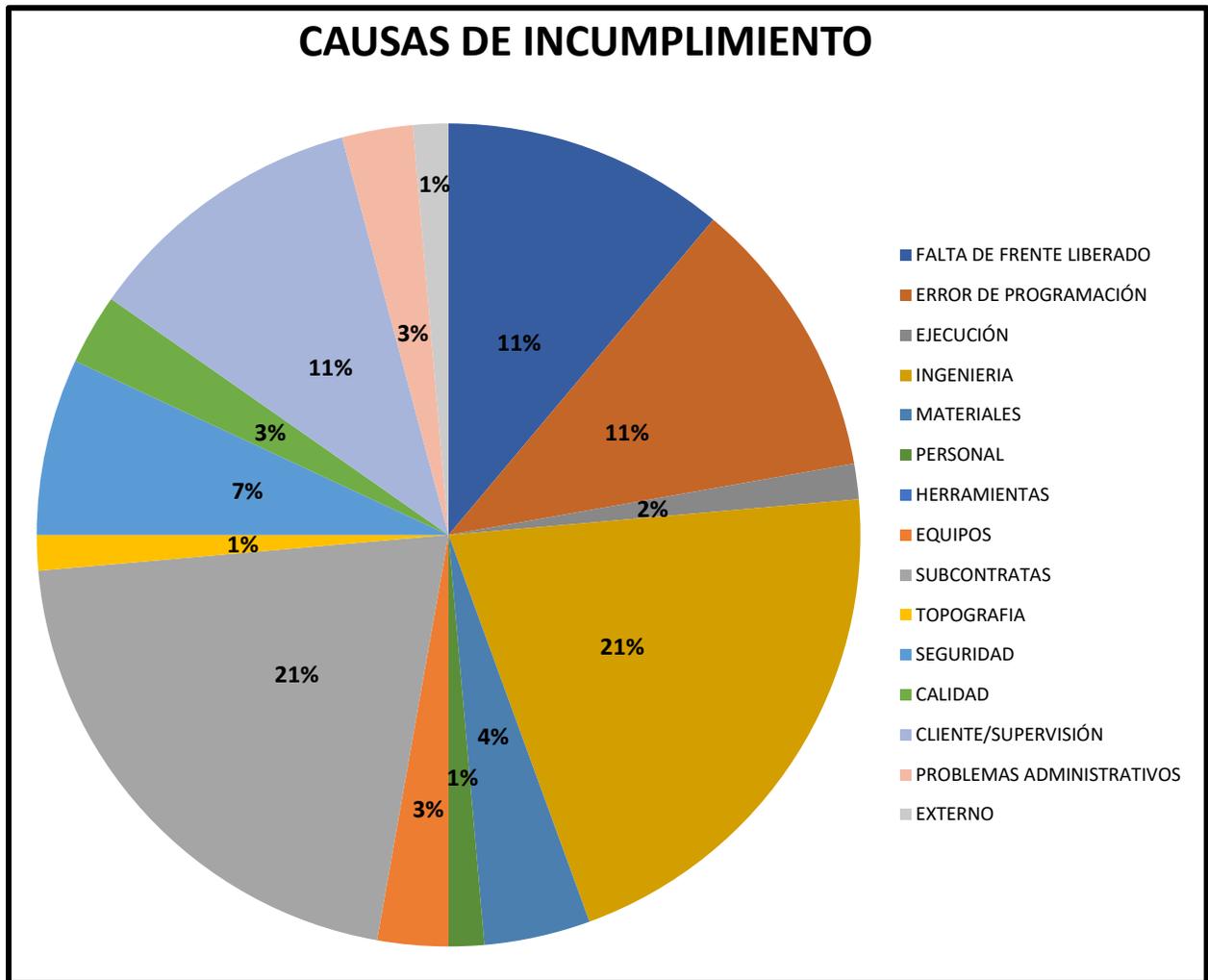
Como tercera causa de incumplimiento con mayor incidencia del proyecto de Nuevo Chimbote, tenemos los problemas de tipo supervisión, ya que las constantes revisiones y demoras en la liberación de calidad en los frentes de trabajo, es un sobreprocesamiento de los procesos.

Como cuarta causa de incumplimiento con mayor incidencia del proyecto de Nuevo Chimbote, tenemos los problemas de tipo falta de frente liberado, debido a que el incumplimiento de actividades antecesoras, repercuten en la ejecución de las nuevas partidas ya programadas.

Otras de las causas de incumplimiento con incidencias también importantes fueron los problemas de tipo error en la programación, debido a que en algunas actividades no se definió correctamente la secuencia de trabajo.

Figura 52

Causas de incumplimiento acumuladas en el proyecto de Nuevo Chimbote



Nota: Elaboración propia.

4.3. Participación del equipo de trabajo en el levantamiento de restricciones identificadas en las reuniones semanales en cada proyecto

Recordemos que lean construction no solo es la aplicación de formatos, sino que se trata de la gestión de personas, del talento humano y como aprovechar las fortalezas de cada miembro del equipo del proyecto con el fin de obtener el mejor desempeño del grupo humano que direcciona el proyecto por buen camino.

El nivel de compromiso del equipo en trabajar con la metodología está relacionado con el levantamiento de restricciones, que se identificaron en el look ahead de la planificación del proyecto, es decir mientras el compromiso del equipo sea mayor en asumir y levantar las restricciones identificadas en el look ahead del proyecto, mitigaremos mejor la variabilidad del proyecto.

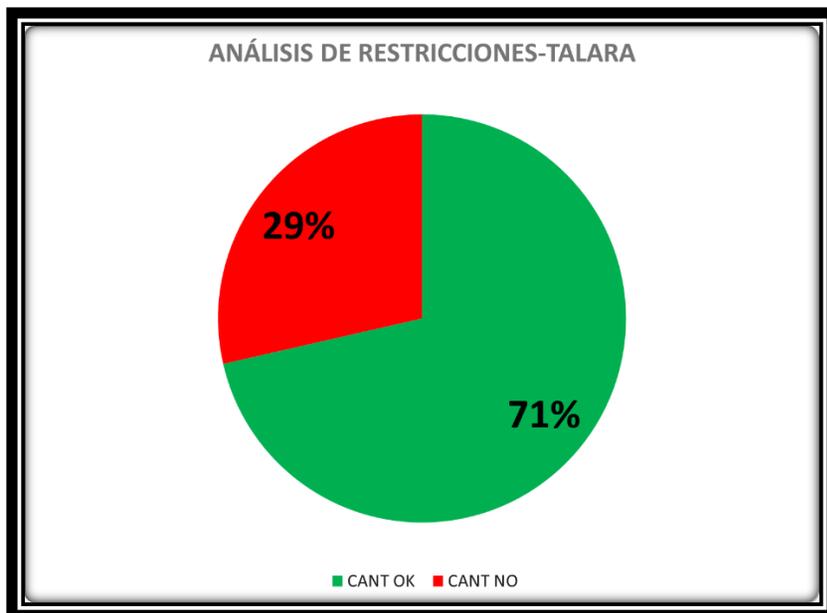
En ese sentido a continuación se muestran los siguientes resultados.

4.3.1. Participación del equipo de trabajo en el levantamiento de restricciones identificadas en las reuniones semanales, a lo largo de la ejecución del proyecto de construcción: Planta de disposición final de residuos sólidos de Talara.

Con respecto al proyecto de Talara, el equipo en su totalidad fue nuevo para la aplicación de la metodología lean construction, por lo que la asimilación de esta metodología para el equipo fue una primera vaya a superar.

Figura 53

Porcentaje de restricciones levantadas a lo largo del proyecto de Talara.



Nota: Elaboración propia.

Figura 54

Indicador de compromisos del equipo del proyecto de Talara.

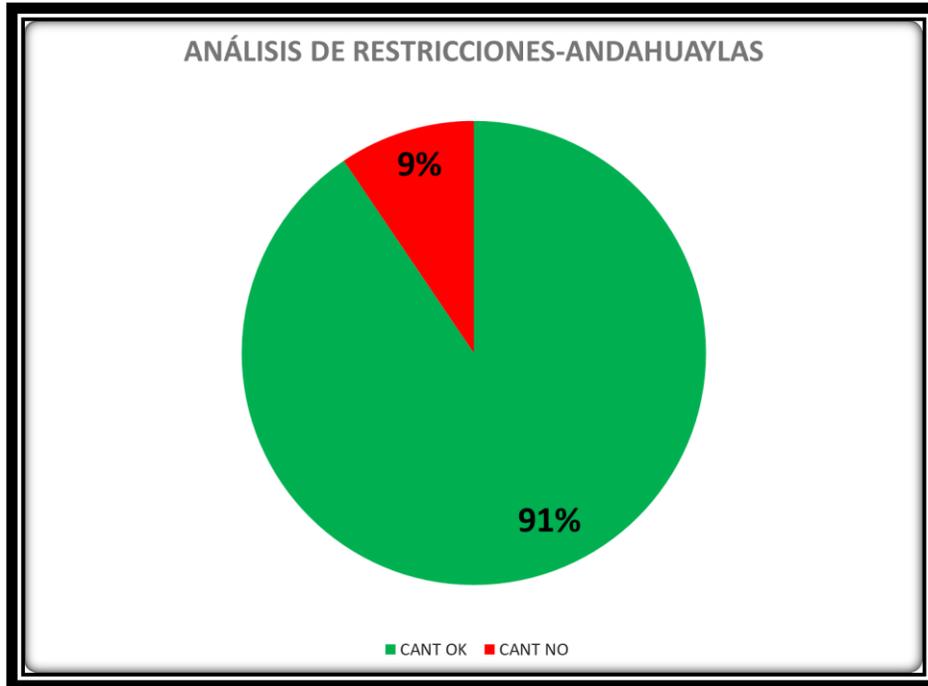
INDICADOR DE COMPROMISOS POR PERSONA					
PROYECTO: PDRS-TALARA			N° SEM		32
CLIENTE: UNIDAD EJECUTORA 003-MINAM			FECHA:		10/7/2021
INDICADOR DE COMPROMISOS POR PERSONA					
ITEM	DUEÑO	CARGO	N° COMPROMISOS ASUMIDOS	N° COMPROMISOS CUMPLIDOS	% DE NIVEL DE COMPROMISO
1	Tarker	Ing. Residente	10	8	80%
2	Jose Antonio	Coordinador de proyecto	20	19	95%
3	Paulo	Jefe de Producción	16	14	88%
4	Hector	Administrador	25	15	60%
5	Jhoynes	Cadista	4	3	75%
6	Karzon	Jefe de Oficina Técnica	3	2	67%
7	Eduardo	Asistente de Residente	12	7	58%
8	Manuel	Almacenero	1	1	100%
9	Sergio	Ing medio ambiente	1	1	100%
10	Carlos	Ing seguridad	18	12	67%
11	Arturo	Ing Calidad	4	3	75%
12	Angel	Asistente de producción	8	6	75%
13	Brandon	Jefe de maquinas	2	1	50%
14	Frank	Topo 1	2	1	50%
15	Palermo	Topo 2	2	1	50%
16	Ortiz	Maestro de obras civiles	20	16	80%
17	Debaker	Maestro de Mov de Tierras	2	2	100%
18	Ivon	Asistente de Administración	5	4	80%
19	Fiorela	Asistente de OT	12	9	75%

Nota: Elaboración propia.

4.3.2. Participación del equipo de trabajo en el levantamiento de restricciones identificadas en las reuniones semanales, a lo largo de la ejecución del proyecto de construcción: Planta de disposición final de residuos sólidos de Andahuaylas.

Figura 55

Porcentaje de restricciones levantadas a lo largo del proyecto de Andahuaylas.



Nota: Elaboración propia.

Figura 56

Indicador de compromisos del equipo del proyecto de Andahuaylas

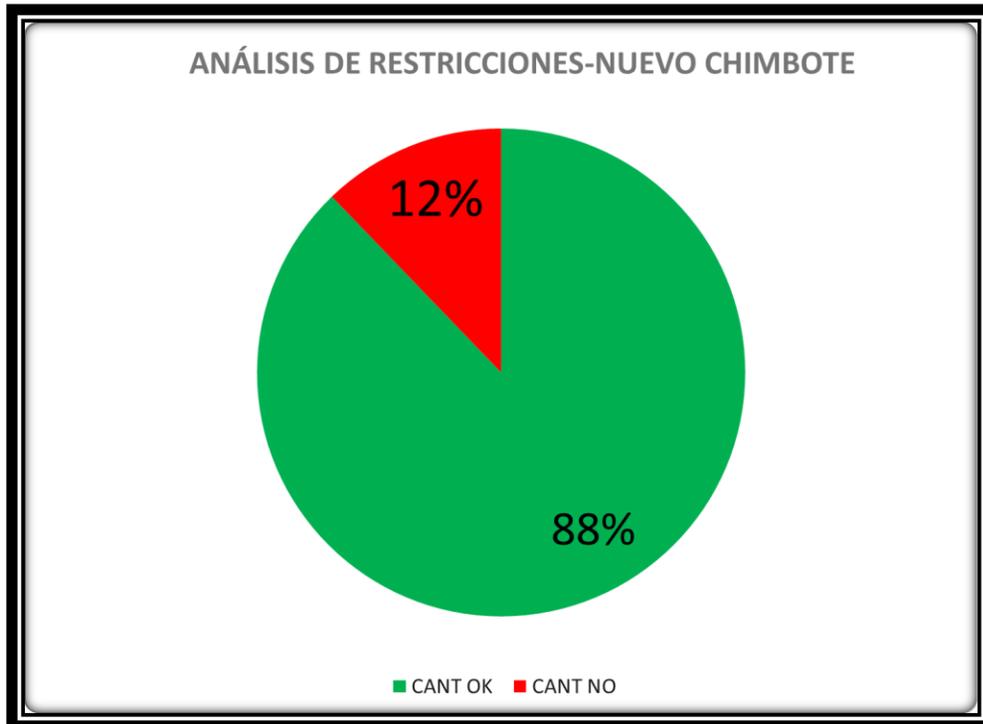
INDICADOR DE COMPROMISOS POR PERSONA					
PROYECTO: PDFRS-ANDAHUAYLAS			N° SEM		21
CLIENTE: UNIDAD EJECUTORA 003-MINAM			FECHA:		30/7/2022
INDICADOR DE COMPROMISOS POR PERSONA					
ITEM	DUEÑO	CARGO	N° COMPROMISOS ASUMIDOS	N° COMPROMISOS CUMPLIDOS	% DE NIVEL DE COMPROMISO
1	Carlos	Ing. Residente	4	4	100%
2	Jose Antonio	Coordinador	10	10	100%
3	Paulo	Jefe de Producción	15	14	93%
4	Tessy	Ing Ambiental	8	7	88%
5	Angel	Ing de Calidad	15	13	87%
6	Felix	Ing de seguridad	10	9	90%
7	Karzon	Jefe de Oficina Técnica	5	5	100%
8	Gomer	Asistente de Residente	14	13	93%
9	Edgar	Almacenero	5	5	100%
10	Lester	Administrador	20	18	90%

Nota: Elaboración propia.

4.3.3. Participación del equipo de trabajo en el levantamiento de restricciones identificadas en las reuniones semanales, a lo largo de la ejecución del proyecto de construcción: Planta de disposición final de residuos sólidos de Nuevo Chimbote.

Figura 57

Porcentaje de restricciones levantadas a lo largo del proyecto de Nuevo Chimbote.



Nota: Elaboración propia.

Figura 58

Indicador de compromisos del equipo del proyecto de Nuevo Chimbote

INDICADOR DE COMPROMISOS POR PERSONA					
PROYECTO:		NUEVO CHIMBOTE		N° SEM	29
CLIENTE:		PDFRS-UNIDAD EJECUTORA 003-MINAM		FECHA:	1/12/2022
INDICADOR DE COMPROMISOS POR PERSONA					
ITEM	DUEÑO	CARGO	N° COMPROMISOS ASUMIDOS	N° COMPROMISOS CUMPLIDOS	% DE NIVEL DE COMPROMISO
1	JOEL	Ing. Residente	5	3	60%
2	JOSE ANTONIO	Coordinador	12	12	100%
3	PAULO	Jefe de Producción	10	9	90%
4	EDHISON	Ing seguridad	9	7	78%
5	JAHIRO	Jefe de Oficina Tecnica	5	5	100%
6	ANGEL	Ing de Calidad	15	14	93%
7	VICTOR	Administrador	12	11	92%
8	KARZON	Asistente de oficina tecnica	15	14	93%
9	ADRIAN	Jefe de Equipos	16	14	88%
10	SAUL	Asistente de Producción	2	2	100%
11	PARDO	Maestro de obra	8	7	88%
12	MARCO	Topografo	4	3	75%
13	ADLER	Ing de Impacto ambiental	9	8	89%
14	EDINSON	Enfermero	1	1	100%
15	ALEXANDER	Cadista	5	4	80%
16	FRANK	Tecnico de Calidad	1	1	100%
17	OSCAR	Almacenero	12	10	83%
18	FLORENTINO	Gerente General	4	4	100%
19	RAYSA	Gerente de Administración	1	1	100%
20	NEHEMIAS	Gerente de Operaciones	4	4	100%

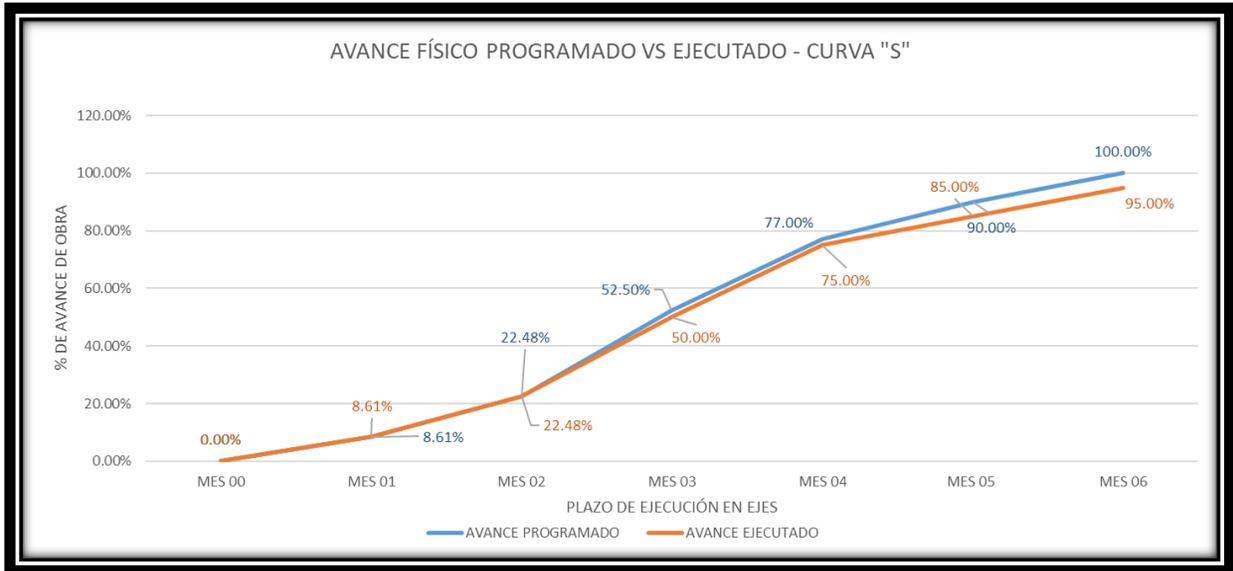
Nota: Elaboración propia.

4.4. Evolución de la curva S de cada proyecto

4.4.1. Evolución de la curva S en la ejecución del proyecto de construcción: Planta de disposición final de residuos sólidos de Talara.

Figura 59

Evolución de curva S del proyecto de Talara

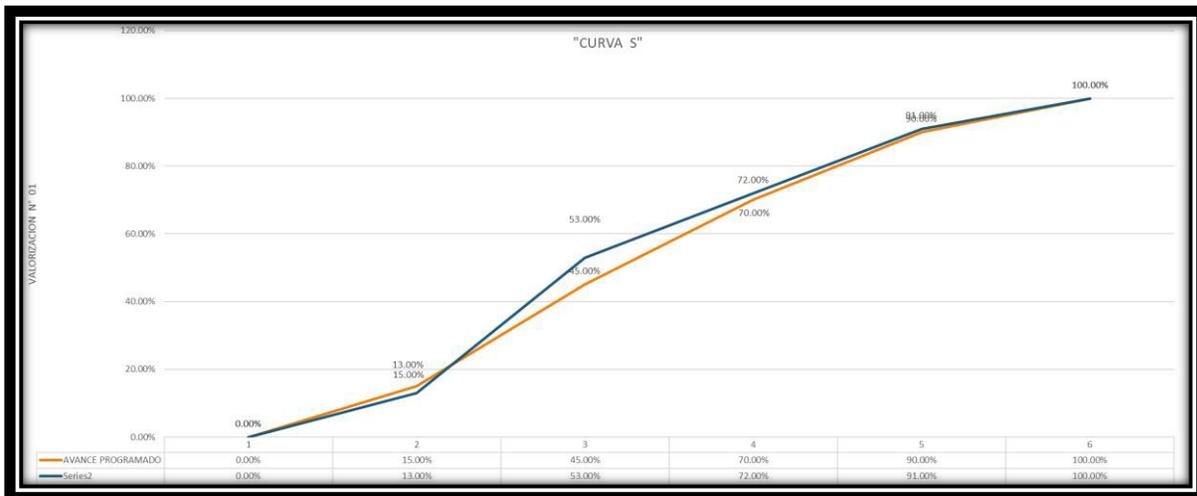


Nota: Elaboración propia.

4.4.2. Evolución de la curva S en la ejecución del proyecto de construcción: Planta de disposición final de residuos sólidos de Andahuaylas.

Figura 60

Evolución de curva S del proyecto de Andahuaylas

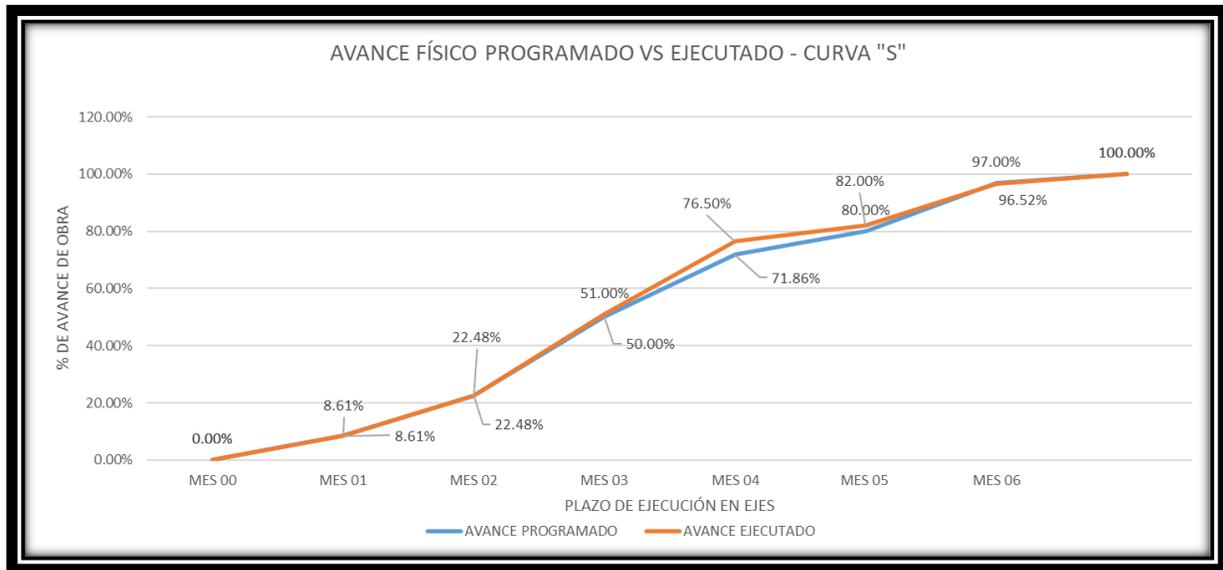


Nota: Elaboración propia.

4.4.3. Evolución de la curva S en la ejecución del proyecto de construcción: Planta de disposición final de residuos sólidos de Nuevo Chimbote.

Figura 61

Evolución de curva S del proyecto de Nuevo Chimbote



Nota: Elaboración propia.

V. DISCUSION DE RESULTADOS

Con respecto a los resultados obtenidos en la aplicación de la metodología lean construction podemos observar que se presentan cambios y evoluciones en distintos parámetros en la dirección de los tres proyectos de construcción de las plantas de disposición final de residuos sólidos, en ese sentido se procede con la discusión de resultados obtenidos en esta investigación.

En el proyecto de construcción de la planta de disposición final de residuos sólidos de Talara, al no haber tenido una aplicación más continua de la metodología lean construction, debido a que fue la primera vez que el equipo desplegaba los conceptos de esta metodología en la aplicación a este tipo de proyectos de construcción, es decir la poca participación de los miembros del equipo de proyecto, se nota que el porcentaje de plan cumplido presenta variaciones por debajo del esperado, dando un promedio de 84.33% de confiabilidad en la planificación, lo que implica que del 100% de actividades programadas en el plan semanal, más de un 15.67% no llegaron a ejecutarse, esto quiere decir que el flujo de trabajo no fue constante, debido a que no se identificaron correctamente las restricciones y a su vez tampoco se levantaron el total de restricciones identificadas. Podemos observar también que, con relación a la frecuencia del uso de la metodología por parte del equipo de obra, y en relación a lo expuesto anteriormente, solo el 71% del total de restricciones identificadas fueron levantadas en su fecha acordada, por lo que esto implica que la variabilidad no haya sido mitigada correctamente.

También se pudo comprobar que en promedio solo el 75% es el nivel de compromiso por parte del equipo de obra del proyecto de Talara, lo que explica lo mencionado anteriormente.

Respecto a las causas de incumplimiento del proyecto de Talara, podemos observar que con mayor incidencia los problemas financieros y problemas con los equipos, marcaron el desarrollo de dicho proyecto, cada uno con 17% y 13% del total de causas de incumplimiento respectivamente,

además las incompatibilidades del expediente técnico, que no fueron atendidas a tiempo por parte de la supervisión.

Así mismo podemos observar que en cuanto a la evolución de la curva S, con el cual se controló el avance del proyecto, tuvo una evolución no esperada, ya que el porcentaje acumulado del cierre del proyecto fue de 95% en el final del plazo contractual, es decir el proyecto no se concluyó dentro del plazo contractual establecido. Cabe aclarar, que, al haber tenido incompatibilidades en el expediente técnico, estas son causas de incumplimiento atribuibles a la entidad, por lo que se gestionó contractualmente la ampliación de plazo correspondiente a las partidas nuevas y mayores metrados.

En el caso del proyecto de construcción de la planta de disposición final de residuos sólidos de Andahuaylas, al haber tenido una aplicación más continua de la metodología lean construction, debido a que fue la segunda vez que parte del equipo desplegaba los conceptos de esta metodología en la aplicación a este tipo de proyectos de construcción, es decir la alta participación de los miembros del equipo de proyecto, que ya venían de ejecutar un proyecto similar y con la experiencia de haber utilizado la metodología lean construction, género que el porcentaje de plan cumplido presenta en promedio, variaciones en el orden de 90.8% de confiabilidad, que está por encima del 85% de confiabilidad esperado, lo que implica que del 100% de actividades programadas en el plan semanal, solo un 9.2% no llegaron a ejecutarse, esto quiere decir que el flujo de trabajo fue más constante, debido a que se identificaron correctamente las restricciones y a su vez se levantaron un buen promedio de restricciones identificadas. Podemos observar también que, con relación a la frecuencia del uso de la metodología por parte del equipo de obra, y en relación a lo expuesto anteriormente, el 91% del total de restricciones identificadas fueron levantadas en su fecha acordada, por lo que esto implica que la variabilidad haya sido mitigada de mejor forma.

También se pudo observar que en promedio el 94%, es el nivel de compromiso por parte del equipo de obra del proyecto de Andahuaylas, lo que explica lo mencionado anteriormente.

Respecto a las causas de incumplimiento del proyecto de Andahuaylas, se puede observar que con mayor incidencia los problemas por falta de un material en específico que fue la arcilla de baja permeabilidad y problemas con los sub contratistas respecto a temas de seguridad y salud ocupacional, marcaron el desarrollo de dicho proyecto, cada uno con 24% y 10% del total de causas de incumplimiento respectivamente, además de los problemas con el sobre procesamiento en la liberación de controles de calidad.

Así mismo podemos observar que en cuanto a la evolución de la curva S, tuvo una evolución esperada, ya que el porcentaje acumulado del cierre del proyecto cerro en 100%, en la fecha final, del plazo contractual, es decir el proyecto se concluyó dentro del plazo contractual establecido y respetando los costos contractuales.

En el caso del proyecto de construcción de la planta de disposición final de residuos sólidos de Nuevo Chimbote, se observó una aplicación, más continua de la metodología lean construction, debido a que fue la tercera vez que parte del equipo desplegaba los conceptos de esta metodología en la aplicación a este tipo de proyectos de construcción, es decir la alta participación de los miembros claves del equipo de proyecto, que ya venían de ejecutar dos proyectos similares y con la experiencia de haber utilizado la metodología lean construction, género que el porcentaje de promesas cumplidas presenta en promedio, variaciones en el orden de 89.2% de confiabilidad, por encima del 85% de confiabilidad esperado, lo que implica que del 100% de actividades programadas en el plan semanal, solo de un 10.8% no llegaron a ejecutarse, esto quiere decir que el flujo de trabajo fue constante, debido a que se identificaron correctamente las restricciones y a su vez se levantaron un buen promedio de restricciones identificadas. Podemos observar también que, con relación a la frecuencia

del uso de la metodología lean construction por parte del equipo de obra, y en relación a lo expuesto anteriormente, el 88% del total de restricciones identificadas fueron levantadas en su fecha acordada, por lo que esto implica que la variabilidad haya sido mitigada de forma óptima.

También se pudo comprobar que, en promedio, el 90% es el nivel de compromiso por parte del equipo, del proyecto de Nuevo Chimbote, lo que explica lo mencionado anteriormente.

Respecto a las causas de incumplimiento del proyecto de Nuevo Chimbote, podemos observar que con mayor incidencia los problemas con el cumplimiento de metas por parte de los sub contratistas y los problemas a causas de las incompatibilidades del expediente técnico, marcaron el desarrollo de dicho proyecto, cada uno con 21% del total de causas de incumplimiento en ambas, además de los problemas con la supervisión en la demora de respuestas a las consultas realizadas.

Así mismo podemos observar que en cuanto a la evolución de la curva S, con el cual se controló el avance del proyecto, tuvo una evolución esperada, ya que el porcentaje acumulado del cierre del proyecto, fue de 100%, a la fecha fin del plazo contractual, es decir el proyecto se concluyó dentro del plazo contractual establecido y respetando los costos contractuales. Cabe aclarar, que, al haber tenido incompatibilidades en el expediente técnico, estas son causas de incumplimiento atribuibles a la entidad, por lo que la contratista gestionó propuestas de mejora a fin levantar la incompatibilidad, cumplir con el proyecto, dentro del costo y plazo establecido.

Los hallazgos presentados, guardan relación con los resultados de la investigación que realizaron, Brenis y Zeppilli (2023), en donde aplicaron la metodología lean construction en un proyecto de planta de disposición final de residuos sólidos, en el departamento de Puno, y en el cual obtienen mejoras en la evolución de la curva S, gracias a abordar la planificación de trabajos, mediante la utilización de las herramientas de the last planner system.

Por otra parte, Ochoa y Quispe (2021), en su investigación, obtiene un promedio de 79.6% de confiabilidad, en la etapa de construcción del proyecto en estudio. En ese sentido la confiabilidad de los tres proyectos de estudio de esta investigación, superan al promedio de confiabilidad obtenida por Ochoa y Quispe, y esto se debe porque no solo se aplicaron las herramientas de the last planner system, sino también el lean project delivery system, para el planteamiento de soluciones a las incompatibilidades del expediente técnico y tener varias perspectivas en el análisis del look ahead.

VI. CONCLUSIONES

- La aplicación de la metodología lean construction, influye de manera positiva en la dirección de los proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú, debido a que garantiza que el flujo de trabajo sea constante y eficiente, gracias a la planificación realizada en conjunto con los especialistas de cada área de trabajo, pues las diversas discusiones y debates en dichas reuniones, generan, ver la programación de trabajo desde varios puntos de vista, y esto implica que no solo hablamos del aspecto productivo, sino también del aseguramiento de la calidad, seguridad y salud ocupacional en el trabajo, impacto ambiental, costos y logística. En los proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú, contar con un resultado semanal promedio, superior al 85% de cumplimiento, asegura que el proyecto culmine dentro del plazo planificado, ya que el plan maestro se establece con una holgura de tiempo.
- Se demuestra la correcta implementación de la metodología lean construction, ya que no se trata solo de la aplicación de formatos, sino de la gestión de talento humano, involucrando a todos los especialistas y participantes del proyecto a apuntar a un mismo fin, ya que el compromiso del equipo en la identificación y levantamiento de observaciones, es crucial para que la aplicación de la metodología en la dirección de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos tenga éxito. Además, para que la metodología lean construction influya de manera positiva en los proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú, se requiere que los líderes con puestos claves dentro del equipo y organización de la empresa, apuesten por esta metodología y crean en ella.

- De los resultados de levantamiento de restricciones histórico en cada proyecto y de los resultados de causas de incumplimiento históricos, se concluye que mientras más restricciones identifiquemos, las causas de incumplimiento, que está directamente relacionada con la variabilidad, será reducida, en tal sentido, estas dos magnitudes guardan relación. Así mismo, en la participación de todas las áreas de trabajo que conforma el equipo de proyecto, contar con diferentes enfoques de ver la planificación, ayuda a que la identificación de restricciones sea más óptima y, por ende, aseguramos que el flujo de trabajo no tenga contratiempos, gracias a la mitigación de la variabilidad.
- De los resultados de comportamiento de la curva S, en los tres proyectos estudiados, se concluye que la aplicación moderada de la metodología lean construction, no garantiza el adecuado desempeño costo-tiempo de la dirección de proyecto, tal como se dio en el caso de la obra de Talara, debido a que era la primera vez que un equipo de trabajo completo aplicaba en conjunto la metodología en un tipo de proyecto como este, mientras que en los proyectos de Andahuaylas y Nuevo Chimbote, la aplicación fue más continua, porque algunos participantes con puestos claves, habían tenido experiencia desde el proyecto de Talara, haciendo que la sinergia del equipo y la metodología lean construction sea óptima, y por tal motivo genero un óptimo desempeño costo-tiempo de la dirección de proyecto, haciendo que estas dos últimas obras, se ejecuten dentro del costo y plazo contractual.
- Entre otras conclusiones de esta investigación, tenemos que las causas de incumplimiento críticas para un proyecto de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos, son las de tipo administrativo, ingeniería, logístico y las relacionadas a las condiciones de los equipos mecánicos, debido a que estos proyectos poseen dos frentes importantes, tales como el frente de movimiento de tierras, en el cual la maquinaria no puede estar detenida y el frente

de edificaciones, en el cual la mano de obra, y la claridad del expediente técnico, juegan un papel importante, puesto que en estos dos frentes, lo habitual es que las partidas que las conforman se encuentran dentro de la ruta crítica del cronograma contractual del proyecto.

VII. RECOMENDACIONES

- Luego de la experiencia de haber estudiado los tres proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos, recomiendo que para una adecuada implementación de la metodología lean construction en este tipo de proyectos, es que los líderes de gestión de proyectos involucrados, tanto por parte de la contratista, cliente y supervisión, deben de estar convencidos y apostar por la metodología, además de estar constantemente involucradas en la toma de decisiones importantes.
- En lo posible los equipos que participan en la aplicación de la metodología lean construction en proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos, deben de contar por lo menos un 40% de sus miembros, con puestos claves, conocimientos sobre la metodología lean construction, en especial la herramienta del último planificador.
- El look ahead de los proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos, deben de ir acordes a la envergadura del proyecto, ya que 4 semanas, no necesariamente es la ventana temporal a ser analizada en una sesión de reunión semanal, y esto lo debe revisar el ingeniero de planificación encargado.
- Mas allá de realizar los informes de incompatibilidad, es muy importante que las contratistas implementen un adecuado plan de manejo de contratos, puesto que los actuales contratos con la Unidad Ejecutora 003 del Minam, quienes son los clientes del proyecto, utilizan un contrato similar a los contratos FIDIC.
- Se sugiere seguir investigando el campo de la gestión de proyectos, basada en metodologías no tradicionales, aplicadas en proyectos de infraestructura en general, ya que es importante

contar con antecedentes para mejorar la gestión de proyectos de construcción de infraestructura en el Perú.

VIII. REFERENCIAS

- Alvarez, J. (2018). *Plan de cierre del botadero 28 de desmonte para la remediación de pasivos ambientales - unidad minera tintaya*. [Tesis de grado, Universidad Nacional San Agustín]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7219>
- Arrate, C. (2021). *Modelo para la definición de la estrategia de ejecución de proyectos de inversión (pes), en la industria minera*. [Tesis de maestría, Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/180034>
- Ballard, G. (1994). *The Last Planner. Lean Construction Institute*. [Tesis de Doctorado, Universidad de Birmingham] <https://leanconstruction.org/wp-content/uploads/2022/09/the-last-planner-system-of-production-control-ballard2000-dissertation.pdf>
- Ballard, G. (2008). Lean Project delivery system. *Lean construction Journal*, 1(13), 1-18. <https://doi.org/10.60164/73d8h1c5c>
- Brenis, G. y Zeppilli, J. (2023). *Mejoras en la gestión de proyectos de rellenos sanitarios para cumplir con las bases de un contrato colaborativo*. [Tesis de grado, Universidad Ricardo Palma]. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/6968>
- Bucero, A. (2002). *Dirección de proyectos, una nueva visión*. Diaz de santos.
- Directiva de trabajo para la gestión de proyectos N°001 de 2010 [Contraloría general de la Republica]. Manual de procedimiento para la gestión de proyectos en la CGR. Julio del 2010.
- Ghio, V. (2001). *Productividad en obras de construcción. Diagnostico, crítica y propuesta*. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://doi.org/10.18800/9789972424175>

- Gualdrón, A. y López, S. (2020). *Proceso con la metodología lean construction para proyectos de vivienda social en fase de estructura*. [Tesis de grado, Universidad Católica de Colombia]. <https://hdl.handle.net/10983/25694>
- Guzmán, I. (01 de agosto de 2023). Gestión de residuos sólidos en Perú: su avance y lo que plantea el Minam. *Diario Gestión*. <https://gestion.pe/peru/gestion-de-residuos-solidos-en-peru-cuales-el-avance-y-lo-que-plantea-el-minam-giuliana-becerra-plantas-de-tratamiento-de-residuos-solidos-plantas-de-valorizacion-de-residuos-solidos-oefa-noticia/?ref=gesr>
- Huiman, A. (23 de junio de 2023). Situación actual de los residuos sólidos. *Diario El Peruano*. <https://www.elperuano.pe/noticia/216136-situacion-actual-de-los-#:~:text=Se%20produjo%20un%20total%20de,un%209.71%25%20de%20residuos%20peligrosos>.
- Jaramillo, J. (2002). *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
- Kowal, K. (2021). *Diseño de guía con estrategias para la aplicación de economía circular y lean construction en proyectos de viviendas industrializadas*. [Tesis de grado, Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/180559>
- Morales, V. (2002). Sobre la metodología como ciencia y el método científico: un espacio polémico. *Pedagogía*, 23(66), 35-41.
- Ochoa, B. y Quispe, J. (2021). *Confiabilidad de porcentajes de partes cumplidas en el índice de productividad*. [Tesis de grado, Universidad Ricardo Palma]. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/4941>
- Pons, J. (2014). *Introducción a Lean Construction*. Fundación laboral de la construcción.

- Project Management Institute (2008). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)*. (4.a ed.). Project Management Institute, Inc. https://www.sadamweb.com.ar/news/2016_08Agosto/Guia_Fundamentos_para_la_Direccion_de_Proyectos-4ta_Edicion.pdf?PMBOX=http://www.sadamweb.com.ar/news/2016_08Agosto/Guia_Fundam
- Rodríguez, A. (2021). *Aplicación herramientas PMI y lean construction para control de obras. jardines infantiles. localidad Kennedy, Bogotá*. [Tesis de grado, Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia]. <http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/8704>
- Román, C. (2018). *Metodologías de gestión de proyectos aplicada a la construcción de viviendas en lima*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/2237>
- Rubio, I. y Pons, J. (2019). *Lean construction y la planificación colaborativa*. Consejo General de la Arquitectura Técnica de España. <http://hdl.handle.net/20.500.12251/1064>
- Ruíz, L. (14 de mayo de 2019). Prueba de chi-cuadrado (χ^2): qué es y cómo se usa en estadística. *Psicología y Mente*. <https://psicologiymente.com/miscelanea/prueba-chi-cuadrado>
- Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing*. Marge books.
- Sociedad de Comercio Exterior del Perú (2021). *Reporte de avance de los proyectos del plan nacional de infraestructura-PNIC*. <https://www.comexperu.org.pe/upload/articles/reportes/reportepnic-005.pdf>
- Wallace, W. (2002). *Gestión de proyectos*. Edinburgh Business School

Yika, L. (2018). *Aplicación de lean construction en la planificación, programación, ejecución y control del proyecto condominio oasis bahía de Paracas*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Ingeniería]. <https://repositorio.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/14724>

IX. ANEXOS

- Anexo A: Matriz de consistencia.
- Anexo B: Formato de análisis de causa raíz.
- Anexo C: Formato de confiabilidad.
- Anexo D: Formato de análisis de restricciones.
- Anexo E: Formato de Check List de transferencia de información.
- Anexo F: Formato de RFI'S.

Anexo A: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA							
METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION Y SU INFLUENCIA EN LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE PLANTAS DE DISPOCISIÓN FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS EN EL PERÚ							
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	POBLACIÓN	
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIÓN 1			
¿De qué manera la Metodología Lean Construction influye en la dirección de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú?	Analizar la influencia de la Metodología Lean Construction en la dirección de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú.	La Metodología Lean construction influye en la dirección de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú.	Metodología lean construction.	THE LAST PLANNER SYSTEM	Cantidad de reuniones semanales (und)	la población para esta investigación está compuesta por todos los proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos construidos entre los años 2021 y 2022.	
				DIMENSIÓN 2	*Cantidad de incompatibilidades (und)		
				LEAN PROJECT DELIVERY SYSTEM	*Cantidad de restricciones (und)		MUESTRA
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE	Dimensión 1			
¿En qué grado la Metodología Lean Construction se implementa en la dirección de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú?	Implementar la metodología lean construction en la dirección de proyecto de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú.	La metodología Lean construction se implementa en la dirección de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú	Dirección de proyecto de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos.	Confiabilidad de planificación	Porcentaje de plan cumplido (%)	, la muestra para esta investigación serán los tres proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos de Talara, Andahuaylas y Nuevo Chimbote.	
¿En qué medida la Metodología Lean construction mitiga la variabilidad de los procesos constructivos de obra, en la dirección de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú?	Mitigar la variabilidad de los procesos constructivos de obra, en la dirección de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú, implementando la metodología lean construction.	Si se aplica la metodología lean construction en la dirección de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú, entonces se mitigará la variabilidad de los procesos constructivos de obra.		Dimensión 2	Nivel de compromiso del equipo de proyecto	Porcentaje de levantamiento de restricciones por persona (%)	INSTRUMENTOS
¿De qué forma la Metodología Lean Construction mejora el desempeño tiempo-costo en la dirección de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú?	Disminuir los desperdicios de obra, en la dirección de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú, implementando la metodología lean construction.	La metodología lean construction mejorará el desempeño tiempo-costo en la dirección de proyectos de construcción de plantas de disposición final de residuos sólidos en el Perú.		Dimensión 3	Desempeño costo-tiempo	Desarrollo de la curva S (%)	*Formato de confiabilidad * Formato de analisis de restricciones *Formato de nivel de compromisos *Formato de analsis de causa raíz *Formato de seguimiento de RFIS

Anexo E: Formato de Check List de transferencia de información.

I. DATOS DEL PROYECTO	
NOMBRE:	
CLIENTE:	

II. TEMAS A TRATAR				
N°	DOCUMENTO REQUISITO	VERIFICACION		
		SI	NO	NO APLICA
1	Presentación del proyecto y la propuesta (supervisión, cliente, ubicación, modalidad, fianzas, forma de pago)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Revisión del alcance	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Revisión del costo directo e indirecto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Revisión del plazo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Riesgos y oportunidades identificados (comerciales, legales y técnicas)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Explicación del sistema de gestión de proyectos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Explicación del sistema de producción	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Situación de la negociación actual con el cliente (expectativas y pendientes)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Explicación del premio de obra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Otros:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

III. ASISTENCIA DE LA REUNIÓN			
GERENCIA DE OPERACIONES		STAFF DEL PROYECTO	
NOMBRES	FIRMA	NOMBRES	FIRMA
1. _____	_____	1. _____	_____
2. _____	_____	2. _____	_____
3. _____	_____	3. _____	_____
INVITADOS			
NOMBRES	FIRMA	NOMBRES	FIRMA
1. _____	_____	3. _____	_____
2. _____	_____	4. _____	_____
FECHA DE REUNIÓN			

Anexo F: Formato de RFI.

SOLICITUD DE INFORMACION -RFI-		VER. #
---	--	--------

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO			
NOMBRE DEL PROYECTO:			
NOMBRE DEL CLIENTE:			
CONTRATISTA:			
SUPERVISOR:			
II. RFI			N° de RFI: 001
A. DATOS GENERALES			
ASUNTO:			FECHA
RFI DIRIGIDO A:		Supervisor <input type="checkbox"/> Cliente <input type="checkbox"/>	
RFI REQUIERE OPINION DE PROYECTISTA:		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
SECTOR:		DISCIPLINA:	
DOCUMENTOS DE REFERENCIA O ADJUNTOS:	a. b. c.		FASE:
INCIDENCIA EN:	Especificar: _____		Costo <input type="checkbox"/> Plazo <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>
B. INFORMACION SOLICITADA			
Descripción:		Tiempo requerido de respuesta:	
a. b.		<input type="checkbox"/> En cinco (05) días. <input type="checkbox"/> En diez (10) días. <input type="checkbox"/> En doce (12) días. <input type="checkbox"/> En quince (15) días. <input type="checkbox"/> En diecinueve (19) días.	
Elaborador por: <i>Firma y Sello</i>		Revisado por: <i>Firma y Sello</i>	
Nombre: Cargo:		Nombre: Cargo:	
TOMAN CONOCIMIENTO DE RFI:		Jefe de Producción, o Ingeniero de campo <input type="checkbox"/> Especialista de... <input type="checkbox"/>	
III. RESPUESTA AL RFI			
Descripción:		Documentos Adjuntos:	
a. b.	