

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UPLA

TESIS

**EL TABLESTACADO EN LA GESTIÓN DE
PROYECTOS DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA DEL
MALECÓN COSTA VERDE, CIUDAD DE LIMA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Autor: Bach. BRANDON BAQUERIZO SALAS

Asesor: Mg. RANDO PORRAS OLARTE

Línea de investigación institucional:

NUEVAS TECNOLOGÍAS Y PROCESOS

HUANCAYO – PERÚ

2022

ASESOR
Mg. RANDO PORRAS OLARTE

DEDICATORIA

A Dios por permitirme alcanzar las metas propuestas y a mis seres queridos Edmundo (†), Esperanza, Jesenia y Khaleesi, por su apoyo incondicional y por ser la motivación del crecimiento personal y profesional en bien de nuestra sociedad.

El autor

AGRADECIMIENTO

A Dios y familia, por protegerme, dándome salud y sapiencia para hacer el bien en esta sociedad.

A mi Universidad y asesor por la formación académica recibida y el apoyo en esta investigación.

A los profesionales del consorcio Azul por su asesoría técnica en esta investigación.

El autor

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

Dr. RUBÉN DARÍO TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE

Mg. JAVIER REYNOSO OSCANO
JURADO

Mg. JUSTO CLAUDIO RODAS ROMERO
JURADO

Mg. DAVID RAMOS PIÑAS
JURADO

Ing. JULIO FREDY PORRAS MAYTA
SUPLENTE

Mg. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO DOCENTE

CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0273 - FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la Tesis; titulada:

EL TABLESTACADO EN LA GESTIÓN DE PROYECTO DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA DEL MALECÓN COSTA VERDE, CIUDAD DE LIMA

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : Bach. BAQUERIZO SALAS BRANDON

Facultad : INGENIERÍA

Escuela Académica : INGENIERÍA CIVIL

Asesor(a) : Ing. RANDO PORRAS OLARTE

Fue analizado con fecha 05/08/2024; con 136 págs.; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

X

Excluye citas.

X

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

X

Otro criterio (especificar)

El documento presenta un porcentaje de similitud de 24 %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.



Huancayo, 05 de Agosto del 2024.

DR. SEVERO SIMEON SEVERO SIMEON SAMANIEGO
JEFE (e)

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

ÍNDICE

CONTENIDO DE TABLAS	x
CONTENIDO DE FIGURAS	xii
RESUMEN	14
ABSTRACT.....	15
INTRODUCCIÓN	16
CAPÍTULO I.....	18
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	18
1.1. Planeamiento del Problema	18
1.2. Formulación del Problema.....	21
1.2.1. Problema General	21
1.2.2. Problemas Específicos	21
1.3. Justificación	21
1.3.1. Social o práctica.....	21
1.3.2. Científica o teórica.....	22
1.3.3. Metodológica	22
1.4. Delimitación del Problema	22
1.4.1. Espacial.....	22
1.4.2. Temporal.....	22
1.4.3. Económica	23
1.5. Limitaciones	23
1.6. Objetivos.....	23
1.6.1. Objetivo General.....	23
1.6.2. Objetivos Específicos	23
CAPÍTULO II	24
MARCO TEÓRICO	24
2.1. Antecedentes.....	24
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	24
2.1.2. Antecedentes nacionales	28
2.2. Marco conceptual	32
2.2.1. Estructuras de contención de tierras	32
2.2.2. Tablestacas.....	33

2.2.3. Análisis de la Presión del suelo	43
2.2.4. Métodos de estimación de presión de suelos en las tablestacas	49
2.2.5. Métodos de hincado	53
2.2.6. Proceso constructivo de tablestacado	55
2.2.7. Gestión de proyectos	58
2.3. Definición de términos	64
2.4. Hipótesis	65
2.4.1. Hipótesis General.....	65
2.4.2. Hipótesis específicas	65
2.5. Variables	66
2.5.1. Definición conceptual	66
2.5.2. Definición operacional.....	66
2.5.3. Operacionalización de variables	67
CAPÍTULO III.....	68
METODOLOGÍA.....	68
3.1. Método de investigación.....	68
3.2. Tipo de investigación.....	68
3.3. Nivel de investigación	69
3.4. Diseño de investigación.....	69
3.5. Población y muestra.....	70
3.5.1. Población:	70
3.5.2. Muestra:	70
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	71
3.6.1. Técnicas de recolección de datos:.....	71
3.6.2. Instrumentos:	72
3.7. Procesamiento de la información	72
3.8. Técnicas y análisis de datos.....	73
CAPÍTULO IV.....	74
RESULTADOS	74
4.1. Presentación de resultados.....	74
4.2. Descripción del diseño tecnológico.....	74
4.3. Resultados en la gestión de proyecto.....	100
4.4. Contrastación de hipótesis	112

4.4.1. Contrastación de hipótesis específica 01	112
4.4.2. Contrastación de hipótesis específica 02	114
4.4.3. Contrastación de hipótesis específica 03	117
4.4.4. Contrastación de hipótesis general	120
CAPÍTULO V	121
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	121
5.1. Discusión de resultados	121
CONCLUSIONES	127
RECOMENDACIONES	129
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	130
ANEXOS.....	136
Anexo 01: Matriz de consistencia	137
Anexo 02: Operacionalización de variables.....	138
Anexo 03: Operacionalización de instrumentos	139
Anexo 04: Instrumento de validación	141
Anexo 05: Panel fotográfico	145
Anexo 06: Planos	151
Anexo 07: Metrados.....	161
Anexo 08: Análisis de precios unitarios.....	169
Anexo 09: Gastos Generales	185
Anexo 10: Presupuesto.....	190
Anexo 11: Cronograma.....	193
Anexo 12: Estudios y otros	196

CONTENIDO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Valores para pérdida de espesor por corrosión en pilotes y tablestacas.	38
Tabla 2. Características técnicas de los tablestacados según su material de construcción.	41
Tabla 3. Proceso para el desarrollo del cronograma	62
Tabla 4. Presupuesto de obra	63
Tabla 5. Operacionalización de variables	67
Tabla 6. Ensayos de suelos	75
Tabla 7. Resultado de ensayos de suelos	76
Tabla 8. Tipos de tablestacados	78
Tabla 9. Configuración de diferentes tipos de tablestacados	79
Tabla 10. Diseño de vigas	81
Tabla 11. Verificación de estabilidad.	82
Tabla 12. Estabilidad de la viga en voladizo.	82
Tabla 13. Cargas de servicio en cara superior de pilotes.	84
Tabla 14. Momento de servicio máximos.	84
Tabla 15. Capacidad de carga lateral.	84
Tabla 16. Diseño de viguetas de madera.	85
Tabla 17. Características geotécnicas.	86
Tabla 18. Geometría de la estructura	86
Tabla 19. Parámetros del suelo	86
Tabla 20. Perfil geológico y atributos del suelo	87
Tabla 21. Análisis de resultado	88
Tabla 22. Resumen de resultados:	89
Tabla 23. Diseño final de tablestacas.....	89
Tabla 24. Suposiciones para la sección 1: zona del puente María Reiche.....	91
Tabla 25. Verificación de capacidad de cargas.....	92
Tabla 26. Diseño por flexión de viga de coronación	95
Tabla 27. Diseño por torsión de viga de coronación	97
Tabla 28. Diseño por flexión de ménsula	98
Tabla 29. Características técnicas de un malecón con tablestacado	99
Tabla 30. Alcance de actividades constructivas de un malecón con tablestacado.....	100

Tabla 31. Resumen del alcance de actividades constructivas de un malecón con tablestacado.....	102
Tabla 32. Tiempo de construcción de un malecón con tablestacado.....	103
Tabla 33. Resumen de los tiempos de construcción de un malecón con tablestacado	105
Tabla 34. Costo de construcción de un malecón con tablestacado	106
Tabla 35. Resumen de los costos de construcción de un malecón con tablestacado ...	108
Tabla 36. Descripción técnica de un malecón con tablestacado	110
Tabla 37. Resultados de un malecón con tablestacado	110
Tabla 38. Criterios de éxito de un malecón con tablestacado.....	111
Tabla 39. Datos obtenidos del alcance de actividades constructivas.....	112
Tabla 40. Resumen de procesamiento de casos del alcance de actividades constructivas	113
Tabla 41. Pruebas de normalidad para el alcance de actividades constructivas	113
Tabla 42. Prueba de homogeneidad de varianzas de alcance de actividades constructivas	113
Tabla 43. Prueba de T-Student del alcance de actividades constructivas.....	114
Tabla 44. Datos obtenidos del tiempo de construcción	115
Tabla 45. Resumen de procesamiento de casos para los tiempos de construcción.....	115
Tabla 46. Pruebas de normalidad para los tiempos de construcción	115
Tabla 47. Prueba de homogeneidad de varianzas de los tiempos de construcción.....	116
Tabla 48. Prueba de T-Student de los tiempos de construcción	116
Tabla 49. Datos obtenidos del costo de construcción	117
Tabla 50. Resumen de procesamiento de casos para los costos de construcción	118
Tabla 51. Pruebas de normalidad para los costos de construcción	118
Tabla 52. Prueba de homogeneidad de varianzas de los costos de construcción	119
Tabla 53. Prueba de T muestras independientes de los costos de construcción	119

CONTENIDO DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Tablestacas de madera y de concreto	34
Figura 2. Diagrama esquemático de la interconexión entre tablestacas. a) Conexión tipo machihembrada entre dos tablestacas; b) conexión tipo rótula entre dos tablestacas. ...	36
Figura 3. Sección de tablestaca doble tipo Z	37
Figura 4. Sistemas de tablestacas según su sostenimiento frente a los empujes	38
Figura 5. Presiones en tablestacado en voladizo	39
Figura 6. Tablestacado arriostrado o apuntalado	40
Figura 7. Tablestacado anclado	41
Figura 8. Naturaleza de la presión lateral de tierra sobre un muro de retención, a) Presión en reposo de tierra, b) presión activa de tierra, c) presión pasiva de tierra.....	43
Figura 9. Presión en reposo de tierra	44
Figura 10. Presión en reposo de tierra con nivel freático	45
Figura 11. Presión activa de Rankine	46
Figura 12. Circulo de Mohr – Coulomb con desplazamiento de muro	46
Figura 13. Empuje pasivo de Rankine	48
Figura 14. Círculos de Mohr-Coulomb con desplazamientos del muro en estado pasivo	48
Figura 15. Tablestaca en voladizo que penetra arena	49
Figura 16. Restricciones del proyecto	60
Figura 17. Mapa del procesamiento de la información.	72
Figura 18. Ubicación del estudio.	75
Figura 19. Zona de investigación. Tomado de Google Earth	75
Figura 20. Sección de malecón con tablestacado de concreto.....	81
Figura 21. Cargas para el tablestacado	89
Figura 22. Sección de malecón con tablestacados de concreto.	90
Figura 23. Cargas para el tablestacado	92
Figura 24. Gráfico de resultados del Software RIDO 4.21.02.....	92
Figura 25. Modelo de tablestacado metálico	95
Figura 26. Sección de malecón con tablestacados metálicos	99
Figura 27. Resumen del alcance de actividades de construcción de un malecón con tablestacado.....	102

Figura 28. Total del alcance de actividades constructivas de un malecón con tablestacado.	103
Figura 29. Resumen de los tiempos de construcción de un malecón con tablestacado.	105
Figura 30. Total de tiempo de construcción de un malecón de con tablestacado.....	106
Figura 31. Resumen de los costos de construcción de un malecón con tablestacado.	109
Figura 32. Total del costo de construcción de un malecón con tablestacado.	109

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, tuvo como el problema general: ¿En qué medida la implementación del tablestacado afecta la gestión de proyectos de la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima?, como objetivo general: Evaluar el efecto de la implementación del tablestacado en la gestión de proyectos de la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima, con hipótesis general: La implementación del tablestacado metálico afecta positivamente la gestión de proyectos en la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima, en el año 2021.

El método de investigación fue el método científico, de tipo aplicado y un nivel de investigación descriptivo. La población estuvo conformada por 255.0 m. de malecón sin construir del circuito de playas de la Costa Verde de la ciudad de Lima. La muestra es no probabilística del tipo intencional, conformada por el sector más crítico María Reiche de 55.0 m. del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima.

La principal conclusión es que la implementación del tablestacado metálico afecta positivamente la gestión de proyectos en la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde, demostrando que el tablestacado metálico tiene características constructivas más eficientes.

Palabras clave: Tablestacado, gestión de proyectos, malecón.

ABSTRACT

The present research work had the general problem: To what extent does the implementation of sheet piling affect the project management of the execution of the work of the Costa Verde pier in the city of Lima?, as a general objective: Evaluate the effect of the implementation of sheet piling in the project management of the execution of the work of the Costa Verde pier in the city of Lima, with general hypothesis: The implementation of metal sheet piling positively affects project management in the execution of the work of the Costa Verde pier in the city of Lima, in 2021.

The research method was the scientific method, applied and a descriptive level of research. The population was made up of 255.0 m. unbuilt pier of the Costa Verde beach circuit of the city of Lima. The sample is non-probabilistic of the intentional type, made up of the most critical María Reiche sector of 55.0 m. from the Costa Verde pier in the city of Lima.

The principal conclusion is the implementation of metal sheet piling positively affects project management in the execution of the work on the Costa Verde pier, demonstrating that metal sheet piling has more efficient construction characteristics.

Keywords: Sheet piling, project management, pier.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación titulada “El tablestacado en la gestión de proyectos de la ejecución de la obra del malecón Costa Verde, ciudad de Lima”, se basa en evaluar el efecto de la implementación del tablestacado considerando la metodología del triángulo de hierro para una buena gestión de proyectos. Esta propuesta busca mantener un equilibrio constante entre las tres restricciones del alcance, tiempo y costos de este tipo de material de construcción, por ello, se evaluó cual tablestacado presenta las mejores soluciones prácticas, duraderas y seguras en la problemática encontrada del malecón de la Costa Verde.

Para el adecuado desarrollo de esta investigación, se ha estructurado en 5 capítulos, que se describen de la siguiente manera:

Capítulo I: Problema de la investigación: En este capítulo se describió el planteamiento del problema, formulación del problema, justificación, delimitaciones, limitaciones y objetivos

Capítulo II: Marco teórico: En este capítulo se desarrollaron los antecedentes, marco conceptual, definición de términos, hipótesis y variables.

Capítulo III: Metodología de la investigación: Aquí se desarrolló el método de investigación, tipo, nivel y diseño de investigación, población, muestra, técnicas e instrumentos de recopilación de datos, técnicas y análisis de datos.

Capítulo IV: Resultados: se desarrollaron los resultados del tablestacado en la gestión de proyectos de la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima.

Capítulo V: Discusión de resultados: En este acápite se muestra las discusiones de los resultados obtenidos en la investigación.

Finalmente, se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias, bibliografías y anexos de la presente investigación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planeamiento del Problema

La erosión es la principal causa en la pérdida de playas siendo un proceso generalizado a lo largo de todo el litoral costero, aunque también es cierto que la erosión no lo hace de forma homogénea en el tiempo, sino que depende de zonas donde existe presencia de infraestructuras, demostrando que las playas son más sensibles ante los procesos erosivos y más aún en secciones donde ha intervenido la mano del hombre. (Fernández, 2017, p.48). En lugares costeros como en Argentina, Brasil, México, Colombia, entre otros países, afecta áreas costeras urbanas y semi urbanas, por ser zonas frágiles del hábitat terrestre comprometidos por la dinámica inherente y la interacción de sus componentes naturales y socio-económicos (Merlotto y Bértola, 2007, p. 144). Por ello, países que posee una extensa costa, se encuentran en constante desarrollo de construcciones que aseguren las zonas costeras. La ingeniería desempeña un papel crucial al garantizar la seguridad y eficiencia de estas obras, por ello las tablestacas han sido fundamentales para la contención del terreno, a pesar que no se encuentra establecido una normativa específica al respecto. Esto impulsa a los ingenieros civiles a buscar y adaptar normas de otros países, considerando las diferencias en

los criterios de diseño según las características locales (Henriquez, 2010, p. 13)

Las tablestacas constituyen una estructura de contención flexible, definitiva o temporal se utilizan en el sostenimiento lateral del terreno, más aún en presencia de nivel freático, utilizados en la delimitación de espacios, en terrenos con desniveles, ofreciendo ventajas frente a otros sistemas de contención tradicionales (como muros pantalla,) teniendo mayor eficiencia de rendimientos en la ejecución de su obra y un mejor acabado que los elementos de concreto. (Molina, 2017, p. 12)

El malecón de la Costa Verde, es una vía ubicada en la ciudad de Lima, capital del Perú recorriendo los distritos de San Miguel, Magdalena, San Isidro, Miraflores, Barranco y Chorrillos, el malecón es considerado como el mayor espacio público y de vocación para recreación pasiva y activa de la ciudad de Lima, que gradualmente viene acopiando áreas de relleno, infraestructura, equipamientos públicos y privados, que van intensificando las actividades recreativas y deportivas (Vera, 2016, p. 5).

El malecón de la costa verde cuenta con tramos discontinuos e inconexos, algunos trabajos de malecón han sido erosionados, y actualmente están aún incompletos o en condiciones precarias para la circulación de peatones, ciclistas y deportistas en general, que exponen su seguridad al uso recreativo del litoral, circulando inclusive por las bermas de las pistas, generando una situación crítica de inseguridad en la circulación que debe ser atendida (Vera, 2016, p. 13).

La Costa Verde es de aproximadamente 12.8km, en el tramo del distrito de Miraflores existe tres sectores inconclusos ubicado en las progresivas 05+070 a la 05+125 (sector María Reiche); de la progresiva 06+830 a la 06+965 (sector Waikiki); de la progresiva 07+450 a la 07+515 (sector Rosa Náutica), sumando

una longitud total crítica de 255m (ver anexo 05) (Vera, 2016, p. 19-20).

El sector María Reiche ubicado en las progresiva 05+070 a la 05+125, es importante debido que es el punto de conexión con el ingreso y salida con la parte alta de los acantilados convirtiéndose en el único medio de escape en 2km a la redonda, es considerado como el sector más crítico por su vital importancia como ruta de escape en caso de desastre natural (ver anexo 05) (Vera, 2016, p. 166).

Con el avance de la tecnología y el desarrollo de proyectos, han surgido metodologías que simplifican la gestión de proyectos al establecer un marco y estándares que incluyen diversas herramientas y prácticas recomendadas que todo gestor de proyectos debe dominar y utilizar (Gonzales y Suarez, 2017, p. 10). No obstante, a pesar del notable avance en la gestión de proyectos, investigaciones realizadas por Juan José Miranda revelan que algunos proyectos requieren más tiempo del planificado, que consumen más recursos financieros que resultan en perjuicios y frustración para la población, manifestados en aumentos significativos en los costos de construcción (Miranda, 2006 citado por Gonzales y Suarez, 2017, p. 11).

Por lo tanto, la presente investigación, se basa en evaluar el efecto de la implementación del tablestacado en la gestión de proyectos de la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima, para lo cual, se consideró el triángulo de hierro como una metodología de trabajo que permitió determinar el alcance del proyecto formulando un esquema constructivo a ejecutar dentro de tiempo y costo de construcción, donde los resultados de la implementación del tablestacado metálico afecta positivamente la gestión de proyectos en la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

- ¿En qué medida la implementación del tablestacado afecta la gestión de proyectos de la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál es el efecto del tablestacado en el alcance de la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima?
- ¿De qué manera afecta el tablestacado en el tiempo de la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima?
- ¿Qué efecto produce el tablestacado en los costos de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima?

1.3. Justificación

1.3.1. Social o práctica

Según Bernal considera que una investigación tiene justificación práctica cuando su desarrollo ayuda resolver un problema o al menos sugiere estrategias cuya implementación contribuirá a su resolución (Bernal, 2016, p. 106).

La presente investigación aporta información práctica para resolver y/o mitigar problemas de erosión de suelos y optimizar la construcción en espacios reducidos mediante el uso del tablestacado, a fin de obtener soluciones prácticas, duraderas y seguras en beneficio de los usuarios del malecón de la Costa Verde.

1.3.2. Científica o teórica

Según Bernal se entiende que una investigación tiene una justificación teórica cuando su objetivo es fomentar la reflexión y el debate académico sobre el conocimiento actual, cuestionar una teoría, comparar resultados o realizar un análisis epistemológico del conocimiento establecido (Bernal, 2016, p. 106).

En ese sentido, la presente investigación proporciona información teórica del tablestacado las mejoras que podrían conllevar el uso del tablestacado en este proyecto, teniendo en cuenta la normatividad peruana y la teoría existente respecto a este tema.

1.3.3. Metodológica

Para Bernal considera la justificación metodológica de una investigación se evidencia cuando el proyecto propuesto introduce un nuevo enfoque o estrategia con el objetivo de generar conocimiento válido y confiable (Bernal, 2016, p. 107).

Por lo tanto, la presente investigación propone una metodología que será útil para cualquier otro investigador que tenga interés en realizar algún estudio similar, el cual podrá ser replicado y adaptado a su realidad.

1.4. Delimitación del Problema

1.4.1. Espacial

La presente investigación se desarrolló en los sectores críticos del malecón de la costa verde del distrito de Miraflores de la ciudad de Lima.

1.4.2. Temporal

El tiempo que se realizó la presente investigación fue desde el mes de abril del 2020 a diciembre 2021, donde se realizó trabajos de recolección y procesamiento de datos correspondientes a la investigación.

1.4.3. Económica

La presente investigación se realizó con recursos propios del investigador.

1.5. Limitaciones

La investigación tuvo limitaciones económicas, por los elevados costos de ensayos y estudios especializados, por ello se tomó los estudios existentes de obra.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto de la implementación del tablestacado en la gestión de proyectos de la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Establecer el efecto del tablestacado en el alcance de la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima.
- Determinar el efecto del tablestacado en el tiempo de la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima.
- Estimar el efecto que produce el tablestacado en los costos de la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Jiménez (2021), presento su tesis titulada: Análisis comparativo de metodologías de cálculo para el diseño de tablestacas de acero, llegó a las siguientes conclusiones: Conforme aumenta la altura de los sistemas tablestacados, su eficiencia disminuye debido a la necesidad de resistir mayores momentos flectores. Por consiguiente, se requiere que las tablestacas tengan secciones transversales más robustas para limitar las deformaciones. El enfoque propuesto por Braja M. Das y el software ProSheet muestra menores momentos flectores para alturas entre 5 y 5.50 metros, lo que beneficia significativamente el diseño al evitar la necesidad de utilizar tablestacas con secciones grandes. Para profundidades de clava entre 5.50 y 6 metros, tanto el método de Braja M. Das como ProSheet ofrecen resultados aceptables, con momentos flectores y profundidades de clava que permiten secciones menos robustas y deformaciones reducidas. Aunque secciones robustas no siempre son desventajosas, ya que, al ser hincadas por golpes, estas estructuras tienden a deformarse fácilmente; por lo

tanto, emplear tablestacas de dimensiones mayores puede prevenir deformaciones significativas en estos elementos (Jiménez, 2021, p. 66).

Correa y Silva (2021), presento su tesis titulada: Diagnóstico de la gestión del alcance, del tiempo y del costo, según las buenas prácticas del PMBOK 6ed, en un proyecto de mejoramiento de vías urbanas en el municipio de El Peñón, Cundinamarca, llegó a las siguientes conclusiones: Tras realizar el diagnóstico del proyecto, se identificó que varios procesos en la gestión del alcance, como la recopilación de requisitos, la definición del alcance, la creación de la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) y la validación del alcance, no se llevaron a cabo. En cuanto a la gestión del tiempo, se observó que no se completaron procesos como la definición y secuenciación de actividades, así como el desarrollo y control del cronograma. Esta falta de cumplimiento afectó la ejecución del proyecto, resultando en retrasos y modificaciones en el alcance durante la fase final. Se evidenció un contraste entre los problemas del proyecto y las buenas prácticas, mostrando que, si se hubieran seguido todas las prácticas recomendadas en la guía del PMBOK 6ta edición para la gestión del alcance, costo y tiempo, muchos problemas podrían haberse evitado y el proyecto habría sido más eficiente. Sin embargo, también se reconoció que incluso con un sólido manejo de buenas prácticas, imprevistos como una pandemia pueden generar retrasos y costos adicionales fuera del control humano (Correa y Silva, 2021, p. 71).

Chacón (2020), presento su tesis titulada: Diseño geotécnico de cuatro obras asociadas a: Cimentaciones profundas hincadas, pantallas de tablestacas ancladas, micro túneles y respuesta dinámica de rellenos de reclamación, llegó a

las siguientes conclusiones: Se determino, analíticamente como numéricamente, se confirmó que la aplicación de medidas de mejoramiento del terreno logra reducir de manera efectiva el riesgo de licuación tanto en el relleno como en la cimentación. Además, se encontró acuerdo en las predicciones de potencial de licuación obtenidas a través de los ensayos SPT y CPT tras el análisis numérico. Las simulaciones numéricas unidimensionales y bidimensionales mostraron coherencia en las zonas identificadas como potencialmente susceptibles a la licuación según las metodologías clásicas basadas en SPT y CPT. Asimismo, se determinó la importancia de llevar a cabo acciones de mejoramiento del terreno para mitigar el riesgo de licuación tanto en el relleno como en la base estructural (Chacón, 2020, p. 445).

Umaña (2018), presento su tesis titulada: Guía para la gestión del alcance, tiempo y costo de los proyectos de Desarrollos Mega, llegaron a las siguientes principales conclusiones: Los equipos organizacionales presenta una baja cultura de seguimiento de los cronogramas, lo que resulta en incumplimientos en los plazos al finalizar los proyectos. Por tanto, es crucial respetar los procesos de gestión del tiempo y combinarlos con una sólida gestión de riesgos en proyectos de construcción. Aunque esta labor puede ser desafiante, garantiza altas probabilidades de cumplir con el cronograma base. En el ámbito de la construcción, la falta de definición del alcance suele afectar los proyectos, por lo que gestionar el alcance de manera estructurada y con herramientas de administración de proyectos ayuda a reducir problemas derivados de ambigüedades presentes en documentos clave como planos, especificaciones técnicas y contratos. La implementación gradual de la guía para la gestión del

alcance, tiempo y costos ha enfrentado cierta resistencia al cambio, considerada manejable al encontrarse dentro de parámetros normales (Umaña, 2018, p. 40).

González y Suárez (2017), presento su tesis titulada: Evaluación de la influencia del PMI sobre la triple restricción de un proyecto de consultoría de infraestructura: caso de estudio basado en diseños de obras civiles para servicio público domiciliario en Bogotá, llegaron a las siguientes principales conclusiones: Tras la aplicación de la Metodología G.P.P. en Colombia, el alcance del proyecto en el caso de estudio no se vio afectado, ya que todos los productos contratados fueron entregados conforme a lo establecido en el alcance. Para la Organización, este aspecto se considera fundamental para el éxito del proyecto, cumpliendo con los plazos y costos acordados en el momento de la firma del contrato. Además, la herramienta de valor ganado desempeñó un papel crucial en la estimación del costo final del entregable (EAC), lo que permitió tomar las medidas necesarias para asegurar que algunos entregables se completaran dentro de los plazos y costos inicialmente planificados. En caso de que se presentara una desviación presupuestaria igual o superior al 5%, se procedió a implementar un control de cambios para abordar dicho impacto (González y Suárez, 2017, p. 93).

Según Rojo (2016), presento su tesis titulada: Estudios de sistemas de sostenimiento de suelo en excavaciones en edificios, tuvo como objetivo: Realizar un estudio detallado de los procesos constructivos utilizados en los sistemas de sostenimiento de excavaciones en edificios. Llegando a las siguientes principales conclusiones: las Pilas de hormigón armado son el sistema de entibación o socialzado más comúnmente empleado, siendo excavadas manualmente por los

trabajadores. A pesar de los avances tecnológicos en maquinarias y materiales mencionados en el capítulo 3, se aconseja elegir un método de sostenimiento que garantice la seguridad de los trabajadores, incluso si implica mayores costos. Además, la elección del sistema de contención dependerá de las condiciones específicas del proyecto, el presupuesto disponible, el plazo de ejecución y si forma parte o no de la subestructura. Para situaciones donde hay presencia de agua durante la excavación, se pueden considerar sistemas como el Muro Pantalla, Muro Colgado, Pantalla de Pilas y Pilotes secantes y tangentes, así como Tablestacados. Por otro lado, en casos donde no se puede trabajar con presencia de agua, se deben evitar el Muro Berlínés, Muro Soil Nailing y la Pantalla de Pilas y Pilotes discontinua. En términos de limitación de espacio, la Pantalla de Pilas se destaca como un método conveniente al no requerir maquinaria especializada para su implementación (Rojo, 2016, p. 154).

2.1.2. Antecedentes nacionales

Según Cespedes y Laban (2021), presento su tesis titulada: Comparación técnica entre el uso de tablestacas de concreto armado y acero como estructuras de defensa ribereñas en el río Piura. Llegando a concluir lo siguiente: Según la investigación realizada, se encontró que la holgura en una tablestaca de concreto armado es de 0.05 cm, mientras que en una de acero es de 0.02 cm, lo que indica que la separación entre cada tablestaca varía en función del tipo utilizado. Se identificaron tres procesos para hincar tanto una tablestaca de concreto como una de acero: Presentación, Pre-Hincado y Rehincado, siendo notable la diferencia en la instalación de la plantilla metálica entre ambos tipos. Donde se concluyó: Se determino el costo para hincar una tablestaca de acero es superior al de una de

concreto armado, así como los tiempos necesarios para llevar a cabo el hincado, siendo mayores en el caso de las tablestacas de acero en comparación con las de concreto armado. Por último, se concluyó que resulta más sencillo, económico y rápido hincar una tablestaca de concreto armado en comparación con una de acero (Cespedes y Laban, 2021, p. 51).

Según Pariona y Vilcahuaman (2020), presento su tesis titulada: Implementación de la gestión de proyectos bajo el enfoque del PMBOK para mejorar el desempeño de los proyectos de inversión pública en la municipalidad distrital Mariscal Cáceres - Huancavelica - 2019. Llegando a obtener el resultado: Al emplear los indicadores de Gestión de Proyectos recomendados por el PMBOK, especialmente el SPI y el CPI, para llevar a cabo el monitoreo y control de un proyecto en ejecución, se logró mantener el proyecto en línea con lo planificado. Esto fue posible gracias a la adopción de medidas oportunas durante el desarrollo del proyecto para mantener estos indicadores dentro de los rangos aceptables. Se buscó que tanto el SPI como el CPI del proyecto se mantuvieran alrededor de 1.00, lo que indica que el proyecto avanza según lo programado en términos de tiempo y costo. En conclusión: Los proyectos de inversión pública realizados en la Municipalidad Distrital de Mariscal Cáceres - Huancavelica - durante el año 2019, bajo la aplicación de la metodología PMBOK, se obtuvieron resultados que respaldan su eficacia como una opción altamente beneficiosa para la ejecución de proyectos. Esta metodología se destaca por su integralidad y la posibilidad de realizar seguimientos y ajustes según sea necesario, permitiendo a los responsables tener un conocimiento preciso del avance real del proyecto a través de indicadores clave. Esto facilita la toma de decisiones antes de que puedan

afectar negativamente al proyecto, donde la gestión de proyectos bajo el enfoque PMBOK ha influido positivamente en el rendimiento de los proyectos de inversión pública en la Municipalidad Distrital de Mariscal Cáceres (Pariona y Vilcahuaman, 2020, p. 129).

Según Cépeda (2020), presento su tesis titulada: Análisis comparativo de cimentación profunda de un centro comercial con pilotes excavados y micropilotes, fija como objetivo general: Identificar el tipo de cimentación profunda más favorable en un centro comercial en la ciudad de Tumbes a través de una comparación técnica, económica y de tiempos de ejecución de dos opciones planteadas de cimentaciones profundas: pilotes excavados y micropilotes. Llegando a obtener el resultado: Se requiere un menor número de perforaciones para una zapata con pilotes excavados debido a su mayor capacidad de carga individual en comparación con la capacidad de carga individual de los micropilotes. En cuanto a la comparación económica, esta se basará en los análisis de precios unitarios para ambos tipos de cimentaciones: pilotes pre excavados y micropilotes, así como no incluyen los costos de movilización y desmovilización de maquinaria. Además, que los rendimientos asignados a cada partida y subpartida para la ejecución de pilotes pre excavados y micropilotes. En conclusión: Al realizar un análisis comparativo entre las dos soluciones de cimentación profunda para una zapata en un suelo con estratos cohesivos (arcillas limosas de alta plasticidad) y estratos granulares (arena limosa), se determinó que la opción con pilotes excavados resultó ser la más eficiente tanto en términos económicos como en plazo de ejecución. Se logró un ahorro del 61.6% en el costo

directo y una reducción del 30.8% en el tiempo de ejecución en comparación con la alternativa de micropilotes (Cépeda, 2020, p.76-77).

Prudencio y Unda (2019), presento su tesis titulada: Optimización de la Gestión del Alcance para mitigar los cambios en edificaciones, fija como objetivo general: Desarrollar y proponer un procedimiento que estandarice y retroalimente la gestión del alcance a fin de reducir los cambios y mitigar su impacto en el costo de los proyectos inmobiliarios en Lima. Donde se concluye: Al identificar 9 diferentes causas de Órdenes de Cambio y Adicionales de Servicio (OCAS) para su análisis, se observaron factores como la falta de detalles o errores por parte del proyectista, complementos al diseño, omisiones en el diseño, solicitudes del cliente, nuevos alcances, impacto ambiental, condiciones del sitio, incompatibilidad de planos, factores externos y errores por parte del contratista. Dentro de esta clasificación, se excluyeron las causas relacionadas con factores externos debido a que sus medidas de control estaban fuera del alcance de la investigación, y los errores del contratista porque los problemas en el proceso constructivo o en la elaboración de presupuestos son responsabilidad directa de la empresa constructora. Las causas que más influyen en el costo total de los adicionales en los tres proyectos son las omisiones en el diseño, los complementos al diseño y los nuevos alcances (Prudencio y Unda, 2019, p. 93).

Según Tapullima (2018), presento su tesis titulada: Influencia de la metodología del Project Management Institute en el éxito de la gerencia de proyectos de la empresa Genesis E.I.R.L. 2018, Llegando a obtener el resultado: Al buscar la optimización de costos y la mejora en la satisfacción del cliente a

través de una adecuada planificación del proyecto y cumpliendo con los plazos establecidos, se pudo observar un impacto positivo en la empresa tras la implementación de la metodología PMI. Tras evaluar los resultados, se evidenció un aumento del 40% en el cumplimiento de los requisitos del proyecto, una reducción del 35.23% en el tiempo de ejecución, una disminución del 20.59% en los costos y un incremento del 28.88% en la gestión de calidad. Se llegó a la conclusión: La aplicación de la metodología PMI conduce al éxito en la gestión de proyectos, generando beneficios económicos para la empresa y mejorando su rentabilidad (Tapullima, 2018, p. 40).

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Estructuras de contención de tierras

Son estructuras de contención que requieren contrarrestar fuerzas laterales, estas estructuras son flexibles y experimentan deformaciones significativas que afectan la intensidad y distribución de las fuerzas laterales. En casos donde se requiere enterrar una longitud considerable para contrarrestar estas fuerzas, se pueden utilizar múltiples niveles de soporte con anclajes (Yepes, 2016, p. 89).

En ingeniería civil, es fundamental gestionar adecuadamente los suelos y las presiones que la tierra puede ejercer sobre las estructuras. La interacción entre una estructura y el suelo se conoce como tensión, y para contrarrestar estas fuerzas, se emplean elementos de retención. Estos elementos se dividen en elementos rígidos, como muros de contención contruidos con materiales como mampostería, concreto simple o reforzado, que resisten las cargas por gravedad de manera permanente; y los elementos flexibles, como las tablestacas de acero utilizadas temporalmente durante la construcción de una obra. Además, se

incluyen ademes de madera o metálicos que se emplean en excavaciones y cortes (Trejo, 2019, p. 3).

2.2.2. Tablestacas

- Definición de tablestacas

Una tablestaca es una pieza prefabricada larga y estrecha, con una sección transversal constante y extremos equipados con juntas para conectarlas con otras tablestacas similares. Estas pueden ser de acero, hormigón o madera. Aunque las tablestacas pueden tener un carácter provisional o permanente en una obra, existen diseños y formas diferentes para diferentes funciones. Cuando varias tablestacas se unen, forman un Tablestacado, que es una pantalla compuesta por múltiples tablestacas unidas durante el proceso constructivo (Rojo, 2016, p. 70).

Las tablestacas son elementos largos y planos, hechos de madera, acero o concreto reforzado o presforzado, que se introducen en el suelo y se unen para formar cortinas planas o cilíndricas. Su propósito es resistir fuerzas transversales de empuje y se utilizan comúnmente en la construcción de muelles, muros de contención y excavaciones. Inicialmente de madera, evolucionaron hacia el acero y el concreto. Las tablestacas de concreto ofrecen ventajas sobre los muros de contención de concreto, como menor costo, mayor resistencia y facilidad de instalación (Trejo, 2019, p. 16):

- ✓ Reducción de tiempos de construcción
- ✓ Facilidad de impermeabilización
- ✓ Mejor control de calidad y acabado.
- ✓ Soluciones estructurales más sencillas

- **Clasificación según el tipo del tablestacado:**

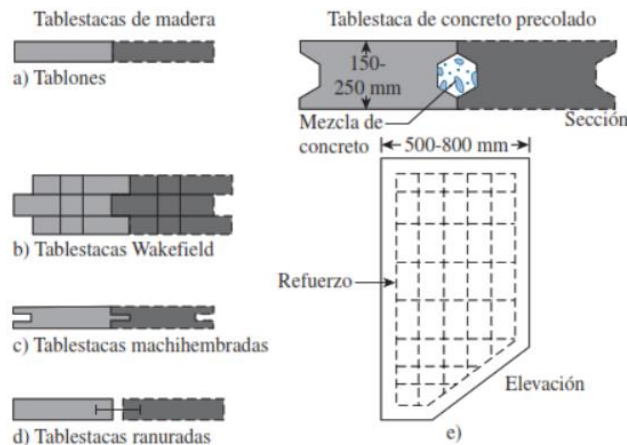


Figura 1. Tablestacas de madera y de concreto. Tomada de «Fundamentos de ingeniería de cimentaciones», por Braja, 2011, p. 438.

- **Tablestaca de madera**

Las tablestacas de madera se emplean únicamente para estructuras temporales ligeras por encima del nivel freático. Las tablestacas de madera se utilizan principalmente para estructuras temporales ligeras sobre el nivel freático. Los tipos más comunes incluyen tablones estándar de madera y tablestacas Wakefield. Los tablones de madera se hincan borde con borde con una sección transversal de aproximadamente 50 x 300 mm. Las tablestacas Wakefield se forman al unir tres tablones, con el intermedio desplazado entre 50 y 75 mm. Además, es posible cepillar los tablones de madera para crear tablestacas machihembradas (Chacón, 2020, p. 127).

Las tablestacas de madera miden entre 8 a 15 cm de espesor y de 25 a 35 cm de anchura, su hincia requiere colocar una punta metálica para proteger del golpeo, las tablestacas de madera se refuerzan con pilotes y vigas de madera continuas reforzadas con grapas de acero que eleva la rigidez e impermeabilización del tablestacado. No obstante, los desafíos radican en su

deformabilidad, la complicación al hincarlas, su limitada longitud, y las características de resistencia y durabilidad de la madera, lo que hace que este material sea poco común en aplicaciones de soporte estructural y contención de aguas marinas (Trejo, 2019, p.21).

- **Tablestacas de concreto**

Las tablestacas de concreto son estructuras robustas diseñadas para resistir esfuerzos permanentes del suelo, agua, carga viva y carga muerta. En términos de sección transversal, estas tablestacas suelen tener un ancho que oscila entre 500 y 800 mm y un espesor de 150 a 250 mm (Chacón, 2020, p. 127).

Las alternativas de tablestacas de concreto armado destacan por su durabilidad, aunque como desventaja, su considerable peso dificulta su manipulación e hincado. Además, debido a las propiedades del material, tienden a tener dimensiones más grandes, con espesores que varían entre 150 a 300 mm (Trejo, 2019, p.21).

En el proceso de hincado, se resguarda la punta con azuche para prevenir daños o deterioro al hormigón y así proteger la cabeza de posibles fisuras y roturas al ser golpeada durante el hincado, además cada tablestaca cuenta con un biselado en dirección al avance para facilitar el cierre de las juntas, lo que evita tensiones locales significativas, esta técnica combinada con la presión del suelo, permite ajustar cada tablestaca con la anterior de manera efectiva (Rojo, 2016, p. 59).

- **Tablestacas de acero**

Las tablestacas de acero presentan un espesor entre 10 a 13 mm, donde las secciones de las tablestacas tienen forma variante como Z o de arco profundo, de

arco bajo o de alma recta. Las interconexiones de las secciones de las tablestacas son machihembradas o de rótula de fábrica, para elevar las conexiones herméticas (Braja, 2011, p. 438).

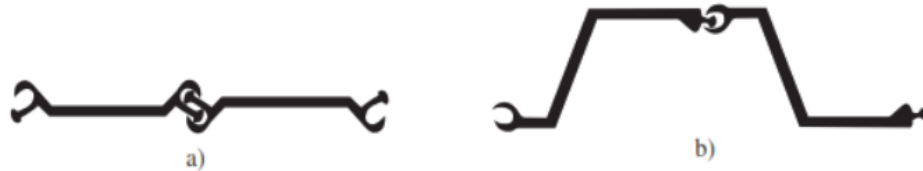


Figura 2. Diagrama esquemático de la interconexión entre tablestacas. a) Conexión tipo machihembrada entre dos tablestacas; b) conexión tipo rótula entre dos tablestacas. Tomada de «Fundamentos de ingeniería de cimentaciones», por Braja, 2011, p. 439.

Las tablestacas de acero se componen de perfiles de acero laminado con secciones delgadas y diversas formas, con una resistencia a la tracción superior a 340 MPa. Comparadas con las tablestacas de madera y hormigón, tienen una sección más pequeña y una mayor resistencia. Además, cuentan con juntas lo suficientemente impermeables, lo que facilita su instalación y permite su reutilización (Yepes, 2016, p.146-147).

Las tablestacas de acero ofrecen una resistencia significativa que facilita su hincado, reduciendo eficazmente la deformación por pandeo. Son menos invasivas, lo que simplifica las tareas, proporciona una mejor impermeabilización, acorta los tiempos de construcción, facilita el control de calidad y la inspección. Estas características estructurales, técnicas y de durabilidad representan una solución interesante, eficiente y económica para abordar los desafíos en proyectos de ingeniería civil. No obstante, es necesario implementar medidas de protección y mantenimiento contra la corrosión (Trejo, 2019, p. 21).

Las tablestacas de acero en perfiles en Z presentan dos características que las diferencian de otros tipos de muros. La primera es la continuidad del alma, lo que significa que el alma del perfil es contigua y no se interrumpe. La segunda es la ubicación simétrica de las conexiones respecto al eje neutro, lo que significa que las conexiones están distribuidas de manera equilibrada a ambos lados del eje neutro. Ambas características tienen un efecto positivo en el módulo resistente, lo que significa que son más resistentes a la carga y a la deformación (ArcelorMittal, 2019, p. 8).



Figura 3. Sección de tablestaca doble tipo Z. Tomada de «Tablestacas de acero catálogo general 2019», por ArcelorMittal, 2019, p. 15.

Frente a la cuestión prácticamente obvia de la corrosión en obras portuarias, es común emplear aceros marítimos como el ASTM A690 o, en ocasiones, aceros de aleación especial desarrollados por los propios fabricantes, como el acero AMLOCOR de ArcelorMittal. Además de estas opciones, se utilizan diversas estrategias de protección superficial, como el galvanizado por inmersión en caliente recomendado por algunos contratistas, así como otras soluciones protectoras que pueden variar según la exposición a la que se enfrenten los elementos (como la zona de salpicadura del agua, inmersión permanente, calidad y tipo de agua y suelo, entre otros factores). En este contexto, es común considerar el cálculo de la pérdida de espesor en relación con la durabilidad

esperada y especificar tablestacas con un espesor adicional como medida preventiva (Trejo, 2019, p. 22).

Tabla 1. Valores para pérdida de espesor por corrosión en pilotes y tablestacas.

Vida Útil (años)	PERDIDA DE ACERO (mm)				
	5 años	25 años	50 años	75 años	100 años
Agua dulce (ricos, otros)	0.15mm	0.55mm	0.90mm	1.15mm	1.40mm
Agua dulce contaminada (efluente industrial)	0.30mm	1.30mm	2.30mm	3.30mm	4.30mm
Agua de mar (Zona de salpicaduras)	0.55mm	1.90mm	3.75mm	5.60mm	7.50mm
Agua de mar (Inmersión permanente en zona de marea)	0.25mm	0.90mm	1.75mm	2.60mm	3.50mm

Fuente: Tomada de European Committee for Standardization, EN 1993-5:2007, 2007, p. 30.

El cumplimiento de la normativa europea en la fabricación de este tipo de tablestacas de acero, permite relacionar entre la pérdida de acero y la ubicación del lugar donde se va instalar.

- **Clasificación según el mecanismo de sostenimiento de tablestacas**

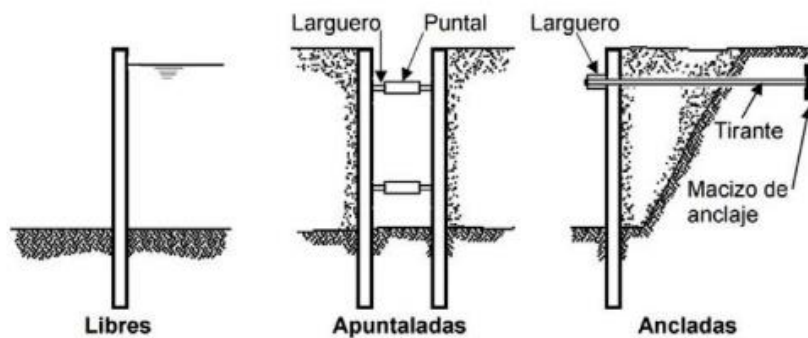


Figura 4. Sistemas de tablestacas según su sostenimiento frente a los empujes. Tomada de «Procedimientos de construcción de cimentaciones y estructuras de contención.», por Yepes, 2016, p. 148.

- **Tablestacado libre / en voladizo**

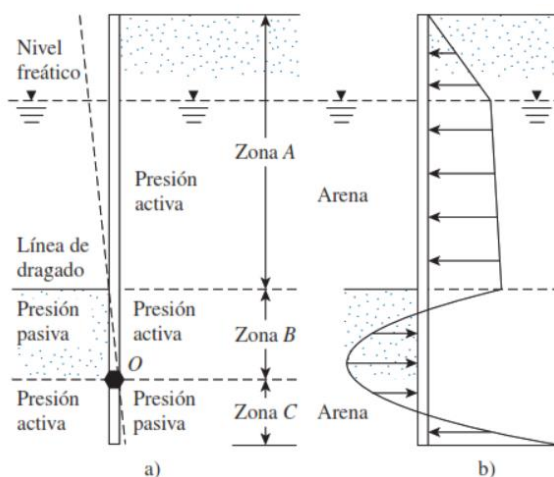


Figura 5. Presiones en tablestacado en voladizo. Tomada de «Fundamentos de ingeniería de cimentaciones», por Braja, 2011, p. 443.

Los muros de tablestacas en voladizo son recomendados para alturas moderadas de aproximadamente 6 m o menos, medidas desde la línea de dragado. En este tipo de muros, las tablestacas funcionan como vigas anchas en voladizo por encima de la línea de dragado. Los principios fundamentales para calcular la distribución de la presión lateral neta en un muro de tablestacas en voladizo se pueden ilustrar con la ayuda de una figura. En dicha representación, se observa cómo se produce la cedencia lateral de un muro en voladizo que penetra un estrato de arena debajo de la línea de dragado. El muro gira alrededor del punto O. Dado que las presiones hidrostáticas a diferentes profundidades en ambos lados del muro se equilibran mutuamente, solo se consideran las presiones laterales efectivas del suelo. En la zona A, la presión lateral corresponde a la presión activa del lado terrestre. En la zona B, debido a la cedencia del muro, se generará una presión activa desde el lado terrestre y una presión pasiva desde el lado acuático. Esta condición se invierte en la zona C, es decir, debajo del punto de rotación O. La distribución de la presión neta real sobre el muro es como la que se muestra en la figura (Braja, 2011, p. 442).

- **Tablestacado arriostrado o apuntalado**

Se trata de una estructura compuesta por una pantalla de tablestacas reforzada con perfiles y codales, o con marcos soldados en el lugar. En situaciones donde la profundidad de la excavación, el tipo de suelo o las cargas adicionales impiden que la pantalla funcione en voladizo, es posible reforzarla con arriostramientos en uno o varios niveles (Trejo, 2019, p. 18).

El tablestacado apuntalado es comúnmente utilizado en estructuras temporales y las aplicaciones principales se tiene en excavaciones profundas para estructuras, zanjas, tuberías y alcantarillas.

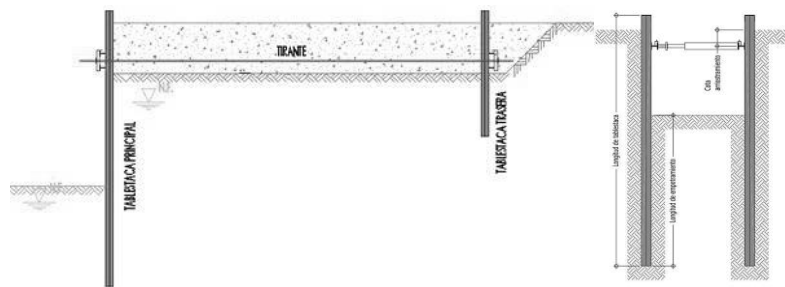


Figura 6. Tablestacado arriostrado o apuntalado. Tomada de «Fundamentos de ingeniería de cimentaciones», por Trejo, 2019, p. 18.

- **Tablestacado anclado**

Esta técnica implica fijar el muro cerca de su parte superior a placas, muros o pilotes de anclaje, lo que disminuye los costos al minimizar la profundidad de penetración necesaria, disminuye la sección transversal y el peso de las tablestacas durante la construcción del muro (Braja, 2011, p. 460).

Las anclas se vinculan entre las tablestacas mediante placas y vigas de anclaje, utilizando tirantes que se conectan a una viga carrera colocada en la parte frontal o posterior. Estos tirantes, ya sean barras o cables, se instalan en agujeros

previamente perforados. Estos componentes están fabricados con acero de alta resistencia y, para prevenir la corrosión, se aplican recubrimientos de pintura o materiales asfálticos (Trejo, 2019, p. 19).

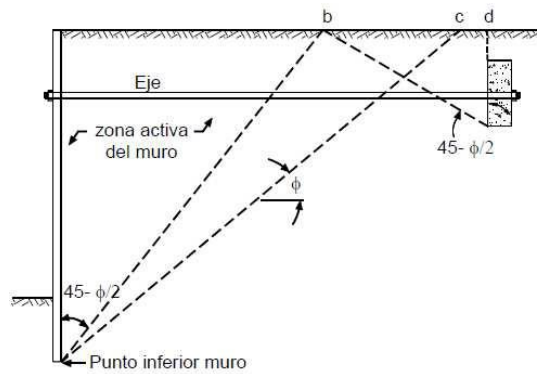


Figura 7. Tablestacado anclado. Tomada de «Fundamentos de ingeniería de cimentaciones», por Trejo, 2019, p. 19.

Tabla 2. Características técnicas de los tablestacados según su material de construcción.

TABLESTACADO	MADERA	CONCRETO	METÁLICO
- Características	<ul style="list-style-type: none"> • No Soporta cargas estructurales • Estructuras temporales • Para estructuras sobre el nivel freático • Estanqueidad regular (acabado machimbrado) • Baja adaptabilidad por sus conexiones • Suelos granulares y finos 	<ul style="list-style-type: none"> • Soportar cargas estructurales • Estructuras permanentes • Soporta nivel freático • Estanqueidad elevada (concreto fluidificado) • Regular adaptabilidad por sus conexiones • Suelos granulares y finos 	<ul style="list-style-type: none"> • Soportar cargas estructurales • Estructuras livianas • Estructuras permanentes y removible • Soporta nivel freático • Estanqueidad muy elevada por sus juntas • Alta adaptabilidad por sus conexiones • Suelos granulares y finos
- Sección	<ul style="list-style-type: none"> • Desde 30cmx5cm • Hasta 30cm x 10cm 	<ul style="list-style-type: none"> • Desde 75cmx15cm • Hasta 120cm x 30cm 	<ul style="list-style-type: none"> • Desde 90cmx35cm • Hasta 150cm x 50cm • Espesor de 8.5 a 18 mm
- Tamaño	<ul style="list-style-type: none"> • ≤ 3.00 m 	<ul style="list-style-type: none"> • ≤ 15.00 m 	<ul style="list-style-type: none"> • ≤ 27.00 m
- Flexibilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Media 	<ul style="list-style-type: none"> • Baja 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta
- Resistencia a la flexión.	<ul style="list-style-type: none"> • Baja (depende del tipo de madera) 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta (depende del tamaño y resistencia de f'c) 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta (depende del espesor y tamaño)

- Instalación	<ul style="list-style-type: none"> • Excavación • Impacto 	<ul style="list-style-type: none"> • Vibro hincado • Pre - excavación 	<ul style="list-style-type: none"> • Vibro hincado • Impacto • Pre - excavación
- Durabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • 3-5 años (requiere mantenimiento continuo para extender su vida útil) 	<ul style="list-style-type: none"> • 30 años (requiere mantenimiento continuo para extender su vida útil) 	<ul style="list-style-type: none"> • 50 años (no requiere mantenimiento continuo para extender su vida útil)
- Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> • No apto para estratos por grava o cantos rodados • Para estructuras en presencia de nivel freático • Estructuras complementarias de protección 	<ul style="list-style-type: none"> • Baja maniobrabilidad • Riesgo de dañar al material • Requiere interferencia con el suelo • Estructuras complementarias de protección 	<ul style="list-style-type: none"> • Corrosión • Disturbios de sonido • Las vibraciones pueden causar asentamientos • Estructuras complementarias de protección • Problemas de instalación en rocas

- **Uso de tablestacado en Perú y Sur América**

A continuación, se muestra algunos ejemplos del uso del tablestacado en obras de construcción en Perú y Sur América

- ✓ Protección margen derecho Río Madre de Dios - Pto Maldonado – Perú:
 - Hincado de 291 tablestacas AZ26-700
 - Hincado 22 estacas AZ40-700
 - Hincado 29 estacas AZ20-700.
- ✓ Muelle para terminal de Curaray, Lote 67, Loreto-Perú:
 - 100 m. de pantalla de tablestacas SZL 39-2, L=25.00m.
 - 100 m. de pantalla de tablestacas SZL 24-1, L=9.00m.
 - Vigas de retención HW300x305x15x15 a lo largo de cada pantalla de tablestacas.
 - Conectores para arriostamiento cada 2.80m.
- ✓ Mejoramiento del servicio de protección contra inundaciones de la ciudad de Piura y Castilla entre el puente Caceres y puente Integración de la margen:
 - Tablestacas de concreto armado L=4.00 en 450 ml
- ✓ Tablestacado represa Checras, Churin Provincia de Oyon, Lima:

- Hincado 213 tablestacas metálicas L= 15.00 en 290 ml
- ✓ Reparación muelle marginal puerto Bellavista Nueva pantalla con tablestaca de acero, Abocol Cartagena – Colombia:
 - Hincado 153 tablestacas metálicas L= 18.50 en 210 m de muelle
 - 31 tensores de acero
 - 19 tablestacas de concreto armado
- ✓ Muelle marginal Port magdalena, Barranquilla – Colombia:
 - 183m de tablestacado (tipo de tablestaca SLZ 28-2, L=15m.).
- ✓ Construcción de la planta desalinizadora de Provisur para redes de agua para distritos del sur: San Bartolo, Santa María, Punta Negra y Punta Hermosa:
 - 200m de tablestacado (tablestaca Z 19, L=13m.) como entibado.

2.2.3. Análisis de la Presión del suelo

La presión de suelo se produce como tensión en la interfaz entre una estructura y una masa de tierra. Para el diseño adecuado de un tablestacado, es necesario estimar la presión lateral del suelo. Se utilizó la teoría de Coulomb para conocer las presiones laterales de una porción de suelo (Henriquez, 2010, p. 7)

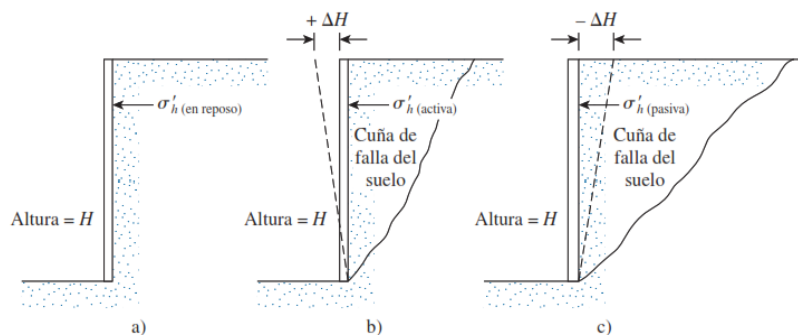


Figura 8. Naturaleza de la presión lateral de tierra sobre un muro de retención, a) Presión en reposo de tierra, b) presión activa de tierra, c) presión pasiva de tierra. Tomada de «Fundamentos de ingeniería de cimentaciones», por Braja, 2011, p. 324.

- Presión lateral en reposo de tierra

Para una masa de suelo contenida por un muro, un elemento de suelo localizado a una profundidad z , está sometido a presiones efectivas vertical y horizontal de σ'_o y σ'_h respectivamente. Si la estructura es estática, no se mueve ni a la derecha y ni hacia arriba o debajo de su posición inicial, la masa de suelo está en equilibrio estático; es decir, la deformación unitaria horizontal es cero, la relación del esfuerzo efectivo horizontal respecto al vertical se llama coeficiente de presión de tierra en reposo, K_o (Henriquez, 2010, p. 8).

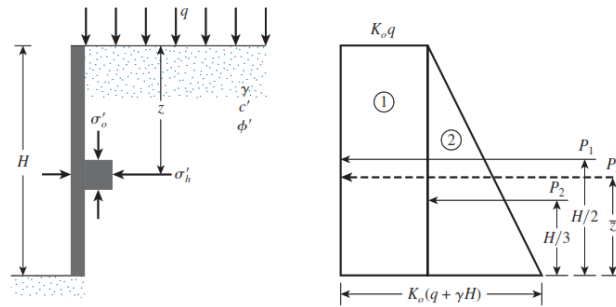


Figura 9. Presión en reposo de tierra. Tomada de «Fundamentos de ingeniería de cimentaciones», por Braja, 2011, p. 325.

El empuje en reposo está definido por la siguiente ecuación:

$$P_0 = \frac{1}{2} K_0 H^2 \tag{Ecuación 1.1}$$

K_0 =Coeficiente de presión en reposo.

$$K_0 = \frac{\sigma'_h}{\sigma'_v} \tag{Ecuación 1.2}$$

Donde:

σ'_h =presión efectiva horizontal.

σ'_v = presión efectiva vertical.

El coeficiente para suelos granulares consolidado:

$$K_0 = 1 - \sin\phi \quad \text{Ecuación 1.3}$$

Se presenta la ecuación para suelos granulares de grano fino:

$$K_0 = 0.95 - \sin\phi \quad \text{Ecuación 1.4}$$

La resistencia cortante del suelo es:

$$s = c' + \sigma' \tan\phi' \quad \text{Ecuación 1.5}$$

Donde:

c' = cohesión

ϕ' = ángulo de fricción efectivo

σ' = esfuerzo normal efectivo

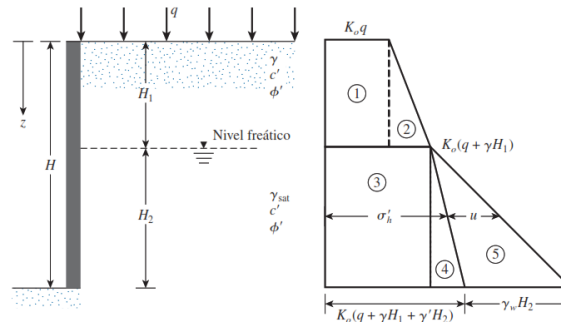


Figura 10. Presión en reposo de tierra con nivel freático. Tomada de «Fundamentos de ingeniería de cimentaciones», por Braja, 2011, p. 327.

El empuje en reposo está definido por la siguiente ecuación:

$$P_0 = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 \quad \text{Ecuación 1.6}$$

Por tanto,

$$\text{Ecuación 1.7}$$

$$P_0 = K_0 q H_1 + \frac{1}{2} K_0 \gamma H_1^2 + K_0 (q + \gamma H_1) H_2 + \frac{1}{2} K_0 \gamma' H_2^2 + \frac{1}{2} \gamma_w H_2^2$$

Donde la línea de acción de la fuerza resultante, se obtiene de

$$\bar{z} = \frac{P_1 \left(\frac{H}{2}\right) + P_2 \left(\frac{H}{3}\right)}{P_0} \quad \text{Ecuación 1.8}$$

- **Cálculo de presión de tierra por Rankine**

La condición en reposo, donde las paredes no ceden, pero si una pared tiene tendencia a separarse del suelo, las presiones en el suelo cambian para tomar otras condiciones, lo cual se basa la presente teoría de Rankine con conjeturas de las condiciones del suelo estando en equilibrio plástico (Henriquez, 2010, p. 9)

- Presión activa de Rankine

Esta relación se debe a la disminución de la tensión horizontal que se produce cuando el muro se mueve, y esta tensión varía tanto que alcanza la condición de falla del suelo, formando un estado de equilibrio plástico. A partir de este principio, se obtienen las relaciones que se presentan a continuación (Henriquez, 2010, p. 9)

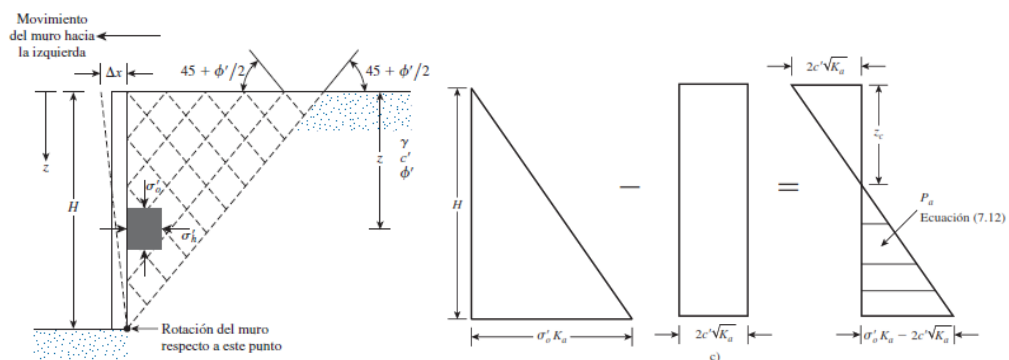


Figura 11. Presión activa de Rankine. Tomada de «Fundamentos de ingeniería de cimentaciones», por Braja, 2011, p. 329.

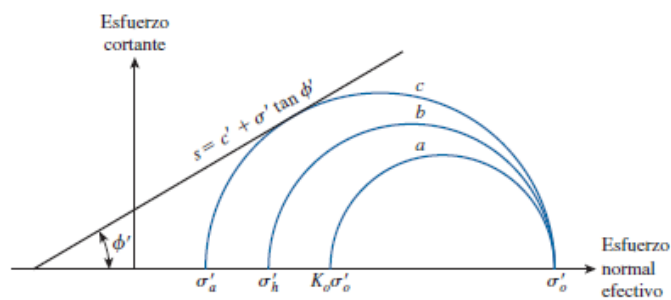


Figura 12. Círculo de Mohr – Coulomb con desplazamiento de muro. Tomada de «Fundamentos de ingeniería de cimentaciones», por Braja, 2011, p. 329.

El empuje activo de Rankine es definido por condición de falla del terreno, donde el esfuerzo horizontal es σ'_a sobre el plano vertical es:

$$\sigma'_a = \sigma'_3 \tan^2\left(45 - \frac{\phi'}{2}\right) + 2c' \tan\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right) \quad \text{Ecuación 1.9}$$

Los esfuerzos principales mayores son: $\sigma'_1 = \sigma'_0$

Los esfuerzos principales menores son: $\sigma'_3 = \sigma'_a$

Por lo tanto,

$$\sigma'_a = \sigma'_0 K_a - 2c' \sqrt{K_a} \quad \text{Ecuación 1.10}$$

K_a = coeficiente de presión activa de Rankine.

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\phi'}{2}\right) \quad \text{Ecuación 1.11}$$

La presión activa varía de acuerdo a la profundidad, lo cual se llama profundidad de grieta de tensión Z_c siendo así:

$$Z_c = \frac{2c'}{\gamma \sqrt{K_a}} \quad \text{Ecuación 1.12}$$

La profundidad Z_c , es considerada como la profundidad de la grieta de tensión, donde la fuerza activa total de Rankine del esfuerzo de tensión en el suelo ocasionará una grieta en la superficie entre el terreno y el muro (Braja, 2011, p. 331).

a) El empuje activo ocurre antes que la grieta de tensión aparezca, y está definido por la siguiente ecuación:

$$P_a = \frac{1}{2} H^2 \gamma K_a - 2c' H \sqrt{K_a} \quad \text{Ecuación 1.13}$$

b) El empuje activo ocurre después que la grieta de tensión aparece, y está definido por la siguiente ecuación:

$$P_a = \frac{1}{2} (H - Z_c) \gamma K_a H - 2c' \sqrt{K_a} \quad \text{Ecuación 1.14}$$

- **Presión pasiva de Rankine.**

En el caso de presión pasiva, el muro es empujado gradualmente hacia el suelo, incrementando el esfuerzo efectivo principal σ'_h , al llegar al punto de falla se alcanza el estado pasivo de Rankine, que es similar al caso activo, pero en el sentido opuesto (Henriquez, 2010, p. 12).

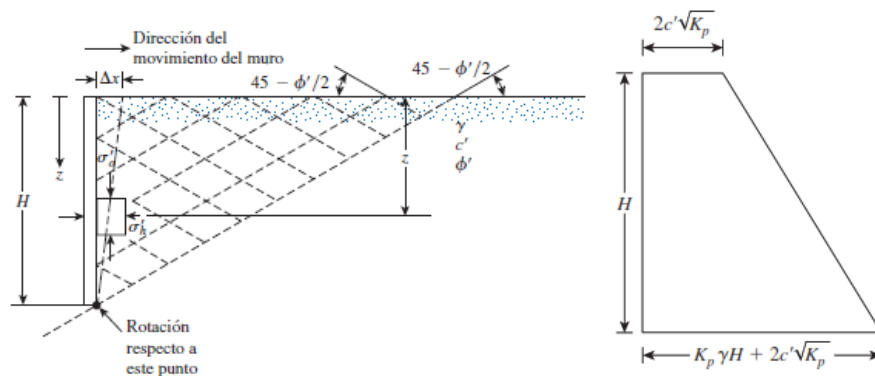


Figura 13. Empuje pasivo de Rankine. Tomada de «Fundamentos de ingeniería de cimentaciones», por Braja, 2011, p. 361.

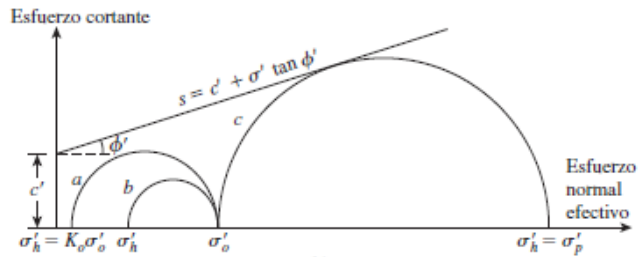


Figura 14. Círculos de Mohr-Coulomb con desplazamientos del muro en estado pasivo. Tomada de «Fundamentos de ingeniería de cimentaciones», por Braja, 2011, p. 361.

La tensión pasiva de Rankine σ'_p , sobre el plano vertical es:

$$\sigma'_p = \sigma'_o \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) + 2c' \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad \text{Ecuación 1.15}$$

σ'_p = esfuerzo principal mayor.

σ'_0 = esfuerzo principal menor.

El coeficiente de presión pasiva de Rankine K_p :

$$K_p = \frac{\sigma'_p}{\sigma'_0} = \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right) \quad \text{Ecuación 1.16}$$

El empuje pasivo en todo el muro:

$$P_p = \frac{1}{2}\gamma K_p H + 2c'H\sqrt{K_p} \quad \text{Ecuación 1.17}$$

2.2.4. Métodos de estimación de presión de suelos en las tablestacas

- Sobrecargas

Las sobrecargas ejercen una presión lateral que contribuye a la presión activa y tiende a mover la pared al exterior, los casos de sobrecargar son: Sobrecarga uniformemente distribuida, carga puntual, cargas lineales paralelo a la pared, cargas de franja paralelo a la pared, donde para una sobrecarga uniforme, se utiliza teorías convencionales de presión de tierra, para cargas puntuales, lineales y de franja, la teoría de la elasticidad, la cuales utiliza un diseño de fundaciones por Wayne C. Teng y "Muros de Contenciones anclados" por Karl Terzaghi (Henriquez, 2010, p. 47).

- Diseño de tablestaca por el método de Braja M. Das

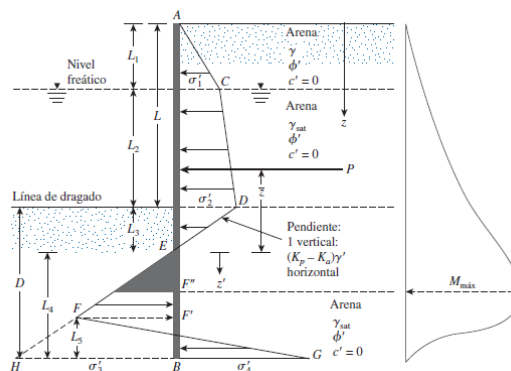


Figura 15. Tablestaca en voladizo que penetra arena. Tomada de «Fundamentos de ingeniería de cimentaciones», por Braja, 2011, p. 443.

A continuación, Se obtiene la presión activa a una profundidad $z = L_1$.

$$\sigma'_1 = \gamma L_1 K_a \quad \text{Ecuación 2.1}$$

K_a = Coeficiente de presión activa de Rankine

γ = Peso específico del suelo arriba del nivel freático

El esfuerzo σ'_2 indica la presión activa en la línea de dragado, lo que implica que la suma de los estratos de suelo conformará una nueva profundidad, expresada como:

$$z = L_1 + L_2$$

$$\sigma'_2 = (\gamma L_1 + \gamma' L_2) K_a \quad \text{Ecuación 2.2}$$

$$\gamma' = \gamma'_{sat} - \gamma'_w \quad \text{Ecuación 2.3}$$

γ' = peso específico efectivo del suelo.

Para determinar la presión lateral neta debajo de la línea de dragado hasta el punto de rotación:

$$\sigma'_a = [\gamma L_1 + \gamma' L_2 + \gamma'(z - L_1 - L_2)] K_a \quad \text{Ecuación 2.4}$$

Donde, la presión pasiva a una profundidad z es:

$$\sigma'_p = \gamma'(z - L_1 - L_2) K_p \quad \text{Ecuación 2.5}$$

K_p = Coeficiente de presión pasiva de Rankine = $K_p = tg^2(45 + \frac{\phi'}{2})$

Para la presión lateral neta que actúa sobre el suelo se combinan las ecuaciones (2.4) y (2.5).

$$\sigma' = \sigma'_a - \sigma'_p = (\gamma L_1 + \gamma' L_2) K_a - \gamma'(z - L_1 - L_2) (K_p - K_a)$$

$$\sigma' = \sigma'_2 - \gamma'(z - L) (K_p - K_a) \quad \text{Ecuación 2.6}$$

Donde:

$$L = L_1 + L_2 \quad \text{Ecuación 2.7}$$

Ahora bien, a una profundidad de L_3 , la presión neta será cero. Entonces:

$$\sigma'_2 - \gamma'(z - L)(K_p - K_a) = 0 \quad \text{Ecuación 2.8}$$

$$\text{De donde, } (z - L) = L_3 = \frac{\sigma'_2}{\gamma'(K_p - K_a)} \quad \text{Ecuación 2.9}$$

El segmento HB equivale a la presión σ'_3 con la siguiente ecuación:

$$\overline{HB} = \sigma'_3 = L_4(K_p - K_a)\gamma' \quad \text{Ecuación 2.10}$$

En el fondo de la tablestaca, la presión pasiva está σ'_p .

$$\sigma'_p = (\gamma L_1 + \gamma' L_2 + \gamma' D)K_p \quad \text{Ecuación 2.11}$$

La presión activa se define de la siguiente manera:

$$\sigma'_a = \gamma' D K_a \quad \text{Ecuación 2.12}$$

Para obtener la presión lateral neta de la tablestaca que se encuentra en el fondo, se realiza con la ecuación:

$$\begin{aligned} \sigma'_p - \sigma'_a = \sigma'_4 &= (\gamma L_1 + \gamma' L_2)K_p + \gamma' D(K_p - K_a) \\ &= (\gamma L_1 + \gamma' L_2)K_p - \gamma' L_3(K_p - K_a) + \gamma' L_4(K_p - K_a) \\ &= \sigma'_5 + \gamma' L_4(K_p - K_a) \end{aligned} \quad \text{Ecuación 2.13}$$

$$\sigma'_5 = (\gamma L_1 + \gamma' L_2)K_p + \gamma' L_3(K_p - K_a) \quad \text{Ecuación 2.14}$$

La distancia D representa la distancia en el fondo de la tablestaca

$$D = L_3 + L_4 \quad \text{Ecuación 2.15}$$

La fuerza puntual P es la sumatoria de momentos respecto al punto B.

$$P - \frac{1}{2}\sigma'_3 L_4 + \frac{1}{2}L_5(\sigma'_3 + \sigma'_4) = 0 \quad \text{Ecuación 2.16}$$

P= representa las presiones formadas entre los puntos ACDE.

$$P(L_4 + \bar{z}) - \left(\frac{1}{2}\sigma'_3 L_4\right)\left(\frac{L_4}{3}\right) + \frac{1}{2}L_5(\sigma'_3 + \sigma'_4)\left(\frac{L_5}{3}\right) = 0 \quad \text{Ecuación 2.17}$$

Para obtener la distancia L_5 , se despeja de la ecuación (2.17).

$$L_5 = \frac{\sigma'_3 L_4 - 2P}{\sigma'_3 + \sigma'_4} \quad \text{Ecuación 2.18}$$

Al combinar las ecuaciones (2.10; 2.13; 2.17; 2.18), se puede obtener la ecuación de cuarto grado de L_4 , entonces:

$$L_4^4 + A_1 L_4^3 - A_2 L_4^2 - A_3 L_4 - A_4 = 0 \quad \text{Ecuación 2.19}$$

Para solucionar la ecuación (2.19). Se reemplaza lo siguiente:

$$A_1 = \frac{\sigma'_5}{\gamma'(K_p - K_a)} \quad \text{Ecuación 2.20}$$

$$A_2 = \frac{8P}{\gamma'(K_p - K_a)} \quad \text{Ecuación 2.21}$$

$$A_3 = \frac{6P[2\bar{z}\gamma'(K_p - K_a) + \sigma'_5]}{\gamma'^2(K_p - K_a)^2} \quad \text{Ecuación 2.22}$$

$$A_4 = \frac{P[6\bar{z}\sigma'_5 + 4P]}{\gamma'^2(K_p - K_a)^2} \quad \text{Ecuación 2.3}$$

Para el K_p se utiliza un factor de seguridad FS entre (1.5 a 2).

$$K_{p(\text{diseño})} = \frac{K_p}{FS} \quad \text{Ecuación 2.24}$$

Se puede determinar la profundidad de penetración real sumando L_3 y L_4

El cálculo del momento máximo requiere un punto de fuerza cortante.

$$P = \frac{1}{2}(z')^2(K_p - K_a)\gamma'$$

Despejando z' se obtiene:

$$z' = \sqrt{\frac{2P}{(K_p - K_a)\gamma'}} \quad \text{Ecuación 2.25}$$

La magnitud del momento flector máximo se halla con la ecuación:

$$M_{max} = P(\bar{z} + z') - \left[\frac{1}{2}\gamma'(z')^2(K_p - K_a) \right] \frac{1}{3}z' \quad \text{Ecuación 2.26}$$

Para dimensionar el perfil de la tablestaca se lo realiza con el esfuerzo de flexión permisible del material con la siguiente ecuación:

$$S = \frac{M_{max}}{\sigma_{perm}} \quad \text{Ecuación 2.27}$$

S = módulo de sección de la tablestaca.

σ_{perm} = esfuerzo de flexión permisible de la tablestaca.

2.2.5. Métodos de hincado

La introducción de pilotes o las tablestacas en el terreno se denomina “hinca”. La elección del procedimiento asegura el éxito de la operación. Los métodos más habituales son el golpeo y la vibración, siendo el primero el método más antiguo y extendido desde las primeras aplicaciones de pilotes de madera, mientras el segundo ha tenido un desarrollo menor, frecuentemente aplicado a las tablestacas y como medio complementario se utiliza la inyección de agua o de lodos bentónicos aplicada a presión al pie del elemento a hincar (Yepes, 2016, p. 154).

- Hinca por percusión e impacto

La hinca por percusión e impacto se realiza con una maza o martillo que golpea regularmente la cabeza del pilote o tablestaca, se emplea este sistema en suelos de mayor consistencia, donde la vibración no es suficiente, se debe considerar la razón entre el peso y maza del elemento que va introducir en el suelo (Yepes, 2016, p. 155).

- Martillo de percusión

La hinca por percusión o golpeo es el mejor proceso para empujar tablestacas en terrenos difíciles, esta será la forma más agresiva de lograr una penetración profunda en suelos duros, como arcilla dura. El problema es que puede ser un sistema ruidoso y por tanto no apto para lugares con este tipo de limitaciones (Cespedes, 2021, p. 18). requiere condiciones de terreno, junto con la longitud, diámetro y peso del pilote o tablestaca, determina el peso de la masa y altura de caída más convenientes. Los pesos habituales son de orden del 75% al

50% del pilote o tablestaca a hincar a un ritmo de golpeo lento del orden de 20 a 30 golpes por minuto (Yepes, 2016, p. 156).

- **Martillo diesel de impacto**

Son martillos de Diesel que dejan caer un pistón por gravedad sobre un yunque que se apoya sobre el pilote o tablestacado. El choque y la elevada presión del aire, mezclado con el combustible, provoca su explosión que fuerza el ascenso del pistón hasta su posición más alta desde la que de nuevo cae por gravedad (Yepes, 2016 p. 160).

- **Martillo hidráulico**

Son martillos de golpeteo que funcionan con aceite a presión a unos 35 MPa, con ventajas sobre las que emplean aire comprimido, cuya presión de funcionamiento está en torno a 0.6 – 0.7 MPa, la altura del punto de caída se puede variar hasta 1,20 metros. Con la elevación y el peso máximos, tienen buenas posibilidades de alcanzar una tasa de aciertos de 40 golpes por minuto hasta 150 golpes por minuto regulando la energía de golpeo (Cespedes, 2021, p. 20-21).

- **Hincado por vibrohincado**

En suelos sueltos o no cohesivos, el martillo más adecuado es el martillo vibrador. También son especialmente útiles para retirar tablestacas y corregir el hincado de pilotes. El mecanismo de accionamiento se basa en reducir la fricción entre el suelo y las tablestacas por medio de la vibración, ya que la energía vibratoria cambia temporalmente las áreas del lote, creando allí pequeños líquidos, reduciendo esencialmente el desplazamiento por arrastre de la tablestaca. Esto

permite transportar la tablestaca con una carga adicional relativamente pequeña, por ejemplo, su propio peso más el peso de un martillo vibrador o la fuerza adicional de un brazo de excavadora (Cespedes, 2021, p. 21-22).

- **Martillo Vibratorios**

Esta técnica se basa en la reducción de la fricción de las partículas del terreno por medio de vibraciones para facilitar la hincada del pilote o tablestacado. El método es apropiado en suelos granulares, especialmente saturados, y en algunos cohesivos si están saturados. Es el método de hincada más económica si se dan las condiciones adecuadas, alcanzándose hasta 0.5-1.0m. de hincada por minuto, siendo más silencioso que los martillos de golpe (Yepes, 2016, p. 161)

2.2.6. Proceso constructivo de tablestacado

- **Almacenamiento**

El manejo y almacenamiento deben ser realizados con cuidado para proteger a las personas y las instalaciones adyacentes para evitar daños en las tablestacas se debe almacenar con separadores de madera en lugares limpios y secos, sin agua, y evitando el contacto directo entre ellas para prevenir el deterioro. Las tablestacas con características diferentes deben ser almacenadas y rotuladas separadamente y su apilamiento debe ser teniendo en cuenta la longitud y rigidez de estas para prevenir posibles daños (Rojo, 2016, p. 64). Para tablestacas metálicas la altura de apilamiento puede alcanzar 1.50 de alto colocándose uno tras otro y para tablestacas de concreto la altura de apilamiento es mínima por su elevado peso, dificultad de maniobrabilidad y susceptibles de daño.

- **Habilitación de tablestacado**

En las tablestacas metálica se homogeniza los cortes de fabrica que se encuentran defectuosos, en los tablestacados de concreto se coloca el cabezal para luego ser hincado, en ambos casos la guía de hincado debe estar habilitada

- **Izamiento de tablestacado**

Para el izamiento de tablestacas, se utilizan grúas según el peso y tipo de hincado requerido, siendo sujetados de un orificio de izaje en el eje central a una altura específica con un diámetro determinado. Es crucial tener cuidado al izar tablestacas cerca de estructuras, para evitar impactos que dañen tanto la estructura como la pieza. Además, se prohíbe la presencia de personal en el trayecto de la tablestaca mientras se está izando para asegurar la seguridad (Rojo, 2016, p. 64).

- **Hincado de tablestacado**

El proceso de hincado implica golpeo o vibración, y comienza con la construcción de una estructura guía para alinear las tablestacas a hincar, esta estructura guía consiste en una doble fila de tablas de madera cerca del suelo, con un espesor que coincide con el grosor de la pared de la tablestaca, fijada al suelo para evitar movimientos al colocar las piezas. Posteriormente, se inicia el proceso de hincado, que generalmente se realiza de dos maneras, el primer método implica hincar las tablestacas de forma sucesiva, una por una o en parejas, asegurando que la primera tablestaca esté vertical y alineada con precisión según los planos de diseño, con un ajuste máximo de 3 mm, el segundo método de construcción de pantallas de tablestacas implica el uso de paneles que contienen entre 6 y 12 pares de tablestacas. El proceso de construcción comienza al hincar las tablestacas

extremas del panel hasta una profundidad determinada, seguidas de las tablestacas intermedias a igual profundidad, siguiendo el sentido de hinchamiento definido por el biselado. Este método es útil para detectar obstáculos en el terreno, ya que la presencia de estos puede impedir el avance del hincado. Si se encuentra un obstáculo, se deja de hincar la tablestaca y se continúa con la siguiente si es posible, lo que determina el obstáculo. Se colocan protección en las tablestacas contra deformaciones causadas por golpes, lo que las hace versátiles y fáciles de conectar a diferentes secciones de tablestacas (Rojo, 2016, p. 65). Para tablestacas metálicas se puede realizar el empalme por medio de la soldadura y para tablestacas de concreto no es posible el empalme, para tal caso se requiere una nueva pieza convirtiendo este procedimiento más costo y tiempo.

- **Corte o descabezado**

Luego de finalizado el hincado de tablestacas la altura libre de estas no siempre es la misma para todas, por lo que es necesario realizar un recorte de manera que la pantalla de tablestacas quede alineada con la medida estipulada en los planos de diseño (Rojo, 2016, p. 67). Para tablestacas metálicas el corte se realiza por soldadura y para tablestacas de concreto se realiza por demolición.

- **Extracción**

La idea de la recuperación de las tablestacas es la reutilización de estas o debido que han sido de uso provisional, a menudo no se puede realizar la extracción debido a la profundidad en que están incrustadas, para estos casos, se corta la tablestaca a nivel del suelo, dejando la parte que está incrustada en el suelo (Rojo, 2016, p. 67). Para tablestacas metálicas se puede realizar la extracción con

el mismo martillo vibratorio y para tablestacas de concreto no es posible la extracción por la alta probabilidad de daño.

2.2.7. Gestión de proyectos

- Definición:

La dirección de Proyectos implica el uso de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para cumplir con el correcto funcionamiento del mismo, esto se logra mediante la aplicación e integración lógica de procesos, categorizada en cinco grupos: inicio, planificación, ejecución, seguimiento y control y cierre (Project, 2013, p. 5).

La gestión de proyectos de inversión pública en el Perú tiene como propósito promover el progreso del país y ofrecer servicios a la población a través de la implementación de proyectos de inversión pública. Estos proyectos se llevan a cabo conforme al sistema nacional de inversión pública, con un enfoque en calidad, sostenibilidad, eficiencia y un impacto socioeconómico positivo para los ciudadanos (Zavala, 2017, p. 18).

la gestión efectiva de proyectos en la construcción permite alcanzar objetivos y metas establecidos. Las teorías y modelos de gestión de proyectos que permiten adaptar aspectos de la planificación estratégica para mejorar la adaptabilidad, fluidez y flexibilidad de la organización en su camino hacia los objetivos (Ruíz, 2017, p. 27).

La gestión de proyectos, es una disciplina que guía e integrar los procesos necesarios para iniciar, planificar, ejecutar, controlar, cerrar y evaluar con el fin de culminar todo el trabajo requerido para desarrollar un proyecto y cumplir con

el alcance estipulado dentro de los límites de tiempo y presupuesto definido (Siles y Mondelo, 2018, p. 12).

La principal dificultad en la gestión de proyectos radica en lograr los objetivos y metas establecidos dentro de los límites de alcance, tiempo, calidad y presupuesto. Un reto adicional consiste en maximizar la eficiencia en la asignación de recursos (Phillips, 2003, p.88, citado por Tapullina, 2018, p. 82).

- **Triángulo de hierro la gestión de proyectos**

De acuerdo con la concepción más ampliamente reconocida en el campo de la gestión de proyectos, cada proyecto se encuentra limitado por tres aspectos fundamentales: el alcance (productos), el tiempo (cronograma) y el costo (presupuesto). El éxito de un proyecto radica en la capacidad y conocimiento de la dirección para gestionar estas limitaciones, desarrollando planes y procesos que mantengan un equilibrio entre ellas. No basta con cumplir los objetivos dentro del presupuesto o finalizar todas las actividades y productos a tiempo; es esencial mantener un equilibrio constante entre las tres restricciones y asegurar la consecución de los objetivos esperados (impacto) en todo momento (Siles y Mondelo, 2018, p. 17).

En gestión de proyectos, el concepto del triángulo de hierro se refiere a la representación de tres elementos fundamentales (costo, tiempo y alcance) ubicados en los vértices de un triángulo, los cuales son clave para establecer los objetivos y desafíos que se enfrentarán en el proyecto (Henao, 2019, p. 2).

El Éxito de la gerencia de Proyectos ha sido considerado a través del tiempo cómo “la capacidad de ajustarse a las restricciones que se imponen al Proyecto cómo el Tiempo, Costo y Calidad y además salir victorioso y es

justamente este triángulo de hierro una estructura más que suficiente para definir el Éxito del Proyecto” (Atkinson, 1999; Hazebroucq & Badot, 1996; Westerveld, 2003, citado por Tapullina, 2018). Sin embargo, proyectos que han excedido las limitaciones de tiempo y costos, son considerados exitosos (Pinto & Slevin, 1988, citado por Tapullina, 2018).

En el ámbito de la gestión de proyectos, se sostiene comúnmente que todo proyecto se encuentra limitado por tres aspectos fundamentales: el alcance (productos), el tiempo (cronograma) y el costo (presupuesto), cual éxito del proyecto radica en la capacidad y el conocimiento de los líderes para gestionar estas limitaciones, elaborando planes y procesos que mantengan un equilibrio en el cumplimiento de los objetivos dentro del presupuesto o finalizar todas las actividades a tiempo; es esencial mantener un equilibrio constante entre las tres restricciones y garantizar la consecución de los impactos esperados (Siles y Mondelo, 2018, p. 9).

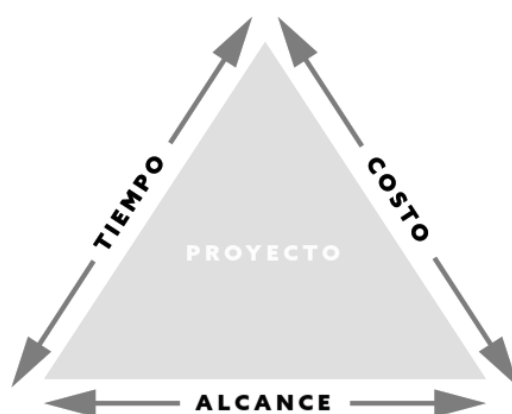


Figura 16. Restricciones del proyecto. Tomada de «Herramientas y técnicas para la gestión de proyectos de desarrollo PM4R.», por Siles y Mondelo, 2018, p. 18.

Por ello, el triángulo de hierro se entiende como un enfoque de gestión formado por tres restricciones muy comunes en todos los proyectos como son el

costo, alcance y tiempo, el manejo de esta herramienta permite entender los límites de lo que se puede y no hacer, como también de poder realizar ajustes para anticiparse a los incidentes que puedan ocurrir, en la culminación del proyecto.

Supuestos del enfoque de la triangulo de hierro en la toma de decisiones

- ✓ Si tanto el alcance, costo o el tiempo son fijos, dependerá de una buena gestión en incrementar o disminuir las otras 2 variable del proyecto.
- ✓ Si el alcance y tiempo son fijos, el coste del proyecto se incrementará.
- ✓ Si el alcance y costo son fijos, el tiempo del proyecto se incrementará.
- ✓ Si el costo y tiempo son fijos, el alcance se reducirá o incrementará.

- **Alcance del proyecto - Actividades constructivas**

Pertenece a la primera etapa de planificación, proceso para gestionar la meta del proyecto, donde se desarrolla la estructura de desglose de trabajo, herramienta que organiza el proyecto de forma jerárquica, definiendo la meta alcanzar, detallando lo suficiente para facilitar el cumplimiento del tiempo y costo en lo proyectado (Siles y Mondelo, 2018, p. 47).

En el alcance se tiene que definir y elaborar lo siguiente:

- ✓ Establecer un equipo de trabajo y procedimientos
- ✓ Definir la magnitud, tamaño, calidad (Diseño, materiales)
- ✓ Elaboración de planos constructivos (Diseño, calidad, funcionalidad)
- ✓ Determinar la estructura de trabajo (Cantidad y secuencia de los procesos constructivos, detecta tareas con pre-requisitos)
- ✓ Elaboración de hoja de metrados (Cuantificación de la magnitud de procesos constructivos)

- Tiempo de ejecución del proyecto

En esta etapa se debe gestionar el tiempo de un proyecto de forma estratégica para cumplir los objetivos del proyecto, la herramienta más importante para establecer el tiempo es un cronograma, porque permite tener una secuencia lógica a seguir, controlando un proyecto en diferentes etapas, permitiendo analizar la información para optimizar el uso de los recursos y cumplir con las metas dentro del plazo previsto (Siles y Mondelo, 2018, p. 53).

Tabla 3. *Proceso para el desarrollo del cronograma*

SUMINISTRO	ENTRADAS	TÉCNICAS	SALIDAS	USUARIO
- Financiadore - Organizaci6n - Interesados (Stakeholders)	- EDT - Restricciones - Dependencias externas - Calendario de recursos	- Estimaci6n de tiempos - Secuencia de actividades - Diagrama de red - Ruta cr6tica - Diagrama de Gantt	- Cronograma del proyecto	- Equipo del proyecto - Interesados (Stakeholders) - Contratistas

Fuente: Tomada de «Herramientas y t6cnicas para la gesti6n de proyectos de desarrollo PM4R.», por Siles y Mondelo, 2018, p. 53.

- ✓ Entradas, son elementos necesarios para el inicio de la creaci6n de un cronograma, estos son la estructura desglose de trabajo (EDT), que define el alcance del proyecto; las restricciones que limitan las opciones del equipo; las dependencias, si la actividad depende de otra; el calendario de recursos, que indica la disponibilidad de los recursos (Siles y Mondelo, 2018, p. 53).
- ✓ T6cnicas, est6n compuestas por la estimaci6n de tiempos, es el tiempo que se requiere para la ejecuci6n de las actividades definidas en la EDT, ello requiere de estimaciones hist6ricas, estad6sticas y juicios de expertos; Secuencia de las actividades, es el orden en una secuencia l6gica de actividades que constituyen el soporte de un proyecto realista y alcanzable, esta secuencia determina las

dependencias entre las actividades. Diagrama de red, es la técnica de diagramación que permite visualizar las actividades y calcular la duración total del proyecto; Ruta crítica, es la ruta que toma más tiempo en comparación con otras rutas siendo considerada la ruta más larga que no cuenta con holguras entre actividades significando cualquier demora en un retraso; Diagrama de Gantt, es una representación gráfica que permite la comprensión del proyecto (Siles y Mondelo, 2018, p. 54-57).

- ✓ Salidas, está compuesto por el cronograma del proyecto es una herramienta en constante uso que habilita al equipo técnico para monitorear el progreso del proyecto y tomar medidas correctivas, compensatorias en caso de retrasos en las actividades planificadas (Siles y Mondelo, 2018, p. 61).

- Costo del proyecto

La gestión del costo permite la estimación financiera del proyecto, para determinar un costo se tiene que definir y elaborar lo siguiente:

- ✓ Estimación del costo por actividades (EDT, partidas y metrados)
- ✓ Costo de recursos, equipamientos y humano (Análisis de Precios Unitario, costos históricos, análisis de calidad, propuesta de terceros)
- ✓ Elaboración del presupuesto de construcción

Tabla 4. Presupuesto de obra

RUBRO		MONTO
Costo directo total obtenido de metrados x Precios unitarios		CD
Gastos Generales (CG)	Directamente relacionados, equival-e a un % de Costo Directo	G1
	No directamente relacionados, equivale a un % de Costo Directo	G2
Utilidad, equivalente a un % aplicado sobre el costo directo		U
Subtotal		ST

	IGV	I
	Presupuesto total de obra (ST+I)	P

Fuente: Tomada de «Costos y presupuestos en edificaciones», por Ramos, 2015, p. 309.

- **Equilibrio de la triple restricción del triángulo de hierro**

La gestión de proyecto debe ser flexible buscando estar siempre en equilibrio (alcance, coste y tiempo) para no perjudicar la calidad del proyecto, se debe fijar 1 variable como mínimo y máximo 2 variables, donde algunas modificación de estas no debe afectar la calidad del resultado, si el alcance de un proyecto aumenta, automáticamente se incrementa el costo y el tiempo, y si se recorta este alcance también se reducirá el tiempo, costo; y si las 3 variables son fijas es muy probable que afecte la calidad, anhelar un proyecto de buena calidad a bajo costo y tiempo rápido, es poco probable siendo la calidad costosa y requiere tiempo, por ello es indispensable realizar una buena gestión de proyectos.

2.3. Definición de términos

- **Malecón:** Son estructuras con fines de proteger zonas costeras de los efectos de la fuerza del oleaje marino o climas adversos (Martínez et al., 2018).
- **Tablestacado:** Son estructuras que forman muros continuos para estructuras profundas, instalaciones de costeras, embarcaderos hasta grandes complejos de desembarco, además son temporales para otros tipos soporte estructural como apuntalamientos en cortes de terreno (Braja, 2011, p. 437).
- **Proyecto:** Es un grupo de tareas interrelacionadas para lograr un objetivo específico en un tiempo determinado, con un costo y alcance definidos. Se requiere alcanzar los objetivos dentro de los límites establecidos en cuanto al alcance, el costo y el plazo acordados (Siles y Mondelo, 2018, p. 14).

- **La gestión de proyecto:** Es la combinación de herramientas y técnicas derivadas de buenas prácticas para asegurar el logro de los objetivos específicos del proyecto dentro del tiempo, el costo, el alcance y la calidad planificada (Siles y Mondelo, 2018, p. 14).
- **Alcance:** Es la suma de actividades, productos y servicios que son parte del fin del proyecto, se identifica los entregables del proyecto, el alcance puede estar bien definido por anticipado e ir modificando con el transcurso del proyecto por decisión del equipo técnico y usuario final (Project, 2021, p. 84).
- **Tiempo:** Es la duración que requieren todas las actividades para completar el proyecto y es usualmente representado en un diagrama de red, diagrama Gantt, con ruta crítica para el control de los tiempos (Siles y Mondelo, 2018, p. 18).
- **Costo:** Son fondos financieros para llevar a cabo un proyecto, abarcando todos los costos para lograr los objetivos en el tiempo establecido un error de estimación conlleva problemas en el logro establecido, generando nuevos costos fuera del presupuesto establecido (Siles y Mondelo, 2018, p. 19).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

- La implementación del tablestacado metálico afecta positivamente la gestión de proyectos de la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima.

2.4.2. Hipótesis específicas

- Al implementar el tablestacado metálico se afecta positivamente en el alcance de la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima.

- Al implementar el tablestacado metálico se afecta positivamente en el tiempo de la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima
- Al implementar el tablestacado metálico se afecta positivamente en los costos de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual

- Variable independiente: Tablestacado, es un elemento prefabricado recto y alargado, son de sección transversal constantes y alargada, que generalmente en sus bordes laterales están dotados con juntas para la unión de otra tablestaca idéntica, con el fin de formar un tipo de estructura de contención flexible (Henriquez, 2010, p. 15).
- Variable dependiente: Gestión de proyectos, es una disciplina que guía e integrar los procesos necesarios para iniciar, planificar, ejecutar, controlar, cerrar y evaluar todo el trabajo requerido para desarrollar un proyecto (Siles y Mondelo, 2018, p. 12).

2.5.2. Definición operacional

- Variable independiente: Tablestacado, requiere estudios de las propiedades mecánicas de suelos, determinación de diseño, evaluación de características físicas, instalación y mantenimiento. (Yepes, 2016, p. 143-144).
- Variable dependiente: Gestión de proyectos, empieza con fijar el alcance, planificar el esquema constructivo considerando las restricciones y proceso

constructivo a ejecutar dentro de un plazo y presupuesto de construcción en el logro de la meta propuesta (Gonzales y Suarez, 2017, p. 19).

2.5.3. Operacionalización de variables

Tabla 5. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable Independiente Tablestacado	La tablestaca es un elemento prefabricado recto y alargado, son de sección transversal constantes y alargada, que generalmente en sus bordes laterales están dotados con juntas para la unión de otra tablestaca idéntica, con el fin de formar un tipo de estructura de contención flexible (Henriquez, 2010, p. 15).	El tablestacado requiere estudios de las propiedades mecánicas de suelos, determinación de diseño, evaluación de características físicas, instalación y mantenimiento (Yepes, 2016, p. 143-144).	Propiedades mecánicas de suelos	Contenido de humedad L.L. / L.P. Granulometría S.U.C.S. S.P.T.
			Diseño	Geometría Carga Condición sísmica
			Características Técnicas	Físicas Instalación Mantenimiento
Variable Dependiente Gestión de proyectos	La gestión de proyectos, es una disciplina que guía e integrar los procesos necesarios para iniciar, planificar, ejecutar, controlar, cerrar y evaluar con el fin de culminar todo el trabajo requerido para desarrollar un proyecto (Siles y Mondelo, 2018, p. 12).	La gestión de proyectos empieza con fijar el alcance, planificar el esquema constructivo a ejecutar dentro de un plazo y presupuesto de construcción en el logro de la meta propuesta (Gonzales y Suarez, 2017, p. 19).	Alcance	Actividades Constructivas
			Tiempo	Cronograma del proyecto
			Costos	Presupuesto del proyecto

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

La investigación científica tiene como propósito fundamental la descripción, explicación y predicción de fenómenos para crear conocimiento, de este propósito se derivan objetivos específicos como dar sentido a problemas, fusionar teorías de investigación, proponer soluciones prácticas y ampliar el entendimiento en un campo mediante argumentos científicos, entre otros (Rodríguez, 2005 citado por Arbaiza, 2014, p. 26).

La investigación es un procedimiento organizado y estructurado que busca resolver problemas o cuestiones científicas, generando nuevos conocimientos que representan la solución a dichas interrogantes (Arias, 2014, p.22). Por lo tanto, Para generar el avance del conocimiento es necesario el empleo del método científico para asegurar la validez y fiabilidad de los hallazgos en la investigación.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada porque identifica la situación problemática y busca dentro de las posibles soluciones, aquella que pueda ser la más adecuada para el contexto específico (Vara, 2012, p. 202), El estudio actual

cumple con los requisitos metodológicos de una investigación aplicada al hacer uso de conocimientos en solución de un problema de manera práctica y efectiva, en soluciones relacionados con la erosión costera y el uso de tablestacados en la construcción de pantallas de contención.

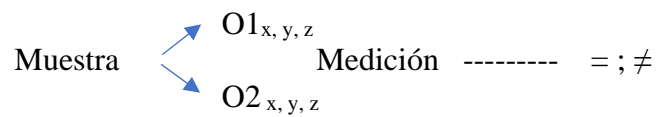
3.3. Nivel de investigación

La investigación descriptiva tiene como objetivo determina características y propiedades importantes que intervienen en el fenómeno estudiado, logrando la identificación de diferencias o semejanzas con respecto a la aparición de un evento, utilizando instrumentos estandarizados como la observación, data estadística, fichas de registro, lista de cotejo, entre otros (Vara, 2012, p. 203). Por lo tanto, este nivel de permite al investigador examinar y documentar las cualidades y atributos del tablestacado en la gestión de proyectos, empleando metodologías y técnicas que faciliten la recopilación de datos de forma sistemática e imparcial utilizando observaciones directas, ensayos, entre otros métodos de recolección de información.

3.4. Diseño de investigación

Se aplico un diseño de investigación transversal que recolectan datos en un solo momento en un tiempo único (Liu, 2008 y Tucker, 2004 citado por Hernandez et al, 2014, p. 154), su propósito es describir y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado (Hernandez et al, 2014, p. 154). Por ello, este tipo de estudio transversales permite determinar las asociaciones entre las variables analizadas.

Este estudio tiene el siguiente diagrama:



Donde:

M = Muestra (Sector crítico del malecón de la costa verde)

O1 = Observación (Diseño con tablestacado de concreto)

O2 = Observación (Diseño con tablestacado metálico)

x y z = Gestión de proyecto (alcance, costo y tiempo)

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población:

La población estuvo conformada por los sectores sin construir del malecón de la Costa Verde, progresiva 05+070 a la 05+125 - Sector María Reiche de 55m, progresiva 06+830 a la 06+965 - Sector Waikiki de 135m, progresiva 07+450 a la 07+515 - Sector Rosa Náutica de 65m, alcanzando una longitud total crítica de 255m (Vera, 2016, p. 19-20), representando el 100% de la población de la presente investigación.

3.5.2. Muestra:

Según acta de trabajo de gestión de riesgos de desastres de la municipalidad de Miraflores N°06-2017-GTGRD/MM, menciona que el puente peatonal María Reiche es considerada como ruta de evacuación, si bien se encuentra concluido, ha sido afectado en su cimentación por la falta de estabilización de taludes, por ello es un riesgo que se encuentra cerrado en su acceso, por ello es prioridad en encontrar solución, siendo considerado como sector el más crítico.

El muestreo será no probabilístico, del tipo intencional, la muestra estuvo conformada por el sector María Reiche de una longitud de 55m. equivalente en un 25.58% de la población.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Elegida la muestra, teniendo los objetivos e hipótesis planteadas que se buscan probar, es necesario recolectar datos de calidad lo cual se logra definiendo el método de recolección y los procedimientos más apropiados para obtenerlos (Arbaiza, 2014, p. 175).

3.6.1. Técnicas de recolección de datos:

Fuentes primarias que son datos de primera mano directamente relacionado al objeto de estudio y las fuentes secundarias son datos de que se obtienen de otras personas que se encuentran procesados e interpretados como los libros (Arbaiza, 2014 p. 199).

Los métodos principales de recolección de datos primarios son: observación, entrevista, auditorias, análisis de contenido, de las cuales la más utilizada es las técnicas fue la observación, porque permite recolectar datos de la observación directa y revisión bibliográfica sin intervenir en ellos (Kothari, 2004 citado por Arbaiza, 2014, p. 200).

El presente trabajo obtuvo datos técnicos de la documentación disponible como informes topográficos, ensayos de suelos, informes de cálculo estructural, análisis de precios unitarios APU, con la finalidad de plantear el malecón más adecuado considerando los diferentes tipos de tablestacados más adecuados con relación a esta investigación.

3.6.2. Instrumentos:

Entre los instrumentos que fueron utilizados y validados fueron la lista de cotejo de los componentes mínimos que cuenta la presente investigación; otro instrumento que se contiene es el juicio de expertos, los cuales respaldan la información generada respecto a los objetivos de la investigación.

3.7. Procesamiento de la información

El análisis de datos implica una serie de labores sistemáticas y relacionadas, como el vaciado de datos, codificación, clasificación, y análisis estadístico, organizando los datos para su proceso e interpretación que responda a las preguntas de investigación e hipótesis planteada (Arbaiza, 2014, p. 225).

Se proceso la información con el software Microsoft Excel, AutoCAD, S10 Costos y presupuesto, Microsoft Project y Microsoft Word.

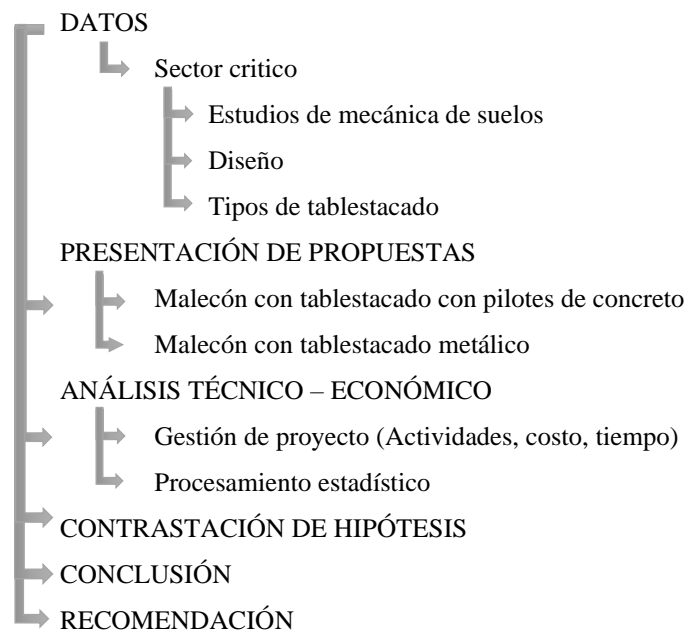


Figura 17. Mapa del procesamiento de la información.

3.8. Técnicas y análisis de datos

El análisis de datos consiste en el trabajo estadístico, como establecer la distribución muestral, cálculo de medias de dispersión de porcentajes, entre otros, sin embargo, se necesita un análisis estadístico más complejo para ejecutar la prueba de hipótesis y demostrar la significancia para su validación (Kumar, 2002 citado por Arbaiza, 2014, p. 227), para la parte metodológica fue analizada con el software SPSS.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados

En este capítulo se presentan los principales resultados de la investigación, obtenidos de manera objetiva y lógica, a través de tablas, figuras y analizados en función a las hipótesis planteadas.

4.2. Descripción del diseño tecnológico

El proyecto contribuye con la continuidad, durabilidad y seguridad del malecón de la Costa Verde en beneficio de los usuarios en el mayor espacio público de recreación pasiva y activa de la ciudad de Lima.

- Ubicación

- ✓ Departamento : Lima
- ✓ Provincia : Lima
- ✓ Distrito : Miraflores
- ✓ Lugar : Puente María Reiche
- ✓ Altitud : 3.50 msnm
- ✓ Coordenadas : E 276952.30 - N 8659677.20



Figura 18. Ubicación del estudio.



Figura 19. Zona de investigación. Tomado de Google Earth

- **Metas del proyecto de construcción**

- ✓ Construcción de un malecón de 55.0 ml en un sector crítico con poca disponibilidad de terreno y con alta erosión de suelos.

- **Estudio de mecánica de suelos**

Tabla 6. Ensayos de suelos

NOMBRE DEL ENSAYO	USO	ENSAYO ASTM	NORMA MTC	PROPÓSITO DEL ENSAYO
Contenido de Humedad	Clasificación y Compactación	D 2216	MTC E 108	Hallar el peso del agua en una masa dada de agua
Análisis Granulométrico	Clasificación	D 422	MTC E 107	Para determinar la distribución del tamaño de partículas del suelo

Límite Líquido	Clasificación	D 4318	MTC E 110	Hallar el contenido de agua entre los estados Líquido y Plástico
Límite Plástico	Clasificación	D 4318	MTC E 111	Hallar el contenido de agua entre los estados plástico y semi sólido
Clasificación SUCS	Clasificación	D 2487		Determinar las propiedades mecánicas del suelo

Fuente: Tomada de EMAPE «Mejoramiento del malecón de la Costa Verde, Provincia de Lima-Lima, tramo: San Isidro-Chorrillos», por Vera, 2016, p. 276.

Se llevo a cabo calicatas y ensayos de SPT:

- ✓ Perforaciones rotativas de 13.45 a 15.45 m de profundidad con respecto al nivel de la superficie actual del terreno para realizar ensayos de penetración estándar SPT.
- ✓ Calicatas excavadas hasta profundidades comprendidas entre 1.50 y 2.00 m con respecto a la superficie del terreno.

En el laboratorio se realizó los siguientes ensayos de acuerdo a la norma ASTM cuales están contenidas en la Norma Técnica E 050 de suelos y cimentaciones y con los resultados obtenidos se procedió a determinar las características del suelo.

Tabla 7. Resultado de ensayos de suelos

CALICATA		PROF. (m)	GRANULOMETRÍA % QUE PASA			LÍMITES < N° 40		HUMEDAD NATURAL (%)	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.
SÍMBOLO	MUESTRA		3"	N° 4	N° 200	L.L.	L.P		
			MATERIAL CONTAMINADO (RESTOS DE LADRILLO, BLOQUES DE CEMENTO, BOLSAS PLASTICAS)						
C-1	M-1								
	M-2	0.80 – 2.00	100.0	28.5	5.1	17.00.	8.	9.1	GP-GM
	M-1	0.00 - 0.10	100.0	43.2	5.4	21.60.	11.	8.2	GP-GM
C-2	M-2	1.00 – 2.00	100.0	42.4	4.8	23.50.	13.	9.21	GP

Fuente: Tomada de EMAPE «Mejoramiento del malecón de la Costa Verde, Provincia de Lima-Lima, tramo: San Isidro-Chorrillos», por Vera, 2016, p. 278.

- Perfil Estratigráfico del suelo

El perfil del suelo está conformado por una capa superior de relleno heterogéneo entre gravas, gravas mezclados con lentes de limos, también piedras y bolones redondeados de 8 pulgadas de tamaño máximo, con restos de desmonte y basura, de espesor variable entre 2.00 a 4.00 m; bajo la cual, subyace un depósito de grava arenosa, mal graduada, densa a muy densa, con piedras y bolones redondeados de tamaño variable, que se prolonga hasta 15.00 m con respecto al nivel de la superficie actual del terreno (ver anexo 12).

- **El nivel freático**

Se registró en las perforaciones a profundidades comprendidas entre 3.00 y 4.00 m con respecto al nivel de la superficie actual del terreno. Cabe señalar, que el nivel freático está influenciado por el nivel del mar y puede sufrir fluctuaciones.

- **Agresividad de las sales y sulfatos solubles del subsuelo**

El contenido de sales solubles totales en muestra de agua en una muestra representativa es igual a S.S.T. 1,1290 p.p.m., el contenido de sulfatos solubles del agua freática determinado en una muestra representativa es igual a 198 p.p.m.

Según la Norma Técnica de Edificación E060, cuando el contenido de sulfatos solubles del agua es menor de 150 p.p.m. el ataque de los sulfatos del agua del subsuelo al concreto es despreciable; cuando dicho contenido está comprendido entre 150 y 1,500 p.p.m. el ataque es considerable; y cuando dicho contenido es mayor de 1,500 p.p.m. el ataque es severo, por tanto, se

considera el ataque de sulfatos es considerado como ataque considerable (ver anexo 12).

- Tablestacado en la obra del malecón de la Costa Verde

Se analizaron las características de los tipos de tablestacados con relación al tipo de sostenimiento a utilizar:

Tabla 8. Tipos de tablestacados

TIPO DE SOSTENIMIENTO	TABLESTACA DE MADERA	TABLESTACA DE CONCRETO	TABLESTACA DE ACERO
- Tablestacado voladizo	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizados en la contención de suelos no soporta estructuras • Uso temporal • Utilizados para estructuras por encima del nivel freático 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizados en la contención lateral de suelos para estructuras livianas • Prefabricados • De gran tamaño y peso • Estructuras permanentes • Utilizados para estructuras en presencia del nivel freático 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizados en la contención lateral de suelos para estructuras livianas • Son de fabricación industrial • Estructuras permanentes y pueden ser removidos • Posee alta impermeabilización al nivel freático
- Tablestacado arriostrado	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizados en la contención de suelos laterales apoyados por largueros puntales • Utilizados en construcción de zanjas menor de 3.0m • Son temporales • Utilizados para estructuras por encima del nivel freático 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizados en la contención de suelos para grandes estructuras o tránsito vehicular • Prefabricados • Utilizados en construcción de zanjas, ductos profundos menores a 15.0m • Estructuras permanentes • Utilizados para estructuras en presencia del nivel freático 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizados en la contención de suelos para estructuras grandes estructuras o tránsito vehicular • Son de fabricación industrial • Utilizados en construcción de zanjas, ductos profundos menores a 27.0m • Estructuras permanentes y pueden ser removidos • Posee alta impermeabilización la zona de trabajo al nivel freático
- Tablestacado anclado	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizados en la contención de suelos inestables • Son fijos • Utilizados para estructuras por encima del nivel freático 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizados en la contención lateral de suelos inestables para estructuras pesadas • Mayor movimiento de tierras • Estructuras permanentes • Utilizados para estructuras en presencia del nivel freático 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizados en la contención lateral de suelos inestables para estructuras pesadas • Son de fabricación industrial • Estructuras permanentes y pueden ser removidos • Posee alta impermeabilización la zona de trabajo al nivel freático

De la tabla 8 se descarta el uso de tablestacas de madera por no soportar las cargas de uso del malecón con un tipo de sostenimiento en voladizo ya que

se adecua a las condiciones de terreno, carga y uso en la ejecución de la obra del malecón Costa Verde de ciudad de Lima.

- Configuración Estructural

Para dar la continuidad a los 55.0m del malecón en la zona crítica de María Reiche por su proximidad al mar y ser considerada como ruta de evacuación más cercana y que se encuentra en peligro por la socavación producto de la alta marea. Esta investigación evaluó el efecto de la implementación del tablestacado en la gestión de proyectos de la obra malecón de la Costa Verde.

Tabla 9. Configuración de diferentes tipos de tablestacados

CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL	MALECÓN CON TABLESTACADO DE CONCRETO	MALECÓN CON TABLESTACADO METÁLICO
<i>Tipo de sostenimiento</i>	Tablestacas de concreto con soporte estructural adicional de pilotes de concreto.	Tablestacas Metálica.
<i>Estructura</i>	Viga central de concreto Vigas laterales longitudinales de concreto	Viga cabezal de concreto Ménsula de concreto en voladizo Losa TT de concreto prefabricado
<i>Plataforma de malecón</i>	Plataforma de madera con baranda metálica	Acera de concreto con baranda metálica

- Diseño de Tablestacado de concreto

a) Materiales

Resistencia a la compresión del concreto	$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo	$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
Resistencia a la fluencia del acero estructural	$f_y = 36 \text{ ksi}$
Módulo de elasticidad del concreto	$E = 280624 \text{ kg/cm}^2$
Acero de refuerzo ASTM 615 grado 60	

Peso específico del concreto	2400 kg/m ³
Peso específico del Acero	7800 kg/m ³
Peso específico de la Madera	~800 kg/m ³
S/C Peatonal	500 kg/m ²

b) Condiciones de análisis.

Las condiciones y cargas empleadas para el análisis se han definido en función a las cargas de peso propio, cargas de uso indicadas y condiciones del terreno, verificando en todos los casos los requisitos de limitaciones de resistencia, esfuerzos y deformaciones.

c) Combinaciones de Carga.

$$1.4 D \pm 1.7 L.$$

$$1.25 D \pm 1.25 L \pm 1.0 E$$

Donde:

D = Carga Muerta y de Presión.

L = Carga Viva.

E = Carga sísmica.

d) Esfuerzos

Los Niveles de compresión cumplen con los valores mínimos establecidos en las Normas E-060 y ACI 318 -19. Los Esfuerzos en la Etapa Inicial, así como en la Etapa de Servicio final son menores a los valores establecidos es los estándares de Diseño (ACI 318.2019, RNE-209).

La deflexión máxima obtenida utilizando la combinación de carga indicada en la sección (Long Term Deflection) es 3.04 mm, valor que es menor al máximo valor admisible –considerando la luz más corta de 14.38mm (1/240).

d) Diseño de elementos

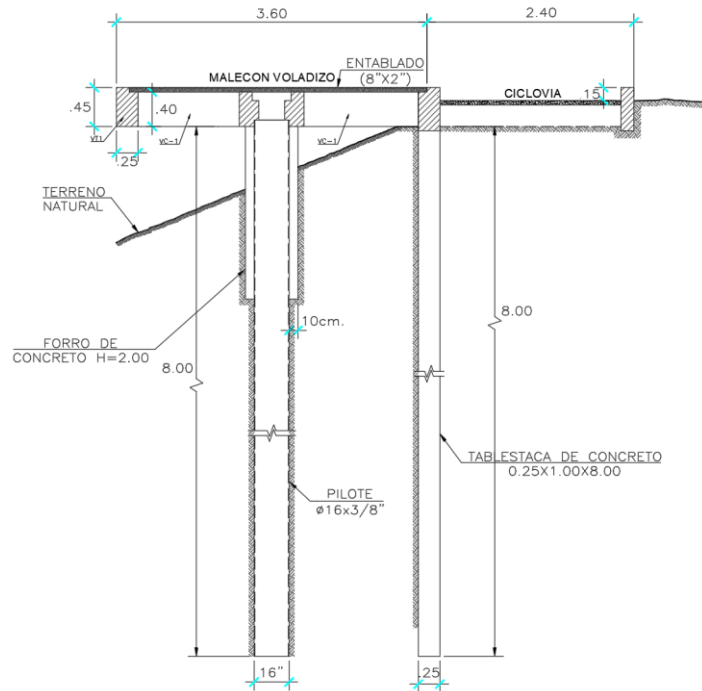


Figura 20. Sección de malecón con tablestacado de concreto.

Tabla 10. Diseño de vigas

Diseño de Vigas VT-1 (L = 5.10m)			
Peso propio:	$0.25 \times 0.45 \times 2400 =$	270 kg/m	
Peso de entablado:	$0.05 \times 800 \times 0.85 =$	34 kg/m	
Carga Viva de Tránsito:	$500 \times 0.85 =$	425 kg/m	
Carga Uniforme Última:	$1.4 (270 + 34) + 1.7 (425) =$	1148 kg/m	
Momento Último:	$1148 \times 5.10^2/8 =$	3.73 t-m	
	As =	2.64 cm ²	
Fuerza Cortante Última:	$1148 \times (5.10/2 - .35) =$	2.53 t	
	$\emptyset Vc = 25 \times 38 \times 0.85 \times 0.53 V350 =$	8.0 t	OK
Diseño de Vigas VT-2 (L = 5.10m)			
Peso propio:	$0.25 \times 0.40 \times 2400 =$	240 kg/m	
Peso de entablado:	$0.05 \times 800 \times 1.80 =$	72 kg/m	
Carga Viva de Tránsito:	$500 \times 1.80 =$	900 kg/m	
Carga Uniforme Última:	$1.4 (240 + 72) + 1.7 (900) =$	1967 kg/m	
Momento Último:	$1967 \times 5.10^2/8 =$	6.39 t-m	
	As =	5.20 cm ²	
Fuerza Cortante Última:	$1967 \times (5.10/2 - .35) =$	4.33 t	
	$\emptyset Vc = 25 \times 34 \times 0.85 \times 0.53 V350 =$	7.16 t	OK
Diseño de Vigas VC-1, VC-2 (L = 3.60m)			
Peso propio:	$0.30 \times 0.40 \times 2400 =$	288 kg/m	
Carga Uniforme Última:	$1.4 (288) =$	403 kg/m	
Carga Puntual al extremo:	$1148 \times 6.00 =$	6888 kg	
Momento Último:	$403 \times 3.60^2 / 2 + 6888 \times 1.50 =$	12.94 t-m	
	As =	9.00 cm ²	

Fuerza Cortante Última:		$403 \times 1.26 + 6888 =$	7.40 t
		$\emptyset Vc = 30 \times 34 \times 0.85 \times 0.53 \sqrt{350} =$	8.60 t OK

Fuente: Tomada de «Proyectos tramos especiales malecón y ciclovía costa verdes», por Rios, 2016, p. 10.

Tabla 11. Verificación de estabilidad.

Peso Especifico	Concreto	yc=	2.40	t/m2				
	Madera	ym=	0.80	t/m2				
Carga de contrapesos								
P1					P2			
Dimensiones	A(m)	B(m)	L(m)		Dimensiones	C(m)	e(m)	L(m)
	1.000	0.900	5.000			2.000	0.350	5.000
	P1=	10.800	t			P2=	8.400	t
P3								
Dimensiones de viga	A(m)	B(m)	L(m)					
	0.400	0.550	2.200					
	P3=	1.162	t					
Cargas actuantes								
P4	L=	3.45	m	F2(SDL)				
Dimensiones de viga	bi(m)	hi(m)	wi(t/m)	Barandas	wb=	0.150	t/m	
Sección	0.400	0.350	0.336		PB=	0.750	t	
Variable	bf(m)	hf(m)	wf(t/m)	Bloque de concreto	b(m)	h(m)	L(m)	
	0.400	0.000	0.000		0.260	0.150	5.000	
	P4=	0.580	t		Pbloque=	0.468	t	
					F2(SDL)	1.218	t	
P5	L=	3.45	m	F(LL)	s/c	0.500	t/m2	
Dimensiones de viga	b(m)	h(m)	w(t/m)		S=	5.000	m	
Sección	0.400	0.200	0.192		L=	3.450	m	
	P5=	0.662	t		F(LL)	8.625	t	
F1(SDL)	bi(m)	hi(m)						
Viguetas	0.400	8.000						
(Durmientes)	b(m)	h(m)	N(uni)					
	0.100	0.200	14.000					
	S=	5.000	m					
	Fd (SDL)=	1.445	t					
Tablero	L(m)	e(m)						
	3.300	0.050						
	S=	5.000	m					
	Ft (SDL)=	0.825	t					
	F1(SDL)	2.270	t	OK				

Fuente: Tomada de EMAPE «Mejoramiento del malecón de la Costa Verde, Provincia de Lima-Lima, tramo: San Isidro-Chorrillos», por Vera, 2016, p. 243.

Tabla 12. Estabilidad de la viga en voladizo.

Momentos Resistentes (Contrapeso)				
Descripción		Pi(ton)	Xa(m)	Mr(t-m)
Bloque 1	P1	10.800	2.375	25.650

Bloque 2	P2	0.400	2.375	19.950	
Bloque 3	P3	1.162	1.100	1.278	
			Mr =	46.878	t-m
Momentos Actuales (Demanda)					
Descripción		Pi(ton)	Xa(m)	Ma(t-m)	
Bloque 4	P4	0.580	1.150	0.667	
Bloque 5	P5	0.662	3.450	2.285	
Entablado	F1(SDL)	1.650	1.650	3.746	
Barandas	F2(SDL)	1.218	3.000	4.141	
Sobrecarga	F(LL)	8.625	1.725	14.878	
			Mr=	25.717	t-m
			FSV=	1.82	
			FSV (Admisible)=	1.75	ok

Fuente: Tomada de EMAPE «Mejoramiento del malecón de la Costa Verde, Provincia de Lima-Lima, tramo: San Isidro-Chorrillos», por Vera, 2016, p. 239.

El factor de seguridad al volteo de la estructura es de $FSV=1.82$ el cual es mayor al $FSV=1.75$,

e) Pilotes metálicos con concreto

Los pilotes deben alcanzar mínimo el depósito de grava natural y penetrar en el por lo menos 3.00 m. La metodología para elegir el diseño de los pilotes, consiste identificar el tipo de suelo a partir del perfil del suelo, las cargas de las estructuras previstas, la sección transversal del pilote y determina una carga de trabajo compatible, para ello se ha utilizado el programa AllPile que considera la fórmula estática recomendada en el NAVFAC DM 7.2.

De acuerdo a lo estipulado en la norma técnica de edificación E050; en suelos y cimentaciones el cálculo de la carga admisible por compresión en condiciones estáticas se consideró un factor de seguridad de 3 y el cálculo de capacidad de carga en condiciones sísmicas un factor de seguridad 2.5

Se considero los parámetros y fuerzas estipuladas en la Norma técnica de edificación E030: Diseño Sismorresistente el cual se clasifico como tipo de suelo S1 lo cual le corresponde un factor de suelo S igual 1.0 por encontrarse en la zona 4 y un periodo de vibración T_p de 0.4 s.

Se logro diseñar un pilote de 0.40m (16”) de diámetro y espesor de 10mm (3/8”), se ubicarán de forma lineal, para la conexión con la plataforma se tiene una abertura inferior en medio de la viga en la cual embonará el pilote y en la parte superior el diámetro agujero se vaciará concreto dentro del pilote hasta una altura determinada, logrando así el monolitismo de la estructura, para ello se determinó las siguientes cargas según los factores de diseño

Tabla 13. *Cargas de servicio en cara superior de pilotes.*

TIPO DE CARGA	CARGA
Carga muerta axial	13.80 ton
Carga viva axial	9.00 ton
Cortante sísmico lateral	5.35 ton
Momento flector sísmico	3.21 ton

Fuente: Tomada de «Proyectos tramos especiales malecón y ciclovía costa verdes», por Rios, 2016, p. 15.

Tabla 14. *Momento de servicio máximos.*

PILOTE	NIVEL	MOMENTO DE SERVICIO MÁXIMO
PT-1	-2.50 m	21.40 ton.m

Fuente: Tomada de «Proyectos tramos especiales malecón y ciclovía costa verdes», por Rios, 2016, p. 15.

Tabla 15. *Capacidad de carga lateral.*

SONDAJE	PROFUNDIDAD DE PUNTA	DIÁMETRO	V ULTIMO (TON)		
			2cm	3cm	4cm
P-1	7.00-8.00	0.40	7	11	14

Fuente: Tomada de «Proyectos tramos especiales malecón y ciclovía costa verdes», por Rios, 2016, p. 15.

Tabla 16. Diseño de viguetas de madera.

DISEÑO DE VIGUETAS					
01. Propiedades de la madera					
Peso específico de la madera	=	0.001	kg/m ³		
Módulo de elasticidad	E _{prom}	=	100000	kg/m ²	
Módulo de corte	G	=	4000	kg/m ²	
Esfuerzo admisible en flexión	f _m	=	150.00	kg/m ²	
Esfuerzo admisible corte en paralelo	f _v	=	12.00	kg/m ²	
02. Geometría y sección					
Longitud	L	=	500.00	cm	
Espaciamiento entre maderas	d	=	25.00	cm	
Tablero	t	=	2.00	" < >	= 5.08 cm
Ancho	b	=	4.00	" < >	b_efect = 9 cm
Peralte	h	=	8.00	" < >	h_efect = 19 cm
	L/h	=	26.00		
Área	A	=	171.00	cm ²	
inercia	I	=	61731	cm ⁴	
03. Cargas aplicadas					
Sobrecarga	S/C	=	500	kg/m ²	
Peso propio del tablero	W _t	=	0.127	kg/cm	
Peso propio de durmiente	W _d	=	0.171	kg/cm	
Peso de sobrecarga		=	1.25	kg/cm	
Peso de total	w	=	1.548	kg/cm	
Peso de S/C	w _{ll}	=	1.25	kg/cm	
04. Cálculo de flecha permisible					
Flecha por flexión	$ \Delta_f = \frac{5wL^4}{384EI} \Delta_{total}$	=	0.204	cm	
Flecha por corte	$ \Delta_c = \frac{1.2wL^2}{8GA} \Delta_{total}$	=	0.085	cm	
Deflexión total	$(\Delta_f + \Delta_c) total$	=	0.289	cm	$(\Delta_f + \Delta_c)LL = 0.233$ cm
Deflexión diferida o a largo plazo	diferida	=	0.520	cm	
Deflexión a permisible carga total	L/250	=	2.000	cm	Ok
Deflexión a permisible sobrecarga	L/350	=	1.429	cm	Ok
05. Esfuerzo en flexión					
	$ \sigma_m = \frac{6 M }{bh^2} \leq f_m$	σ_m	=	89.34	kg/cm ² Ok
06. Esfuerzo en corte paralelo					
	$ \tau_c = \frac{3 V }{2bh} \leq f_v$	τ_c	=	3.39	kg/cm ² Ok

Fuente: Tomada de EMAPE «Mejoramiento del malecón de la Costa Verde, Provincia de Lima-Lima, tramo: San Isidro-Chorrillos», por Vera, 2016, p. 245-246.

Se verifico la resistencia a flexión, la capacidad de secciones de diseño es mayor a las solicitaciones producidas por la combinación de cargas.

e) Diseño de Tablestacas (H = 8.00m)

El análisis estructural de la tablestaca se ha realizado utilizando el software Geostructural Analysis 16.00.24 de la empresa Bentley.

Los reportes de resultados se adjuntan a continuación:

Altura total de la Tablestaca:	8.00 m
Altura máxima de terreno excavado frente a tablestaca:	2.50 m
Sobrecarga de tránsito:	500 kg/m ²

Tabla 17. Características geotécnicas.

	ϕ_{ef}	γ	γ_{su}	δ	Altura
Estrato superior (Arena mal gradada)	30°	1.85 t/m ³	1.10 t/m ³	20°	2.0 m
Estrato inferior (Grava bien gradada)	36°	1.85 t/m ³	1.10 t/m ³	20°	10.0 m
Profundidad de la napa freática:	1.00 m				

Fuente: Tomada de «Proyectos tramos especiales malecón y ciclovía costa verdes», por Rios, 2016, p. 11.

Tabla 18. Geometría de la estructura

Data	Values
Structure length	= 8.00 m
Type of structure	= Reinforced concrete rectangular wall
Cross-section name	= Muro de concreto de 25 cm
Standard	= ACI 318-11
Material	= Concrete ACI
Cross-section thickness	= 0.25 m
Coeff. Of press. reduc. In front of wall	= 1.00
Area of cross-section	A= 2.00E-01 M ² /M
Moment of inertia	I= 6.67E-04 M ⁴ /M
Elastic modulus	E= 28000.67 Mpa
Shear modulus	G= 11760.28 Mpa
Modulus of subsoil reaction determined according to the Schmitt theory	

Fuente: Tomada de «Proyectos tramos especiales malecón y ciclovía costa verdes», por Rios, 2016, p. 16.

Tabla 19. Parámetros del suelo

Basic soil parameters							
No.	Name	Pattern	ϕ_{ef} [°]	C_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Poorly graded sand (SP), dense		30.00	0.00	18.50	11.00	20.00
2	Well graded sand (GW), dense		36.00	0.00	21.00	11.00	20.00

All soils are considered as cohesionless for at rest pressure analysis

Parameters of soils to compute modulus of subsoil reaction (Schmitt)					
No.	Name	Pattern	ν [-]	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]
1	Poorly graded sand (SP), dense		0.28	51.00	-
2	Well graded sand (GW), dense		0.20	478.00	-

Soil parameters			
Poorly graded sand (SP), dense			
Unit weight	: γ	=	18.50 kN/m ³
Stress-state	: effective		
Angle of internal friction	: ϕ_{ef}	=	30.00 °
Cohesion of soil	: C_{ef}	=	0.00 kPa
Angle of friction struc - soil	: δ	=	20.00 °
Soil	: cohesionlees		
Oedometric modulus	: E_{oed}	=	51.00 Mpa
Saterated unit weight	: γ_{sat}	=	21.00 kN/m ³

Well graded gravel (GW), dense			
Unit weight	: γ	=	21.00 kN/m ³
Stress-state	: effective		
Angle of internal friction	: ϕ_{ef}	=	36.00 °
Cohesion of soil	: C_{ef}	=	0.00 kPa
Angle of friction struc - soil	: δ	=	20.00 °
Soil	: cohesionlees		
Oedometric modulus	: E_{oed}	=	478.00 Mpa
Saterated unit weight	: γ_{sat}	=	21.00 kN/m ³

Fuente: Tomada de «Proyectos tramos especiales malecón y ciclovía costa verdes», por Rios, 2016, p.

17.

Tabla 20. Perfil geológico y atributos del suelo

Geological profile and assigned soils								
No.	Layer [m]	Assigned soil	Pattern					
1.00	2.00	Poorly graded sand (SP), dense						
2.00	10.00	Well graded gravel (GW), dense						
3.00	-	Well graded gravel (GW), dense						
Excation								
Soil in front of wall is excavated to a depth of 2.50 m.								
Terrain profile								
Terrain behind the structure is flat								
Water influence								
GWT behind the structure lies at a depth of 1.00 m								
Input surface surcharges								
No.	Surcharge		Action	Mag.1 [Kn/m ²]	Mag.2 [Kn/m ²]	Ord.x x [m]	Length l [m]	Depth z [m]
1.00	YES	change	variable	5.00				on terrain
No.	Name							
1.00	s/c							
Global settings								
Number of Fes to discretize wall = 20								
Minimum dimensioning pressure is considered as $\sigma_{a.min} = 0.20\sigma_z$								
Setting of the stage of construction								
Design situation: permanent								

Fuente: Tomada de «Proyectos tramos especiales malecón y ciclovía costa verdes», por Rios, 2016, p. 17.

Tabla 21. Análisis de resultado

Analysis results							
Distribution of pressures acting on the structure (in front and behind the wall)							
Depth [m]	Ta,p [kPa]	Tk,p [kPa]	Tp,p [kPa]	Ta,z [kPa]	Tk,z [kPa]	Tp,z [kPa]	
0	0.00	0.00	0.00	1.40	2.50	15.00	
1	0.00	0.00	0.00	6.57	11.75	70.50	
2	0.00	0.00	0.00	19.64	27.25	113.50	
2	0.00	0.00	0.00	17.63	24.22	142.89	
2.5	0.00	0.00	0.00	23.85	31.49	169.07	
2.5	0.00	0.00	0.00	23.85	31.49	169.08	
8	-25.55	-47.61	-444.89	92.23	111.43	457.11	

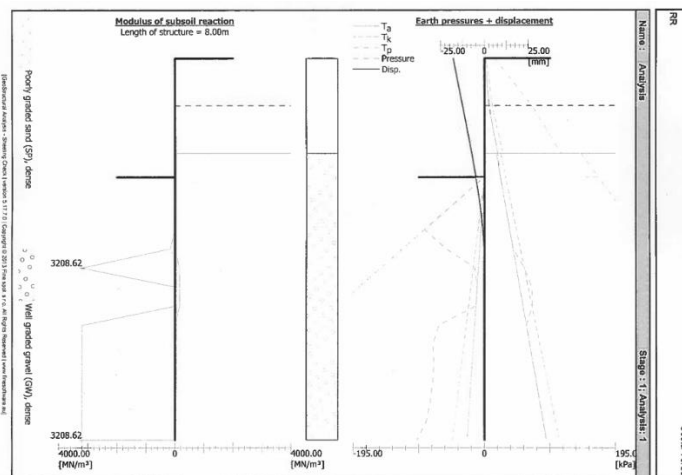
Distribution of the modulus of soils reaction and internal forces on the structure							
Depth [m]	kh,p [MN/M3]	kh,z [MN/M3]	Displacement [mm]	Pressure [kPa]	Shear Force [kNM/m]	Moment [kNM/m]	
0.00	0.00	0.00	-17.86	1.40	0.00	0.00	
0.40	0.00	0.00	-15.73	3.46	-0.97	0.17	
0.80	0.00	0.00	-13.60	5.53	-2.77	0.89	
1.20	0.00	0.00	-11.48	9.18	-5.71	2.54	
1.60	0.00	0.00	-9.38	14.41	-10.43	5.70	
2.00	0.00	0.00	-7.34	19.64	-17.24	11.16	
2.40	0.00	0.00	-5.39	22.60	-25.69	19.71	
2.49	0.00	0.00	-4.96	23.75	-27.82	22.17	
2.51	0.00	0.00	-4.89	23.30	-28.20	22.62	
2.80	0.00	0.00	-3.61	3.31	-32.08	31.56	
3.20	0.00	0.00	-2.10	-24.07	-27.93	43.93	
3.60	0.00	0.00	-0.97	-51.45	-12.83	52.45	
4.00	160.43	0.00	-0.28	-14.76	10.34	50.58	
4.40	3208.62	160.43	0.00	44.58	72.21	27.38	
4.80	0.00	160.43	0.03	59.74	32.59	5.47	
5.20	0.00	160.43	0.01	59.00	8.78	-2.82	
5.60	3208.62	0.00	-0.01	-5.22	-6.17	-2.49	
6.00	3208.62	0.00	-0.01	-9.12	-2.38	-0.75	
6.40	3208.62	0.00	-0.01	-2.73	-0.04	-0.36	
6.80	3208.62	0.00	-0.01	0.54	0.29	-0.47	
7.20	3208.62	0.00	-0.01	1.76	-0.21	-0.51	
7.60	3208.62	0.00	-0.01	1.09	-0.91	-0.29	
8.00	3208.62	0.00	-0.02	-7.78	0.00	0.00	

Maximun shear force = 72.21 kN/m

Maximun moment = 52.45 kNm/m

Maximun displacement = 17.90 kN/m

Fuente: Tomada de «Proyectos tramos especiales malecón y ciclovía costa verdes», por Rios, 2016, p. 18.



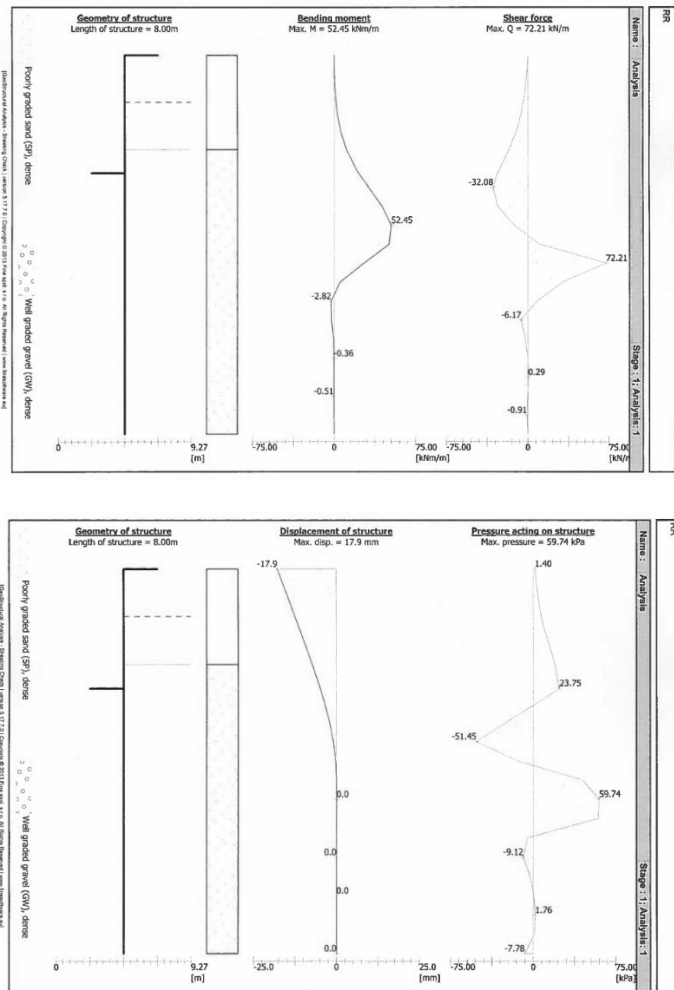


Figura 21. Cargas para el tablestacado. Tomada de «Proyectos tramos especiales malecón y ciclovía costa verdes», por Rios, 2016, p. 18.

Tabla 22. Resumen de resultados:

	$\delta_{\text{máx}}$	$M_{\text{máx}}$	$V_{\text{máx}}$
Análisis de Gravedad	1.8cm	5.2 t-m/m	7.2 t/m
Análisis Sísmico	2.7cm	6.3 t-m/m	4.9 t/m
Verificación por cortante			
$V_c = 0.85 \times 0.53 \times V_{350 \times 17.5\text{cm} \times 100\text{cm}} = 14.8 \text{ t} \quad \text{OK}$			
Verificación por flexión			
$ \delta M_n = 0.90 \times 9.61 = 8.65 \text{ t-m} \quad \text{OK}$			

Tabla 23. Diseño final de tablestacas

Medidas	=	1.00 m. x 0.25 m.x 8.00 m.
Acero superior	=	7 Ø 5/8"
Acero inferior	=	7 Ø 5/8"

Estribo	=	Ø3/8"@0.25
F'c	=	350 kg/cm ²

f) Sección de malecón con tablestacado de concreto

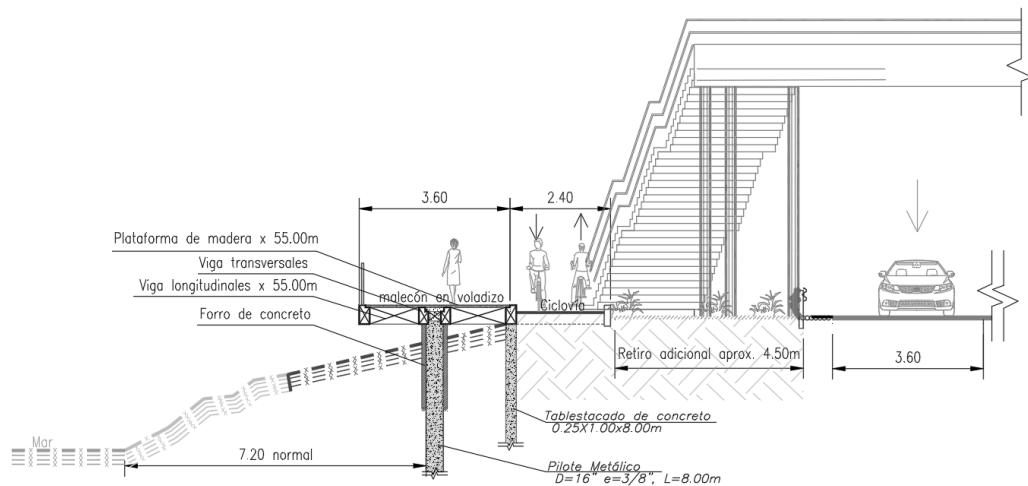


Figura 22. Sección de malecón con tablestacados de concreto.

- Diseño de Tablestacado metálico

a) Parámetros de diseño

- Altura de la tablestaca metálica: 8.00 m
- Altura máxima de terreno excavado frente a tablestaca: 2.50 m
- Sobrecarga de tránsito: 500 kg/cm²
- Estrato superior (Arena mal grabada), $\phi 30^\circ$, 1.85 t/m³, h=2.0m
- Estrato inferior (Grava bien grabada), $\phi 36^\circ$, 2.10 t/m³, h=10.0m
- Carga de servicio detrás de la pared: 25 kN / m².
- Carga de servicio en losa voladiza soportada por la pared: 5 kN / m².
- Condiciones sísmicas con PGA = 0,45 g, coeficiente sísmico kh = 0.45 y carga de recargo detrás de la pared de 12.5 kN / m² (zona sísmica = 4).
- Acero de refuerzo ASTM 615 grado 60
- Módulo de elasticidad del concreto E = 280624 kg/cm²
- Factor de seguridad 1.5 en el límite elástico

- Factor de seguridad 1.0 en caso sísmico
- Cargas de Peso Propio (CM) Peso específico del concreto = 2400 kg/m³
- Cargas Muertas Superpuestas (SDL) Peso específico del acero = 7800 kg/m³
- Cargas Vivas (CL) Sobrecarga peatonal = 500 kg/m².
- Vida útil de 50 años sin protección de recubrimiento.
- Software RIDO 4.21.02 (modelo de reacción elasto-plástico).

b) Aplicación del software RIDO 4.21

Tabla 24. Suposiciones para la sección 1: zona del puente María Reiche

	Ψ	δ	Υ	Υ'	c	K_{ah}	K_{ph}	K_{ah} seismic	K_{ph} seismic
	[°]	[°]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[-]	[-]
Soil 1 above WL	32.5	±1/3	19	10	0	0.274	4.577	0.419	2.419
Soil 1 above WL	32.5	±1/3	19	10	0	0.274	4.577	0.655	1.146
Soil 2 above WL	40	±1/3	20	11	0	0.197	7.39	0.512	1.435

Fuente: Tomada de «Diseño de malecón en voladizo con tablestacado para la obra: Mejoramiento del malecón de la Costa Verde, tramo San Isidro-Chorrillos», por Sanchez, 2018. p. 27

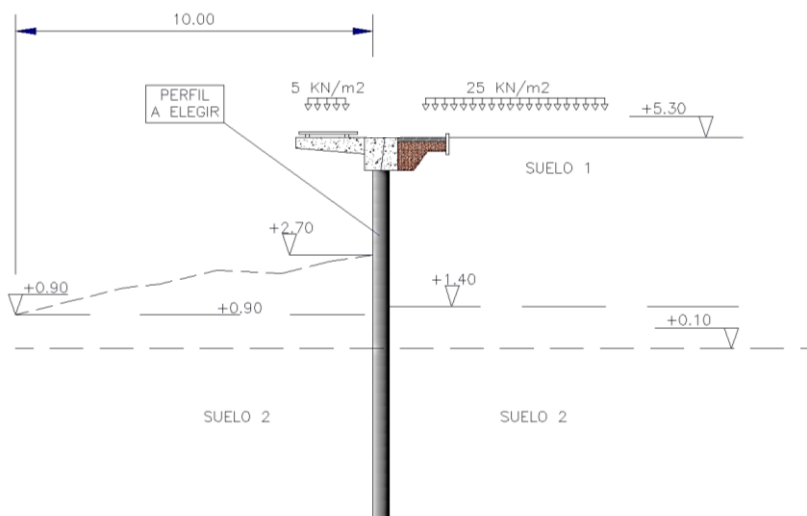


Figura 23. Cargas para el tablestacado. Tomada de «Diseño de malecón en voladizo con tablestacado para la obra: Mejoramiento del malecón de la Costa Verde, tramo San Isidro-Chorrillos», por Sanchez, 2018, p. 27.

c) Verificación del estado del de acero en caso de corrosión

- Vida útil: 50 años
- Pérdida de espesor por corrosión en pilotes y tablestacas European Estándard EN 1993-5, Según el tipo de suelo del malecón se considera la perdida de posterior de 0.60 mm. y frontal 1.75 mm, siendo 2.35 mm para 50 años.

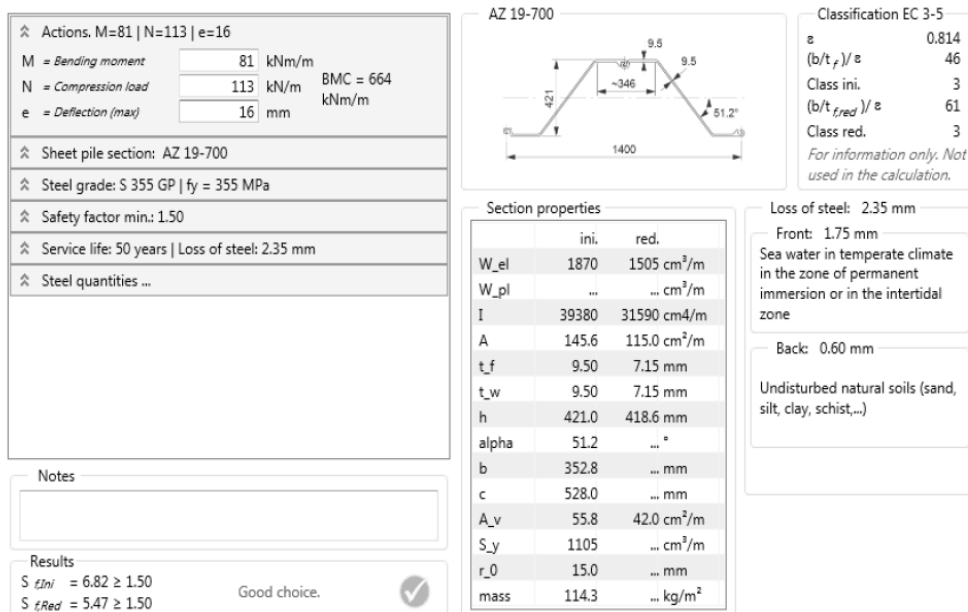


Figura 24. Gráfico de resultados del Software Durability 2.24. Tomada de «Diseño de malecón en voladizo con tablestacado para la obra: Mejoramiento del malecón de la Costa Verde, tramo San Isidro-Chorrillos», por Sanchez, 2018, p. 30.

d) Verificación de cargas verticales

Tabla 25. Verificación de capacidad de cargas

VERIFICATION OF BEARING CAPACITY	
Method:	Pressure meter Menard (acc. To French "Fascicule 62 - Titre V")
Notes:	
L.L.=	2.25 m x 5 kn/m² + 1.95 x 25 kn/m² = 60 kn/m
D.L.=	0.5 m x 25 kn/m³ x 2.25 m + 0.5 m x 25 kn/m³ x 1.95 m = 52.5 kn/m

Section:	King pile	AZ 19-700-D	Type:	Doble pile	Classificatio n acc. Fasc. 62:	Sheet pile
	Interm. Pile	-		-		-

System width b= 1400m

CHARACTERISTICS OF KING PILE ELEMENT

Point section (main section)	A=	0.223	m2/elem
Steel section (main section)	A=	0.02	m2/elem
Lateral surface (main section)-	P=	3.72	m2/elem (for sheet piles only)
Steel grade		S 430 GP	
Yield point	yp=	430	N/mm2

VERTICAL LOADS

$$F_{SLS} = G_{MAX} + G_{MIN} + G_W + G_{sp} + F_W + Q_{1K} + Q_{2K} + Q_{2K}$$

$$F_{ULS} = 1.35 \times G_{MAX} + G_{MIN} + 1.125 \times (\gamma_{GW} \times G_W + \gamma_{sn} \times G_{sn} + \gamma_{sp} \times G_{sp} + \gamma_{FW} \times F_W) + \gamma_{Q1} \times Q_{1K} + 1.3 \Sigma (\gamma_{Qi} \times Q_{iK})$$

With:	YGW	YSN	YSP	YFW	YQ1	YQ2	YQ3
	1.00	1.20	1.20	1.20	1.50	0.77	0.77

LOAD SITUATIONS	Given loads per m2 of wall (loads are multiplied by the system width)	kN/m	kN/elem	MN/elem King pile	
Permanent:	Permanen load, unfavourable	GMAX=	53	74	0.074
	Permanen load, favourable	GMIN=	0	0	0
	Static water pressure	GW=	0	0	0
	Negative soil friction	GSN=	0	0	0
	Horizontal soil pressure	GSP=	0	0	0
	Hydrorynamic water pressure	FW=	0	0	0
Variable:	Main load	Q1K=	60	4	0.004
	Adittional load	Q2K=	0	0	0
	Other	Q3K=	0	0	0
Service stage:		FSLs=	113	158	0.158
Ultimate load:		FULs=	162	226	0.226

POINT RESISTANCE

Soil classification at pile toe:	Nature:	Qpu= Pp * A * Qu = Sand - Gravel, very dense	Class = C
Reduction coefficient:		Pp= 0.30	
Bearing capacity factor:		Kp= 3.20	
Point cross section:		A= 0.223 m2	
Limit pressure	Considered section:	Acal= 100 % =	0.223 m2
Pointe resistance (per elem)		pi = 3.00 MN/m2	
		Qpu= 0.643 MN	

SKIN FRICTION

Reduction coefficient:	Qsu= ps * P * qs ps = var.
Lateral surface:	P = 3.720 m2/m
Embedment:	L = var. m
Point resistance:	pi = var. MN/m2
Soil coefficient:	qs = var. MN/m2

Layers			Incl.	Long	Rho.	Lat. Surf.	Friction			
Designation	Top	Tip	α	L	ps	Pourcent	pi	Curve	qs	Qsu
	m	m	°	m	-	%	MN/m2	-	MN/m2	MN
Sand - Gravel, loose	2.70	0.10	0.00	2.60	0.50	100	0.40	Q2	0.029	0.139
Sand - Gravel, very dense	0.10	-6.70	0.00	6.80	0.50	100	3.50	Q3	0.120	0.518
Considered friction length:				9.40	m	Skin friction (per elem)		Qsu-tot		1.657

Limit capacity

$$Q_u = Q_{su} + Q_{pu}$$

$$Q_u = 2300 \text{ MN}$$

Ultimate limit state

$$Q_{maxULS} = Q_u / 1.40 \geq FULS$$

$$Q_{maxULS} = 1.643 \text{ MN} \geq 0.226 \text{ MN}$$

Creeping load

$$Q_c = 0.7 \times Q_{pu} + 0.70 \times Q_{su}$$

$$Q_c = 1.61 \text{ MN}$$

Service ability state

$$Q_{maxSLS} = Q_c / 1.40 \geq FSLs$$

$$Q_{maxSLS} = 1.15 \text{ MN} \geq 0.158 \text{ MN}$$

Fuente: Tomada de «Diseño de malecón en voladizo con tablestacado para la obra: Mejoramiento del malecón de la Costa Verde, tramo San Isidro-Chorrillos», por Sanchez, 2018. p. 32-33.

e) Resultados del programa RIDO 4.21

- Instalación de tablestacas de acero en EL +4.80;
- Carga adicional detrás de la pared: 15 kN / m²;
- Suelo delante de la pared según la sección transversal

f) Resultados del procesamiento

- Perfil AZ 19-700 o similar
- Grado del Acero S355GP
- Ancho 1400 mm 1.40 metros
- Masa 160 kg/m
- Longitud de la Tablestaca 8.0 metros
- Longitud horizontal a cubrir 55.0 metros
- Nro. De Tablestacas Dobles 42 unidades

g) Características del perfil seleccionado (sección z):

- Dimensiones del Perfil o Sección:

- W = 700 mm
- h = 421 mm
- s = t = 9.5 mm

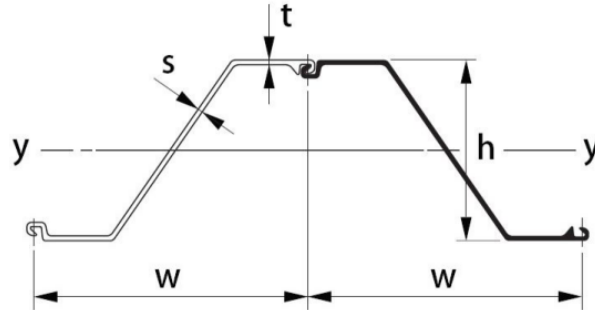


Figura 25. Modelo de tablestacado metálico. Tomada de «Diseño de malecón en voladizo con tablestacado para la obra: Mejoramiento del malecón de la Costa Verde, tramo San Isidro-Chorrillos», por Sanchez, 2018. p. 37.

h) Diseño viga para malecón en voladizo

Tabla 26. Diseño por flexión de viga de coronación

FLEXION			
Acero Inferior			
f _y	=	4,200.00	kg/cm ²
f' _c	=	280.00	kg/cm ²
b	=	102.00	cm
d	=	63.00	cm
As min	=	17.92	cm ²
As colocado	=	8Ø5/8"	
$As_{min} = \frac{0.7\sqrt{f'_c}}{f_y} bw \times d$			
Acero Superior			
b	h	y	
102	40	60.00	
60	40	20.00	
<hr/>			
Cbruta	=	46.09	cm
H	=	80.00	cm
Ibruta1	=	1,176,862.00	cm ⁴
Ibruta2	=	1,562,616.26	cm ⁴
Ibruta total	=	2,739,478.26	cm ⁴
Fr	=	28.98	kg.cm ²
<hr/>			
Mcr	=	2,341,211.96	kg.cm ²
Mcr	=	23.41	ton.m
1.2 * Mcr	=	2,809,454.36	kg.cm ²
1.2 * Mcr	=	28.09	ton.m
Phi	=	0.90	
D	=	63.00	cm
A	=	2.67	cm
As min	=	10.42	cm ²
As colocado	=	4Ø5/8"+2Ø1/2"	
$Mcr = \frac{Ibruta \times fr}{(h - cbruta)}, \text{ donde } fr = 2 \times \sqrt{f'_c}$			
$As_{min} = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \times 1.2 \times Mcr}{\phi \times 0.85 \times f'_c \times bw}}$			
$As_{min} = \frac{0.12 \times Mcr}{\phi \times f_y \times \left(d - \frac{a_{min}}{s}\right)}$			

Fuente: Tomada de «Diseño de malecón en voladizo con tablestacado para la obra: Mejoramiento del malecón de la Costa Verde, tramo San Isidro-Chorrillos», por Sanchez, 2018. p. 41.

i) Verificación por torsión:

Referencia: Norma E.060 Artículo 11.6.3.

Ao debe determinarse por análisis o se puede asumir a 0.85 Aoh.

θ no debe tomarse menor a 30° ni mayor que 60° . Se puede tomar θ igual a:

(a) 45° en elementos no preesforzados o con un preesforzado menor al indicado

(b) 37.5° para elementos preesforzados o con una fuerza efectiva de preesforzado no menor a un 40% de la resistencia a tracción del refuerzo longitudinal (A_{ps} fpu).

At = área de una rama de un estribo cerrado que resiste la torsión con un espaciamiento s, mm².

Aoh = área encerrada por el eje del refuerzo transversal cerrado más externo dispuesto para resistir la torsión, mm².

fyt = Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal, MPa.

S = Espaciamiento medido centro a centro de unidades tales como refuerzo longitudinal, refuerzo transversal, tendones de preesfuerzo, alambres o anclajes, mm.

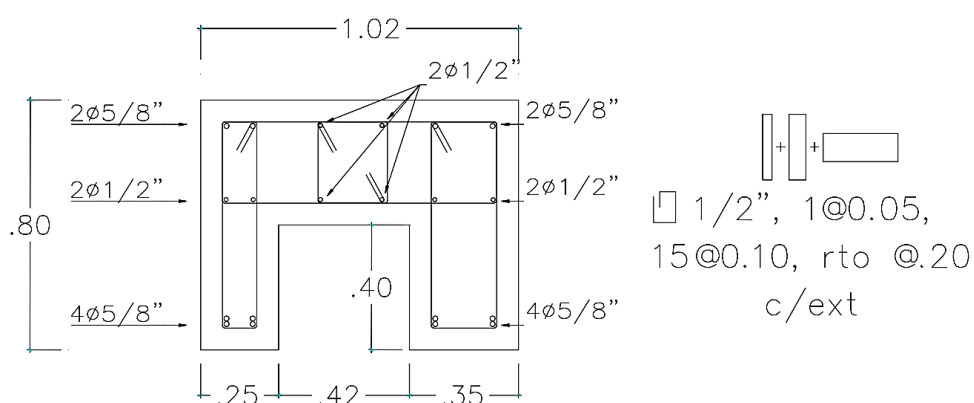
d) Esfuerzos

Los Niveles de compresión cumplen con los valores mínimos establecidos en las Normas E-060 y ACI 318 -19. Los Esfuerzos en la Etapa Inicial, así como en la Etapa de Servicio final son menores a los valores establecidos es los estándares de Diseño (ACI 318.2019, RNE-209).

Tabla 27. Diseño por torsión de viga de coronación

TORSIÓN					
Para despreciar el efecto de torsión Tu (torsión última) debe ser menor a					
Tm	=	239,535	kg.cm		
Tm	=	2.40	ton.m		
					$Tu = \phi 0.27 \sqrt{f'c} \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)$
Tu	=	1,066,000	kg.cm		
Tu	=	10.66	ton.m		Calculado en base a 1.4CM+1.7CV
<hr/>					
Analizando la torsión					
At (Ø3/8")	=	0.71	cm ²		
Aoh	=	3,300	cm ²		
Ao (0.85Aoh)	=	2,805	cm ²		
fyt	=	4,200	kg/cm ²		
s	=	20	cm		
Θ	=	45	°		
φTn	=	710,983	kg.cm		
φTn	=	7.11	ton.m		No cumple para estribos de Ø3/8"
					$\phi Tn \geq Tu \quad Tn = \frac{2 Ao At fyt}{s} \cot \theta$
<hr/>					
Analizando la torsión (segunda vez)					
At (Ø1/2")	=	1.29	cm ²		
Aoh	=	3,300	cm ²		
Ao (0.85Aoh)	=	2,805	cm ²		
fyt	=	4,200	kg/cm ²		
s	=	20	cm		
Θ	=	45	°		
φTn	=	1,291,787	kg.cm		
φTn	=	12.92	ton.m		Cumple para estribos de Ø1/2"
Se colocan	=	Ø1/2" 1@5, 15@.10, resto@.20			

REPRESENTACIÓN GRAFICA



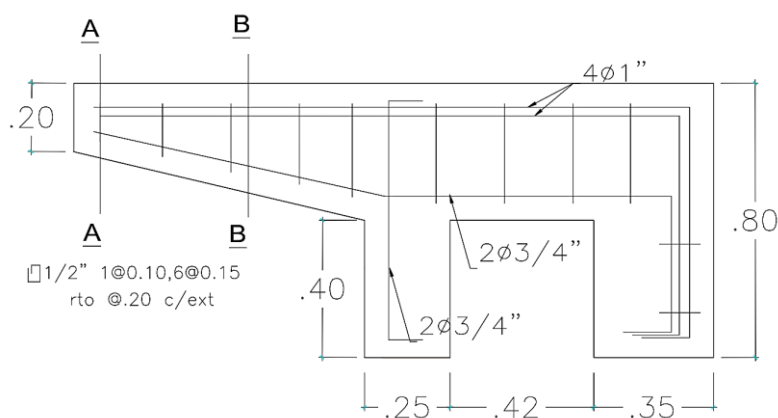
Fuente: Tomada de «Diseño de malecón en voladizo con tablestacado para la obra: Mejoramiento del malecón de la Costa Verde, tramo San Isidro-Chorrillos», por Sanchez, 2018. p. 43.

j) Diseño viga voladizo (ménsula de malecón en voladizo)

Tabla 28. Diseño por flexión de ménsula

FLEXIÓN					
SECCIÓN A					
fy	=	4200	kg/cm2		
fc	=	280	kg/cm2		
b	=	50	cm		
d	=	22	cm		
Asmin	=	2.294	cm2		
Asmax	=	20.20	cm2		
SECCIÓN B					
fy	=	4200	kg/cm2		
fc	=	210	kg/cm2		
b	=	50	cm		
d	=	34	cm		
Asmin	=	4.106	cm2		
Asmax	=	35.60	cm2		
Carga de Diseño		1.4CM+1.7CV			
Mu+	=	22.18	ton.m		
Mu-	=	2.11	ton.m		
SECCIÓN B Crítica					
$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \times Mu}{\phi \times 0.85 \times f'c \times b}}$		$Ass = \frac{Mu}{\phi \times fy \times \left(d - \frac{a}{2}\right)}$			
a	=	5.52	cm		
As solicitado	=	18.78	cm2		
As colocado	=	4 Ø1"	>Asmin	>Ass	OK
φMin	=	23.90	ton.m	>Mu	OK
CORTANTE					
$Vn = Vc + Vs$		$Vc = 0.53 \times \sqrt{f'c} \times b \times d$		$Vs = \frac{Av \times fy \times d}{s}$	
$s = \frac{Av + fy}{(Vn - Vc)}$					
Vc	=	13.1	ton		
Carga de Diseño		1.4CM+1.7CV			
Vu+	=	2.11	ton.m		
Vu-	=	24.8	ton.m		
Av (Ø3/8")		1.42	cm2		
s		0.40	cm		
Se colocan		= Ø1/2" 1@.10, 6@.10, resto @.20			

REPRESENTACIÓN GRAFICA



Fuente: Tomada de «Diseño de malecón en voladizo con tablestacado para la obra: Mejoramiento del malecón de la Costa Verde, tramo San Isidro-Chorrillos», por Sanchez, 2018. p. 47.

k) Sección de malecón con tablestacado metálico

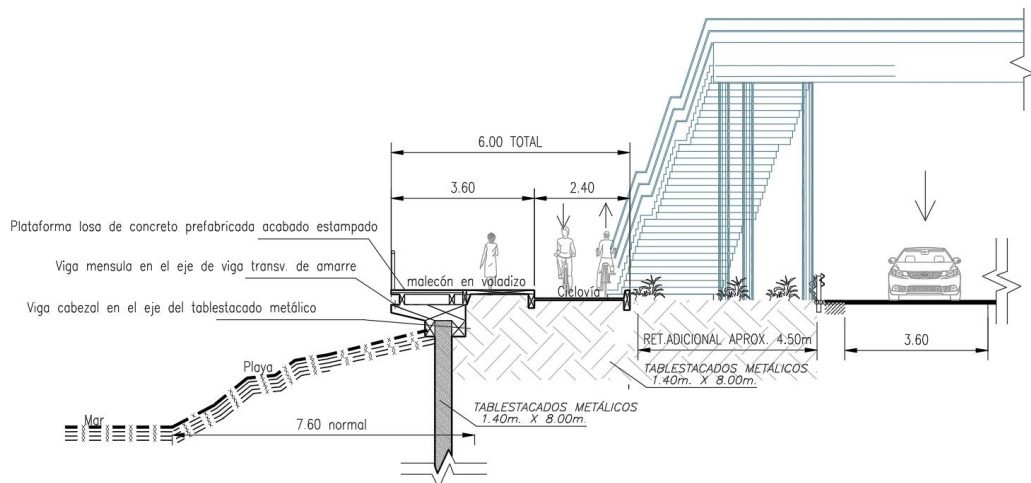


Figura 26. Sección de malecón con tablestacados metálicos.

Tabla 29. Características técnicas de un malecón con tablestacado

DESCRIPCIÓN	MALECÓN CON TABLESTACADO DE CONCRETO	MALECÓN CON TABLESTACADO METÁLICO
	Tablestacas de concreto 1.00 m x 0.25m x h=8.00 m 61 und con $f'c=280$ kg/cm ²	Tablestacas Metálica 1.40 m x 10 mm x 8.00 m 42 und
Tipo de sostenimiento	Pilotes de concreto $\varnothing=16"$ x $3/8"$ x h=8.00 m 12 und con $f'c=280$ kg/cm ²	
	Drenaje en tablestacas de concreto de $\varnothing 3"$ con filtro y geo compuesto	No tiene drenaje por su alta impermeabilidad
	Viga central 3.60m x 0.30m x h=0.40m 12 und con $f'c=280$ kg/cm ²	Viga cabezal 55.00m x 0.90m x h=0.80m $f'c=280$ kg/cm ²
Estructura	Viga longitudinal VT-1 4.10m x 0.25m x h=0.45m 11 und con $f'c=280$ kg/cm ²	Ménsula en voladizo 1.80m x 0.90m x h variable = 0.40m a 0.20m 8 und con $f'c=280$ kg/cm ²
	Viga longitudinal VT-2 4.10m x 0.25 x h=0.40m 11 und con $f'c=280$ kg/cm ²	Losa TT de concreto prefabricado 8.00m x 1.80 x h=0.30m 7 und con $f'c=280$ kg/cm ²
	Funda de pilote 12 und, $f'c=280$ kg/cm ²	Incl. suministro y montaje,
	Plataforma de madera 2"x8", 3.45m x 55.00m	Acera de concreto 55.00m x 1.80m x h= 0.07m $f'c=210$ kg/cm ² con acabado texturizado
Plataforma de malecón	Baranda metálica 55.00m x h= 1.00m Postes cada 2.00m	Acera de concreto 55.00m x 1.80m x h= 0.10m $f'c=210$ kg/cm ² incl. base granular y geomalla multiaxial
		Baranda metálica 55.00m x h= 1.00m Postes cada 2.00m

De lo presentado de la tabla 26 se procede cuantificar las actividades constructivas, el plazo de construcción y presupuesto de obra de cada tipo de malecón con tablestacado de concreto y tablestacado metálico a fin de determinar los objetivos específicos de la presente investigación.

4.3. Resultados en la gestión de proyecto

- Alcance de actividades constructivas de un malecón de 55.0m con tablestacado

Las actividades constructivas del proyecto incluyen todas las actividades que se requiere para completar satisfactoriamente el proyecto. Por lo tanto, la correcta determinación del alcance de las actividades constructivas mejora el tiempo y costo en el desarrollo del proyecto, por ello se analizó cada malecón según el tipo de tablestacado para responder las preguntas de investigación planteadas.

Tabla 30. Alcance de actividades constructivas de un malecón con tablestacado

ITEM	DESCRIPCION	MALECÓN CON TABLESTACADO DE CONCRETO	MALECÓN CON TABLESTACADO METÁLICO
01	MALECON DE 55.0M. EN LA COSTA VERDE	36	26
01.01	SOSTENIMIENTO	24	10
01.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES	3	3
01.01.01.01	Limpieza de terreno	X	X
01.01.01.02	Trazo y replanteo	X	X
01.01.01.03	Cerco provisional	X	X
01.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS	3	3
01.01.02.01	Excavación para estructuras	X	X
01.01.02.02	Relleno para estructuras	X	X
01.01.02.03	Eliminación de excedentes de corte	X	X
01.01.03	TABLESTACADO	8	4
01.01.03.01	Acero corrugado fy=4200 kg/cm2 grado 60	X	-
01.01.03.02	Encofrado y desencofrado metálico	X	-
01.01.03.03	Concreto T. V f'c=280 kg/cm2	X	-

01.01.03.04	Curado de concreto con aditivo	X	-
01.01.03.05	Habilitación de tablestacado e=25cm	X	-
01.01.03.06	Hincado de tablestacado e=25cm	X	-
01.01.03.07	Descabezado de tablestacado e=25cm	X	-
01.01.03.08	Drenaje de respaldo de Ø4"	X	-
01.01.03.09	Suministro de tablestacas de acero	-	X
01.01.03.10	Habilitación de tablestacas de acero (Perfil "Z")	-	X
01.01.03.11	Hincado de tablestacas de acero (h=8.0m)	-	X
01.01.03.12	Descabezado de tablestacas de acero	-	X
01.01.04	SOSTENIMIENTO COMPLEMENTARIO	10	0
01.01.04.01	Suministro de pilotes Ø16"	X	-
01.01.04.02	Perforación de pilotes	X	-
01.01.04.03	Habilitación de pilotes Ø16"	X	-
01.01.04.04	Acero corrugado fy=4200 kg/cm2 grado 60	X	-
01.01.04.05	Montaje de acero en pilotes	X	-
01.01.04.06	Encofrado y desencofrado metálico	X	-
01.01.04.07	Concreto T. V f'c=280 kg/cm2	X	-
01.01.04.08	Curado de concreto con aditivo	X	-
01.01.04.09	Descabezado de pilote Ø16"	X	-
01.01.04.10	Socket para embone de pilote	X	-
01.02	ESTRUCTURA	9	6
01.02.01	ELEMENTOS ESTRUCTURALES	9	4
01.02.01.01	Acero corrugado fy=4200 kg/cm2 grado 60	X	X
01.02.01.02	Encofrado y desencofrado	X	X
01.02.01.03	Concreto T. V f'c=280 kg/cm2	X	X
01.01.03.04	Curado de concreto con aditivo	X	X
01.02.01.04	Montaje en sitio	X	-
01.02.01.05	Aro de fijación para funda	X	-
01.02.01.06	Accesorios de fijación	X	-
01.02.01.07	Capa filtrante	X	-
01.02.01.08	Geotextiles no tejidos	X	-
01.02.02	ELEMENTOS PREFABRICADOS	0	2
01.02.02.01	Suministro de losas de concreto TT	-	X
01.02.02.02	Montaje de losas de concreto TT	-	X
01.03	PLATAFORMA	3	10
01.03.01	Plataforma de malecón	3	10
01.03.01.01	Relleno en zona de hincado	-	X
01.03.01.02	Geomalla multiaxial	-	X
01.03.01.03	Base granular (e=10 cm)	-	X
01.03.01.04	Encofrado y desencofrado	-	X
01.03.01.05	Concreto f'c=210 kg/cm2 en Acera	-	X
01.03.01.06	Curado de concreto con aditivo	-	X
01.03.01.07	Junta de dilatación	-	X
01.03.01.08	Acabado texturizado en losa	-	X
01.03.01.09	Entablado de madera de 2"x8"x10'	X	-
01.03.01.10	Accesorios de Fijación	X	X
01.03.01.11	Baranda metálica	X	X

Tabla 31. Resumen del alcance de actividades constructivas de un malecón con tablestacado

ITEM	DESCRIPCION	MALECÓN CON TABLESTACADO DE CONCRETO	MALECÓN CON TABLESTACADO METÁLICO
01	MALECÓN DE 55.0M EN LA COSTA VERDE		
01.01	SOSTENIMIENTO	24	10
01.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES	3	3
01.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS	3	3
01.01.03	TABLESTACADO	8	4
01.01.04	SOSTENIMIENTO COMPLEMENTARIO	10	0
01.02	ESTRUCTURA	9	6
01.02.01	ELEMENTOS ESTRUCTURALES	9	4
01.02.02	ELEMENTOS PREFABRICADOS	0	2
01.03	PLATAFORMA	3	10
01.03.01	PLATAFORMA DE MALECÓN	3	10
CANTIDAD DE ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS TOTALES		36	26
DIFERENCIA			10
%			27.78%

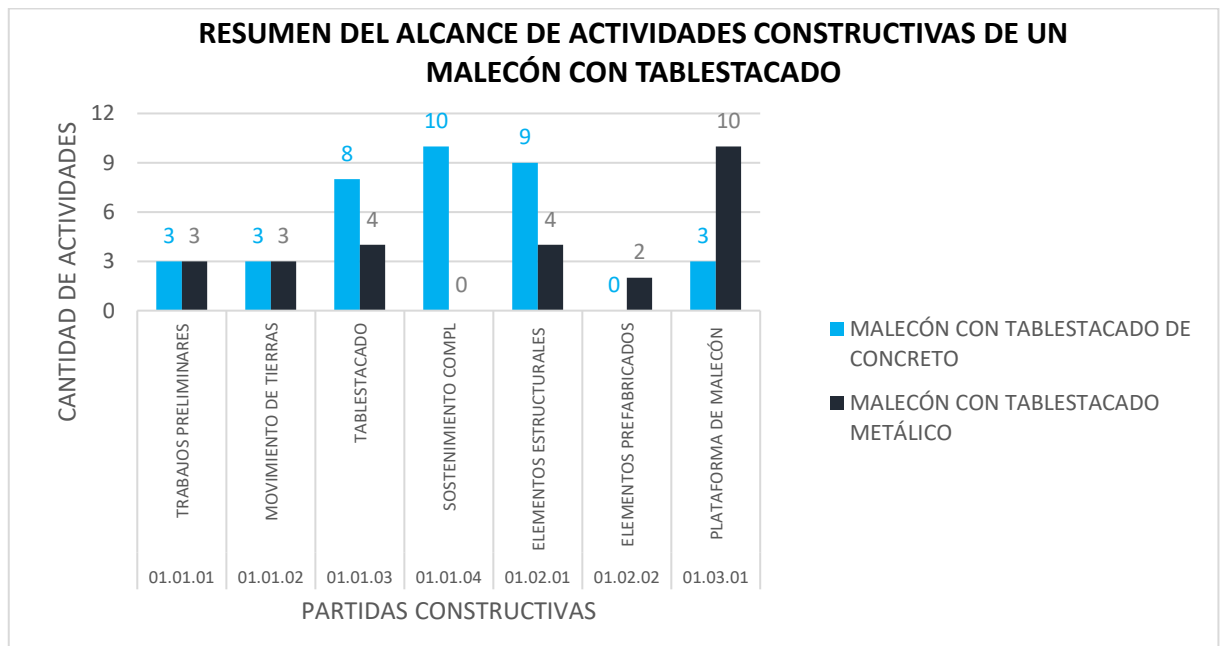


Figura 27. Resumen del alcance de actividades de construcción de un malecón con tablestacado.

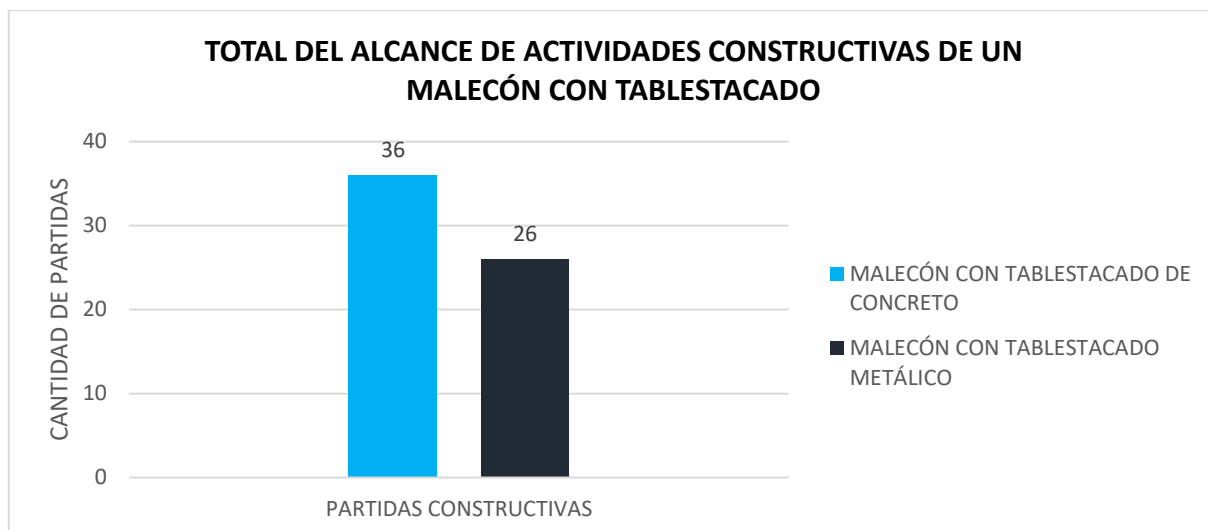


Figura 28. Total del alcance de actividades constructivas de un malecón con tablestacado.

De la tabla 30 y tabla 31 se determinó el alcance de las actividades constructivas de un malecón de 55.0m. donde un malecón con tablestacado concreto contabiliza 36 actividades constructivas y un malecón con tablestacado metálico 26 actividades constructivas.

- Tiempo de construcción de un malecón de 55.0m con tablestacado

El tiempo de construcción o también conocido como el plazo de ejecución es el tiempo que requiere el proyecto en lograr culminarse, por ello es importante determinar la secuencia de actividades y rendimiento de cada actividad para lograr establecer la cantidad de días necesarios para el éxito del proyecto. Por ello, se analizó los tiempos de construcción para responder las preguntas de investigación.

Tabla 32. *Tiempo de construcción de un malecón con tablestacado*

ITEM	DESCRIPCION	RENDIMIENTO	MALECÓN CON TABLESTACADO DE CONCRETO		MALECÓN CON TABLESTACADO METÁLICO	
			Metrado	Días	Metrado	Días
01	MALECON DE 55.0M. EN LA COSTA VERDE			75 d.		55 d.
01.01	SOSTENIMIENTO			64 d.		27 d.

01.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES					3 d.		3 d.
01.01.01.01	Limpieza de terreno	600.00	m2	1,180.00	2 d.	1,180.00	2 d.	
01.01.01.02	Trazo y replanteo	300.00	m2	580.00	2 d.	580.00	2 d.	
01.01.01.03	Cerco provisional	250.00	m	420.00	2 d.	420.00	2 d.	
01.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					61 d.		24 d.
01.01.02.01	Excavación para estructuras	200.00	m3	124.60	1 d.	212.70	2 d.	
01.01.02.02	Relleno para estructuras	60.00	m3	76.60	2 d.	130.90	3 d.	
01.01.02.03	Eliminación de excedentes de corte	58.00	m3	60.00	2 d.	102.25	2 d.	
01.01.03	TABLESTACADO					46 d.		21 d.
01.01.03.01	Acero corrugado fy=4200 kg/cm2 grado 60	800.00	kg	15,029.87	19 d.	-	-	
01.01.03.02	Encofrado y desencofrado metálico	100.00	m2	1,286.00	13 d.	-	-	
01.01.03.03	Concreto T. V f'c=280 kg/cm2	40.00	m3/DIA	129.63	4 d.	-	-	
01.01.03.04	Curado de concreto con aditivo	150.00	m2/DIA	1,296.25	5 d.	-	-	
01.01.03.05	Habilitación de tablestacado e=25cm	6.00	und	61.00	11 d.	-	-	
01.01.03.06	Hincado de tablestacado e=25cm	8.00	und	61.00	8 d.	-	-	
01.01.03.07	Descabezado de tablestacado e=25cm	16.00	und	61.00	4 d.	-	-	
01.01.03.08	Drenaje de respaldo de Ø4"	60.00	m	65.00	2 d.	-	-	
01.01.03.09	Suministro de tablestacas de acero	100.00	tn/DIA	-	-	53.76	1 d.	
01.01.03.10	Habilitación de tablestacas de acero (Perfil "Z")	6.00	u/DIA	-	-	42.00	7 d.	
01.01.03.11	Hincado de tablestacas de acero (h=8.0m)	6.00	u/DIA	-	-	42.00	7 d.	
01.01.03.12	Descabezado de tablestacas de acero	10.00	u/DIA	-	-	42.00	5 d.	
01.01.04	SOSTENIMIENTO COMPLEMENTARIO					16 d.		-
01.01.04.01	Suministro de pilotes Ø16"	18.00	und	12.00	1 d.	-	-	
01.01.04.02	Perforación de pilotes	6.00	und	12.00	2 d.	-	-	
01.01.04.03	Habilitación de pilotes Ø16"	18.00	und	12.00	2 d.	-	-	
01.01.04.04	Acero corrugado fy=4200 kg/cm2 grado 60	250.00	kg	1,597.28	7 d.	-	-	
01.01.04.05	Montaje de acero en pilotes	8.00	und	12.00	2 d.	-	-	
01.01.04.06	Encofrado y desencofrado metálico	50.00	m2	7.20	1 d.	-	-	
01.01.04.07	Concreto T. V f'c=280 kg/cm2	40.00	m3/DIA	12.00	1 d.	-	-	
01.01.04.08	Curado de concreto con aditivo	150.00	m2/DIA	7.20	1 d.	-	-	
01.01.04.09	Descabezado de pilote Ø16"	8.00	und	12.00	2 d.	-	-	
01.01.04.10	Socket para embone de pilote	12.00	und	12.00	1 d.	-	-	
01.02	ESTRUCTURA					21 d.		40 d.
01.02.01	ELEMENTOS ESTRUCTURALES					21 d.		30 d.
01.02.01.01	Acero corrugado fy=4200 kg/cm2 grado 60	400.00	kg/DIA	2,467.38	7 d.	3,569.42	9 d.	
01.02.01.02	Encofrado y desencofrado	24.00	m2/DIA	218.02	10 d.	160.57	7 d.	
01.02.01.03	Concreto T. V f'c=280 kg/cm2	40.00	m3/DIA	21.23	1 d.	32.52	1 d.	
01.02.01.04	Curado de concreto con aditivo	150.00	m2/DIA	232.43	1 d.	18.90	1 d.	
01.02.01.05	Montaje en sitio	15.00	und	40.00	3 d.	-	-	
01.02.01.06	Aro de fijación para funda	5.00	und	11.00	3 d.	-	-	
01.02.01.07	Accesorios de fijación	30.00	und	36.00	2 d.	-	-	
01.02.01.08	Capa filtrante	10.00	m3	49.50	5 d.	-	-	
01.02.01.09	Geotextiles no tejidos	500.00	m2	22.00	1 d.	-	-	
01.02.02	ELEMENTOS PREFABRICADOS							7 d.
01.02.02.01	Suministro de losas de concreto TT	8.00	u/DIA	-	-	7.00	1 d.	
01.02.02.02	Montaje de losas de concreto TT	7.00	u/DIA	-	-	7.00	1 d.	
01.03	PLATAFORMA					11 d.		24 d.
01.03.01	PLATAFORMA DE MALECÓN					11 d.		24 d.
01.03.01.01	Relleno en zona de hincado	36.50	m3/DIA	-	-	96.25	3 d.	
01.03.01.02	Geomalla multiaxial	875.00	m2	-	-	82.50	1 d.	
01.03.01.03	Base granular (e=10 cm)	68.50	m2	-	-	79.75	2 d.	
01.03.01.04	Encofrado y desencofrado	12.00	m2/DIA	-	-	22.00	2 d.	
01.03.01.05	Concreto f'c=210 kg/cm2 en Acera	40.00	m3/DIA	-	-	11.26	1 d.	
01.03.01.06	Curado de concreto con aditivo	150.00	m2/DIA	-	-	90.75	1 d.	
01.03.01.07	Junta de dilatación	70.00	m/DIA	-	-	69.40	1 d.	
01.03.01.08	Acabado texturizado en losa	16.00	m2/DIA	-	-	99.00	7 d.	
01.03.01.09	Entablado de madera de 2"x8"x10'	30.00	und	275.00	10 d.	-	-	

01.03.01.10	Accesorios de Fijación	1.00	glb/DIA	1.00	1 d.	1.00	1 d.
01.03.01.11	Baranda metálica	12.00	m/DIA	55.00	5 d.	55.00	5 d.

Tabla 33. Resumen de los tiempos de construcción de un malecón con tablestacado

ITEM	DESCRIPCIÓN	MALECÓN CON TABLESTACADO DE CONCRETO	MALECÓN CON TABLESTACADO METÁLICO
01	MALECÓN DE 55.0M. EN LA COSTA VERDE		
01.01	SOSTENIMIENTO	64 d.	27 d.
01.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES	3 d.	3 d.
01.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS	61 d.	24 d.
01.01.03	TABLESTACADO	46 d.	21 d.
01.01.04	SOSTENIMIENTO COMPLEMENTARIO	16 d.	0 d.
01.02	ESTRUCTURA	21 d.	40 d.
01.02.01	ELEMENTOS ESTRUCTURALES	21 d.	30 d.
01.02.02	ELEMENTOS PREFABRICADOS	0 d.	7 d.
01.03	PLATAFORMA	11 d.	24 d.
01.03.01	PLATAFORMA DE MALECÓN	11 d.	24 d.
PLAZO DE EJECUCIÓN		75 d.	55 d.
DIFERENCIA			20 d.
%			26.67%

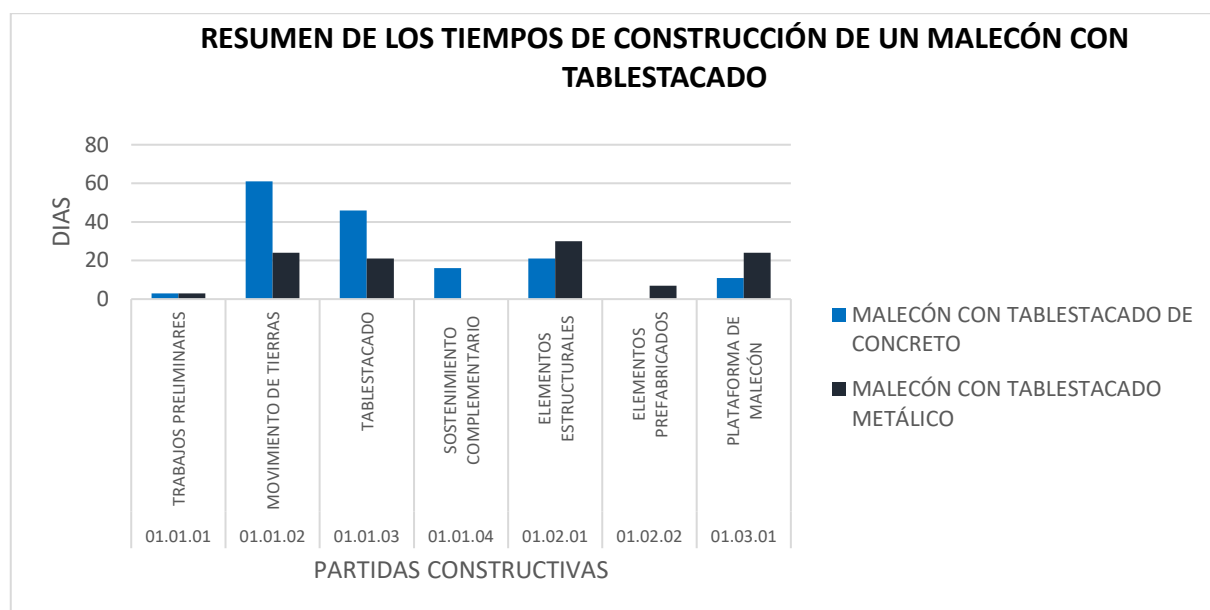


Figura 29. Resumen de los tiempos de construcción de un malecón con tablestacado.

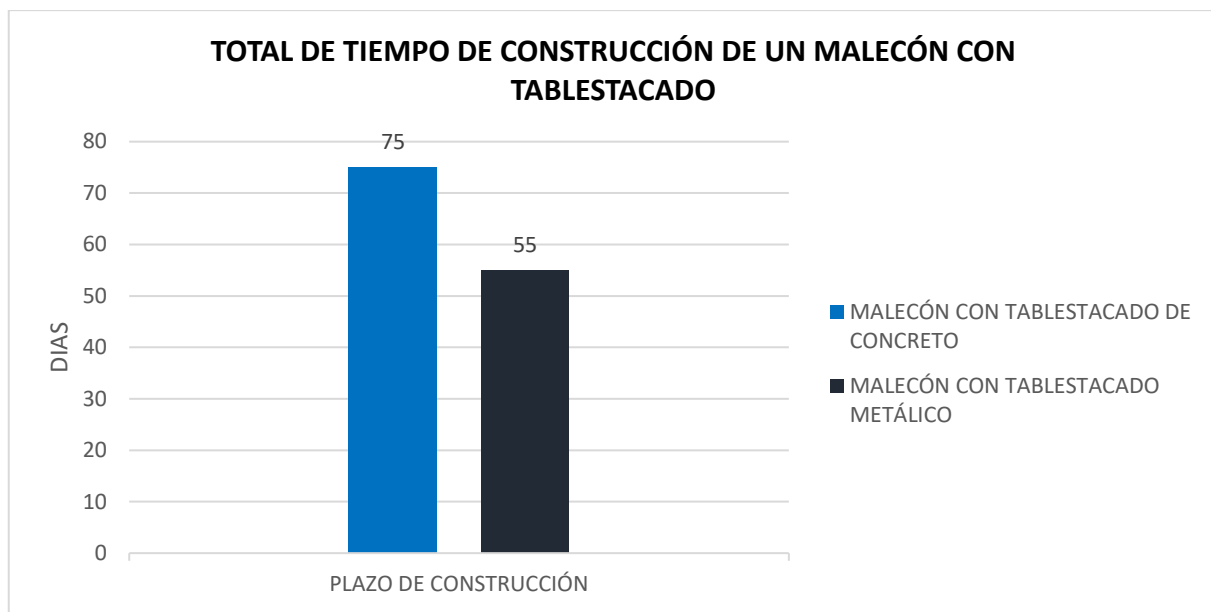


Figura 30. Total de tiempo de construcción de un malecón con tablestacado.

De la tabla 32 y tabla 33 se determinó el tiempo de construcción de las partidas constructivas de un malecón de 55.0m. donde un malecón con tablestacado concreto contabiliza 75 días calendarios y un malecón con tablestacado metálico en 55 días calendarios.

- Costo de construcción de un malecón de 55.0m con tablestacado

El costo de construcción o también conocido como presupuesto de ejecución es la cantidad de recursos financieros que requiere el proyecto en lograr culminarse, por ello se realizó en base al cálculo de los metrados, análisis de precios unitarios y gastos generales, ver anexo 6, 7, 8, 9, los cuales permite cuantificar el costo del proyecto, para responder las preguntas de investigación planteadas.

Tabla 34. Costo de construcción de un malecón con tablestacado

ITEM	DESCRIPCION	Unidad	MALECÓN CON TABLESTACADO DE CONCRETO	MALECÓN CON TABLESTACADO METÁLICO
01	MALECON DE 55.0M. EN LA COSTA VERDE		732,027.66	565,826.19
01.01	SOSTENIMIENTO		606,416.07	438,869.25
01.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES		6,620.37	6,620.37
01.01.01.01	Limpieza de terreno	m2	660.15	660.15
01.01.01.02	Trazo y replanteo	m2	2,683.92	2,683.92
01.01.01.03	Cerco provisional	m	3,276.30	3,276.30
01.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS		4,826.96	8,235.85
01.01.02.01	Excavación para estructuras	m3	778.75	1,329.38
01.01.02.02	Relleno para estructuras	m3	1,621.49	2,770.93
01.01.02.03	Eliminación de excedentes de corte	m3	2,426.72	4,135.54
01.01.03	TABLESTACADO		385,387.18	424,013.03
01.01.03.01	Acero corrugado fy=4200 kg/cm2 grado 60	kg	93,985.25	-
01.01.03.02	Encofrado y desencofrado metálico	m2	36,028.31	-
01.01.03.03	Concreto T. V f'c=280 kg/cm2	m3/DIA	47,991.61	-
01.01.03.04	Curado de concreto con aditivo	m2/DIA	11,811.95	-
01.01.03.05	Habilitación de tablestacado e=25cm	und	71,026.50	-
01.01.03.06	Hincado de tablestacado e=25cm	und	101,021.85	-
01.01.03.07	Descabezado de tablestacado e=25cm	und	22,332.62	-
01.01.03.08	Drenaje de respaldo de Ø4"	m	1,189.09	-
01.01.03.09	Suministro de tablestacas de acero	tn/DIA	-	301,056.00
01.01.03.10	Habilitación de tablestacas de acero (Perfil "Z")	u/DIA	-	30,720.41
01.01.03.11	Hincado de tablestacas de acero (h=8.0m)	u/DIA	-	83,767.03
01.01.03.12	Descabezado de tablestacas de acero	u/DIA	-	8,469.59
01.01.04	SOSTENIMIENTO COMPLEMENTARIO		209,581.56	-
01.01.04.01	Suministro de pilotes Ø 16"	und	150,762.71	-
01.01.04.02	Perforación de pilotes	und	8,544.54	-
01.01.04.03	Habilitación de pilotes Ø 16"	und	14,828.23	-
01.01.04.04	Acero corrugado fy=4200 kg/cm2 grado 60	kg	9,276.93	-
01.01.04.05	Montaje de acero en pilotes	und	7,876.12	-
01.01.04.06	Encofrado y desencofrado metálico	m2	201.71	-
01.01.04.07	Concreto T. V f'c=280 kg/cm2	m3/DIA	4,442.81	-
01.01.04.08	Curado de concreto con aditivo	m2/DIA	65.61	-
01.01.04.09	Descabezado de pilote Ø 16"	und	7,744.26	-
01.01.04.10	Socket para embone de pilote	und	5,838.64	-
01.02	ESTRUCTURA		77,700.65	91,704.90
01.02.01	ELEMENTOS ESTRUCTURALES		77,700.65	47,405.60
01.02.01.01	Acero corrugado fy=4200 kg/cm2 grado 60	kg/DIA	15,502.12	22,426.03
01.02.01.02	Encofrado y desencofrado	m2/DIA	17,777.21	13,092.93
01.02.01.03	Concreto T. V f'c=280 kg/cm2	m3/DIA	7,859.05	11,714.42
01.02.01.04	Curado de concreto con aditivo	m2/DIA	2,118.00	172.22
01.02.01.05	Montaje en sitio	und	19,645.49	-
01.02.01.06	Aro de fijación para funda	und	1,148.74	-
01.02.01.07	Accesorios de fijación	und	4,797.64	-
01.02.01.08	Capa filtrante	m3	8,224.60	-
01.02.01.09	Geotextiles no tejidos	m2	627.80	-
01.02.02	ELEMENTOS PREFABRICADOS		-	44,299.30
01.02.02.01	Suministro de losas de concreto TT	u/DIA	-	37,966.10
01.02.02.02	Montaje de losas de concreto TT	u/DIA	-	6,333.20
01.03	PLATAFORMA		47,910.94	35,252.04
01.03.01	PLATAFORMA DE MALECÓN		47,910.94	35,252.04
01.03.01.01	Relleno en zona de hincado	m3/DIA	-	7,607.06
01.03.01.02	Geomalla multiaxial	m2	-	978.25
01.03.01.03	Base granular (e=10 cm)	m2	-	2,411.94
01.03.01.04	Encofrado y desencofrado	m2/DIA	-	1,824.14
01.03.01.05	Concreto f'c=210 kg/cm2 en Acera	m3/DIA	-	3,359.74

01.03.01.06	Curado de concreto con aditivo	m2/DIA	-	826.95
01.03.01.07	Junta de dilatación	m/DIA	-	386.93
01.03.01.08	Acabado texturizado en losa	m2/DIA	-	7,360.42
01.03.01.09	Entablado de madera de 2"x8"x10'	und	34,317.00	-
01.03.01.10	Accesorios de Fijación	glb/DIA	2,423.73	372.88
01.03.01.11	Baranda metálica	m/DIA	11,170.21	10,123.73
COSTO DIRECTO			732,027.66	565,826.19
GASTOS GENERALES			183,163.83	149,752.56
UTILIDAD			73,202.77	56,582.62
SUB TOTAL			989,053.08	772,161.36
IGV			178,029.55	138,989.05
PRESUPUESTO			1,167,082.64	911,150.41
DIFERENCIA				255,932.23
			%	21.93%

Tabla 35. Resumen de los costos de construcción de un malecón con tablestacado

ITEM	DESCRIPCION	FACTOR SOBRE COSTO S/.	MALECÓN CON TABLESTACADO DE CONCRETO	FACTOR SOBRE COSTO S/.	MALECÓN CON TABLESTACADO METÁLICO
01	MALECON DE 55.0M. EN LA COSTA VERDE		732,027.66		565,826.19
01.01	SOSTENIMIENTO		606,416.07		438,869.25
01.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES		6,620.37		6,620.37
01.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS		4,826.96		8,235.85
01.01.03	TABLESTACADO		385,387.18		424,013.03
01.01.04	SOSTENIMIENTO COMPLEMENTARIO		209,581.56		0.00
01.02	ESTRUCTURA		77,700.65		91,704.90
01.02.01	ELEMENTOS ESTRUCTURALES		77,700.65		47,405.60
01.02.02	ELEMENTOS PREFABRICADOS		0.00		44,299.30
01.03	PLATAFORMA		47,910.94		35,252.04
01.03.01	PLATAFORMA DE MALECÓN		47,910.94		35,252.04
COSTO DIRECTO		100.00%	732,027.66	100.00%	565,826.19
GASTOS GENERALES		25.11%	183,163.83	26.47%	149,752.56
UTILIDAD		10.00%	73,202.77	10.00%	56,582.62
SUB TOTAL		135.11%	989,053.08	136.47%	772,161.36
IGV		18.00%	178,029.55	18.00%	138,989.05
PRESUPUESTO		153.11%	1,167,082.64	154.47%	911,150.41
DIFERENCIA					255,932.23
		%			21.93%

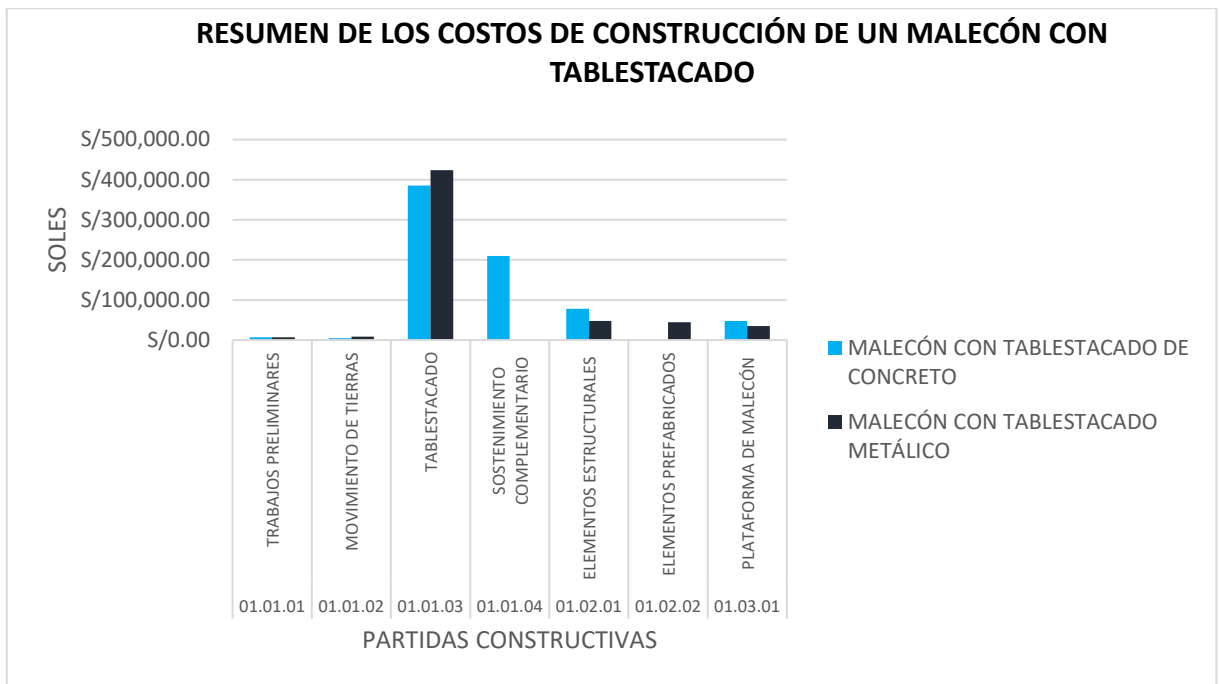


Figura 31. Resumen de los costos de construcción de un malecón de 55.0m. con tablestacado.

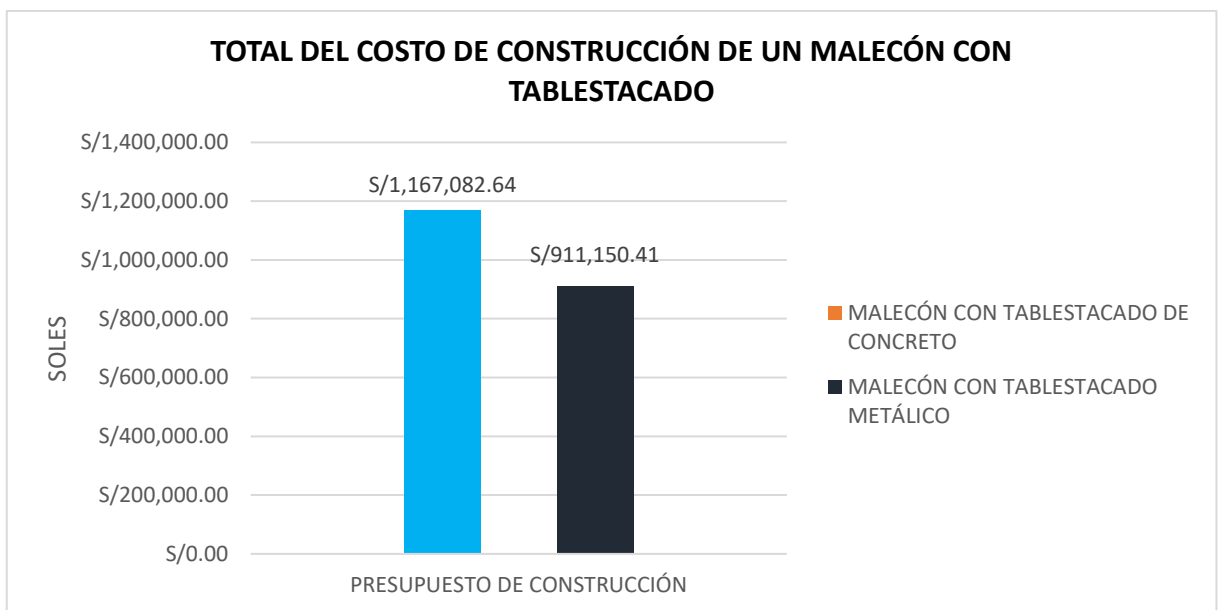


Figura 32. Total del costo de construcción de un malecón de 55.0m. con tablestacado.

De la tabla 34 y tabla 35 se determinó el costo de construcción de un malecón de 55.0m. donde el malecón con tablestacado concreto tiene un costo

de S/ 1'167,082.64 soles y un malecón con tablestacado metálico en S/ 911,150.41 soles.

- Resultados obtenidos de un malecón de 55.0m con tablestacado

Tabla 36. Descripción técnica de un malecón de 55.0m con tablestacado

MALECÓN (55.0M.)	MALECÓN CON TABLESTACADO DE CONCRETO	MALECÓN CON TABLESTACADO METÁLICO
- Área de trabajo	• Requiere un área extensa para almacenarlos	• Apilados entre h=1.50m a 1.70m
- Maniobrabilidad	• Material rígido	• Material flexible
- Movimiento de tierras	• Requiere excavación de 1.50 m antes del hincado	• Requiere excavación 1.0 m. antes del hincado
- Tablestacado	• Tablestacado de concreto: 1.00 X 8.00m	• Tablestacado metálico: 1.40 X 8.00m
- Protección química	• Construido con cemento tipo V, rec 6cm	• Fabricado en caliente con aleaciones especiales para una larga vida.
- Adaptabilidad	• No pueden empalmarse	• Si pueden empalmarse
- Corrosión marina	• Si presenta corrosión, requiere protección de pinturas anticorrosivas	• Si presenta corrosión, requiere protección de pinturas anticorrosivas
- Reutilizable	• No es posible reutilizar por posible resquebrajamiento a la extracción.	• Altamente reutilizable
- Obras complementarias opcionales	• Construcción de enrocados y/o espigones • No tiene soportan grandes pesos, para el malecón requiere estructura adicional de soporte (pilotes mixtos) de Ø16" X 8.00m	• Mantenimiento con pintura anticorrosiva • Si soportan gran peso requiere anclaje adicional

Tabla 37. Resultados de un malecón con tablestacado

ITEM	DESCRIPCION	ALCANCE	TIEMPO	COSTO
1	MALECÓN CON TABLESTACADO DE CONCRETO	36	75 d.	S/1'167,082.64
2	MALECÓN CON TABLESTACADO METÁLICO	26	55 d.	S/911,150.41
	Δ	10	20 d.	S/287,177.92
	%	27.78%	26.67%	21.93%

Tabla 38. Criterios de éxito de un malecón con tablestacado

DESCRIPCIÓN	CRITERIO DE ÉXITO MALECÓN DE 55.0M.	MALECÓN CON TABLESTACADO DE CONCRETO	MALECÓN CON TABLESTACADO METÁLICO	CUMPLIMIENTO
- Alcance de construcción	Alcanzar la meta propuesta con la menor cantidad de actividades constructivas.	Requiere de 36 actividades constructivas	Requiere de 26 actividades constructivas	Un malecón con tablestacado metálico
- Tiempo de construcción	Construir en el menor tiempo posible.	Requiere de 75 días de plazo de construcción	Requiere de 55 días de plazo de construcción	Un malecón con tablestacado metálico
- Costo de construcción	Generar el menor costo de construcción.	Costo de construcción de S/1'167,082.64 Costo por metro es de S/21,219.68	Costo de construcción de S/911,150.41 Costo por metro es de S/16,566.37	Un malecón con tablestacado metálico

De los resultados de la tabla 37, detallados en las tabla 31, tabla 33 y tabla 35, se analizó la construcción de un malecón de 55.0m con tablestacado en la gestión de proyecto de la ejecución de la obra malecón de la Costa Verde, del resultado de este análisis se observó que un malecón de 55.0m. con tablestacado metálico alcanza la meta propuesta con una menor cantidad de actividades constructivas equivalente en un 27.78%, un menor tiempo de construcción equivalente en 26.67% y un costo de construcción menor equivalente en 21.93% a comparación de un malecón de 55.0m. de tablestacado de concreto. Por tanto, la propuesta de un malecón con tablestacado metálico cumple satisfactoriamente los criterios de éxito de la tabla 38.

4.4. Contrastación de hipótesis

4.4.1. Contrastación de hipótesis específica 01

Hipótesis alternativa

Ha: Al implementar el tablestacado metálico se afecta positivamente en el alcance de la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima.

Hipótesis nula

Ho: Al implementar el tablestacado metálico no se afecta positivamente en el alcance de la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima.

Tabla 39. *Datos obtenidos del alcance de actividades constructivas*

Estructura de trabajo		Alcance de actividades constructivas	
Datos	Descripción	Malecón con tablestacado de concreto	Malecón con tablestacado metálico
Malecón de 55.0m. en la Costa Verde			
* Sostenimiento			
01	Trabajos preliminares	3	3
02	Movimiento de tierras	3	3
03	Tablestacado	8	4
04	Sostenimiento complementario	10	0
* Estructura			
05	Elementos estructurales	9	4
06	Elementos prefabricados	0	2
* Plataforma			
07	Plataforma de malecón	3	10
Total de cantidad de actividades		36	26

Tabla 40. *Resumen de procesamiento de casos del alcance de actividades constructivas*

	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Malecón con TC	7	100.0%	0	0.0%	7	100,0%
Malecón con TM	7	100.0%	0	0.0%	7	100,0%

Se realizó la prueba de normalidad para los datos obtenidos

Tabla 41. *Pruebas de normalidad para el alcance de actividades constructivas*

	Kolmogorov-Smirnov ^a (n ≥ 30)			Shapiro-Wilk (n < 30)		
	Estadístico	gl	ρ	Estadístico	gl	ρ
Malecón con TC	0,229	7	0.200	0,869	7	0,183
Malecón con TM	0,274	7	0.121	0,860	7	0,150

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nivel de significancia $\alpha = 0,05\% = 5\%$

Si $p \geq 0,05$, aceptamos H_0 (tienen una distribución normal)

Si $p < 0,05$, aceptamos H_a (no tienen una distribución normal)

Para datos menores de 30 unidades utilizamos Shapiro-Wilk, donde $p \geq 0,05$, por lo tanto, aceptamos la H_0 (La variable en cada uno de los grupos tienen una distribución normal), a continuación, se procede verificar la homogeneidad de varianzas

Tabla 42. *Prueba de homogeneidad de varianzas de alcance de actividades constructivas*

	Estadístico de Levene	gl 1	gl 2	Sig.
ALCANCE Se basa en la media	1,712	1	12	0.215

Si $p \geq 0,05$, aceptamos la hipótesis nula H_0 (Las varianzas son iguales)

Si $p < 0,05$, aceptamos la hipótesis alterna H_a (Las varianzas son diferentes)

De los valores obtenidos por regla decisión $0.215 \geq 0,05$, aceptamos la hipótesis nula H_0 (Las varianzas son iguales), por lo tanto, para poder validar la hipótesis planteada se utilizó la prueba de las medias t-Student.

Tabla 43. Prueba de T-Student del alcance de actividades constructivas

	Levene igualdad de Varianzas		Prueba t para igualdad de medias			
	F	Sig.	t	gl	P (1 factor)	P (2 factor)
ALCANCE Se asumen varianzas iguales	1,712	0.215	0.696	12	0.0245	0.049
No se asumen varianzas iguales			0.696	11.47	0.0245	0.049

Si $p \geq 0,05$, aceptamos la hipótesis nula H_0

Si $p < 0,05$, aceptamos la hipótesis alterna H_a

La regla decisión es $p = 0,0245 < 0,05$, por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna “Al implementar el tablestacado metálico se afecta positivamente en el alcance de la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima”.

4.4.2. Contrastación de hipótesis específica 02

Hipótesis alternativa

H_a : Al implementar el tablestacado metálico se afecta positivamente en el tiempo de la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima.

Hipótesis nula

Ho: Al implementar el tablestacado metálico no se afecta positivamente en el tiempo de la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima.

Tabla 44. Datos obtenidos del tiempo de construcción

Estructura de trabajo		Tiempo de partidas de construcción	
Datos	Descripción	Malecón con tablestacado de concreto	Malecón con tablestacado metálico
Malecón de 55.0m. en la costa verde			
* Sostenimiento			
01	Trabajos preliminares	3 d.	3 d.
02	Movimiento de tierras	61 d.	24 d.
03	Tablestacado	46 d.	21 d.
04	Sostenimiento complementario	16 d.	0 d.
* Estructura			
05	Elementos estructurales	21 d.	30 d.
06	Elementos prefabricados	0 d.	7 d.
* Plataforma			
07	Plataforma de malecón	11 d.	24 d.
Total de tiempo de construcción		75 d.	55 d.

Tabla 45. Resumen de procesamiento de casos para los tiempos de construcción

	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Malecón con TC	7	100.0%	0	0.0%	7	100,0%
Malecón con TM	7	100.0%	0	0.0%	7	100,0%

Tabla 46. Pruebas de normalidad para los tiempos de construcción

Kolmogorov-Smirnov ^a (n ≥ 30)	Shapiro-Wilk (n < 30)
--	-----------------------

	Estadístico	gl	ρ	Estadístico	gl	ρ
Malecón con TC	0,281	7	0.100	0,844	7	0,109
Malecón con TM	0,207	7	0.200	0,864	7	0,166

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nivel de significancia $\alpha = 0,05\% = 5\%$

Si $p \geq 0,05$, aceptamos la hipótesis nula H_0 (tienen una distribución normal)

Si $p < 0,05$, aceptamos la hipótesis alterna H_a (no tienen una distribución normal)

Para datos menores de 30 unidades utilizamos Shapiro-Wilk, donde $p \geq 0,05$, por lo tanto, aceptamos la H_0 (La variable en cada uno de los grupos tienen una distribución normal), a continuación, se procede verificar la homogeneidad de varianzas

Tabla 47. Prueba de homogeneidad de varianzas de los tiempos de construcción

	Estadístico de Levene	gl 1	gl 2	Sig.
TIEMPO Se basa en la media	1,324	1	12	0.272

Si $p \geq 0,05$, aceptamos la hipótesis nula H_0 (Las varianzas son iguales)

Si $p < 0,05$, aceptamos la hipótesis alterna H_a (Las varianzas son diferentes)

De los valores obtenidos por regla decisión $0.272 \geq 0,05$, aceptamos la hipótesis nula H_0 (Las varianzas son iguales), por lo tanto, para poder validar la hipótesis planteada se utilizó la prueba de las medias t-Student.

Tabla 48. Prueba de T-Student de los tiempos de construcción

Levene igualdad de Varianzas	Prueba t para igualdad de medias
------------------------------	----------------------------------

		F	Sig.	t	gl	P (1 factor)	P (2 factor)
TIEMPO	Se asumen varianzas iguales	1,324	0.272	0.674	12	0.0195	0.039
	No se asumen varianzas iguales			0.674	10.174	0.0195	0.039

Si $p \geq 0,05$, aceptamos la hipótesis nula H_0

Si $p < 0,05$, aceptamos la hipótesis alterna H_a

La regla decisión es $p = 0,0195 < 0,05$, por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna “Al implementar el tablestacado metálico se afecta positivamente en el tiempo de la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima”.

4.4.3. Contrastación de hipótesis específica 03

Hipótesis alternativa

H_a : Al implementar el tablestacado metálico se afecta positivamente en los costos de la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima.

Hipótesis nula

H_0 : Al implementar el tablestacado metálico no se afecta positivamente en los costos de la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima.

Tabla 49. *Datos obtenidos del costo de construcción*

Estructura de trabajo		Costo de partidas de construcción	
Datos	Descripción	Malecón con tablestacado de concreto	Malecón con tablestacado metálico

Malecón de 55.0m. en la Costa**Verde***** Sosténimiento**

01	Trabajos preliminares	3 d.	3 d.
02	Movimiento de tierras	61 d.	24 d.
03	Tablestacado	46 d.	21 d.
04	Sosténimiento complementario	16 d.	0 d.

*** Estructura**

05	Elementos estructurales	21 d.	30 d.
06	Elementos prefabricados	0 d.	7 d.

*** Plataforma**

07	Plataforma de malecón	11 d.	24 d.
----	-----------------------	-------	-------

Total de costo de construcción		75 d.	55 d.
---------------------------------------	--	--------------	--------------

Tabla 50. Resumen de procesamiento de casos para los costos de construcción

	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Malecón con TC	7	100.0%	0	0.0%	7	100,0%
Malecón con TM	7	100.0%	0	0.0%	7	100,0%

Tabla 51. Pruebas de normalidad para los costos de construcción

	Kolmogorov-Smirnov ^a (n ≥ 30)			Shapiro-Wilk (n < 30)		
	Estadístico	gl	ρ	Estadístico	gl	ρ
Malecón con TC	0,188	7	0.194	0,794	7	0,101
Malecón con TM	0,215	7	0.107	0,769	7	0,085

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nivel de significancia $\alpha = 0,05\% = 5\%$

Si $p \geq 0,05$, aceptamos la hipótesis nula H_0 (tienen una distribución normal)

Si $p < 0,05$, aceptamos la hipótesis alterna H_a (no tienen una distribución normal)

Para datos menores de 30 unidades utilizamos Shapiro-Wilk, donde $p \geq 0,05$, por lo tanto, aceptamos la H_0 (La variable en cada uno de los grupos tienen

una distribución normal), a continuación, se procede verificar la homogeneidad de varianzas

Tabla 52. Prueba de homogeneidad de varianzas de los costos de construcción

		Estadístico de Levene	gl 1	gl 2	Sig.
COSTO	Se basa en la media	1,138	1	12	0.198

Si $p \geq 0,05$, aceptamos la hipótesis nula H_0 (Las varianzas son iguales)

Si $p < 0,05$, aceptamos la hipótesis alterna H_a (Las varianzas son diferentes)

De los valores obtenidos por regla decisión $0.198 \geq 0,05$, aceptamos la hipótesis nula H_0 (Las varianzas son iguales), por lo tanto, para poder validar la hipótesis planteada se utilizó la prueba de las medias t-Student.

Tabla 53. Prueba de T muestras independientes de los costos de construcción

		Levene igualdad de Varianzas		Prueba t para igualdad de medias			
		F	Sig.	t	gl	P (1 factor)	P (2 factor)
COSTO	Se asumen varianzas iguales	1,138	0.198	0.543	12	0.0188	0.037
	No se asumen varianzas iguales			0.543	10.062	0.0188	0.037

Si $p \geq 0,05$, aceptamos la hipótesis nula H_0

Si $p < 0,05$, aceptamos la hipótesis alterna H_a

La regla decisión es $p = 0,0188 < 0,05$, por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna “Al implementar el tablestacado metálico se afecta positivamente en los costos de la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima”.

4.4.4. Contrastación de hipótesis general

Hipótesis alternativa

Ha: La implementación del tablestacado metálico afecta positivamente la gestión de proyectos en la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima.

Hipótesis nula

Ho: La implementación del tablestacado metálico no afecta positivamente la gestión de proyectos en la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima.

Tomando en cuenta la aceptación de resultados de las hipótesis específicas 01, 02 y 03. se concluye que la hipótesis general que la implementación del tablestacado metálico afecta positivamente la gestión de proyectos en la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Discusión de resultados

Discusión hipótesis específica 01

En cuanto a los resultados de implementar el tablestacado metálico se afecta positivamente en el alcance de la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima.

Se compara los resultados aprendidos de Correa y Silva quien en su tesis denominada “Diagnóstico de la gestión del alcance, del tiempo y del costo, según las buenas prácticas del PMBOK 6ed, en un proyecto de mejoramiento de vías urbanas en el municipio de el Peñón, Cundinamarca”, menciona, de acuerdo con el diagnóstico del proyecto, procesos que no se llevaron a cabo en la gestión del alcance, como la recopilación de requisitos, la definición del alcance, la creación de la estructura de desglose de trabajo (EDT) y la validación del alcance, definición y secuencia de las actividades, el desarrollo y control del cronograma, debido a falta de definición afectó la ejecución del proyecto, provocando retrasos y modificaciones en el alcance en la fase final de su ejecución por lo tanto la

gestión del alcance del proyecto es fundamental para el éxito del mismo (Correa y Silva, 2021, p. 71), También con los resultados de Umaña, quien en su tesis denominada “Guía para la gestión del alcance, tiempo y costo de los proyectos de Desarrollos Mega”, menciona, que los proyectos de construcción suelen verse afectados por la falta de definición del alcance, de manera organizada y con herramientas de gestión de proyectos para reducir los problemas de falta de definición que se reflejan en planos y especificaciones técnicas. Concluyendo la que la gestión del alcance del proyecto se centra en definir y controlar lo que está incluido y lo que no está incluido en el proyecto, para lograr su culminación (Umaña, 2018, p. 40). También con los resultados de Prudencio y Figueroa, quien en su tesis denominada “Optimización de la gestión del alcance para mitigar cambio en edificaciones”, menciona, en una gestión de alcance se identificaron las causas de los costos adicionales, cuantificando e identificaron las actividades y procesos críticos, concluyendo que las actividades dentro de los procesos de definición del alcance y desarrollo del diseño son las más costosas, incidiendo en el 57% del costo total de los adicionales (Prudencio y Figueroa, 2019, p. 93).

Como se puede observar en los resultados obtenidos ver tabla 39 y tabla 43, se concluye que el alcance de la implementación del tablestacado metálico tiene un efecto favorable y significativo en la gestión de proyecto de la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima, demostrando que al plantear un malecón con tablestacado metálico considerando sus actividades constructivas correspondientes cuenta con un

alcance de actividades constructivas menor que un malecón con tablestacado de concreto; por consiguiente, la hipótesis fue aprobada.

Discusión hipótesis específica 02

En cuanto a los resultados de implementar el tablestacado metálico se afecta positivamente en el tiempo de la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima.

Si compara con los resultados aprendidos de Gonzales y Suarez, quien en su tesis denominada “Evaluación de la influencia del PMI sobre la triple restricción de un proyecto de consultoría de infraestructura: caso de estudio basado en diseños de obras civiles para servicio público domiciliario en Bogotá” menciona, que se la influencia del PMI sobre la triple restricción de un proyecto logró una disminución del 31% en el tiempo y del 23% en los costos en comparación con los datos históricos de la organización, a pesar de esta reducción significativa, no se alcanzó el resultado esperado, ya que hubo un retraso del 7,67% en el tiempo, equivalente a 23 días, y un exceso de costos del 2,30%, aproximadamente 18 millones de pesos, en comparación con lo planificado (Gonzales y Suarez, 2017, p. 93), También con los resultados de Umaña, quien en su tesis denominada “Guía para la gestión del alcance, tiempo y costo de los proyectos de Desarrollos Mega”, menciona, respetar los procedimientos para manejar el tiempo y combinarlos con una sólida gestión de riesgos en proyectos de construcción es desafiante, pero garantiza un alto nivel de probabilidad de cumplir con el cronograma base (Umaña, 2018, p. 40).

Como se puede observar en los resultados obtenidos ver tabla 44 y tabla 48, se concluye que el tiempo de la implementación del tablestacado metálico tiene un efecto favorable y significativo en la gestión de proyecto de la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima, demostrando que al plantear un malecón con tablestacado metálico considerando todas sus partidas constructivas tienen el tiempo de construcción menor que un malecón con tablestacado de concreto; por consiguiente, la hipótesis fue aprobada.

Discusión hipótesis específica 03

En cuanto a los resultados de implementar el tablestacado metálico se afecta positivamente en el costo de la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima.

Se compara con los resultados aprendidos de Umaña, quien en su tesis denominada “Guía para la gestión del alcance, tiempo y costo de los proyectos de Desarrollos Mega”, menciona, que el modelo actual de gestión de alcance, tiempo y costo presenta deficiencias los procesos que evalúan el éxito de un proyecto, los retrasos y excesos de costos evidencian la urgencia de modificar la forma en que se manejan las obras (Umaña, 2018, p. 40), también con los resultados de Gonzales y Suarez, quien en su tesis denominada “Optimización de la gestión del alcance para mitigar cambio en edificaciones”, menciona, para identificar las especialidades con mayor impacto en el costo total de los adicionales, se han determinado que las

causas están directamente vinculadas al diseño de los proyectistas las cuales son la falta de detalle, diseños complementarios y la omisión de diseño, las cuales influyen significativamente en los costos totales de los proyectos (Gonzales y Suarez, 2017, p. 93).

Como se puede observar en los resultados obtenidos ver tabla 49 y tabla 53, se concluye que costo de la implementación del tablestacado metálico tiene un efecto favorable y significativo en la gestión de proyecto de la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima, demostrando que al plantear un malecón con tablestacado metálico considerando todas sus partidas constructivas tienen el costo de construcción menor que un malecón con tablestacado de concreto; por consiguiente, la hipótesis fue aprobada.

Discusión hipótesis general

En cuanto a los resultados de implementar el tablestacado metálico afecta positivamente la gestión de proyectos de la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima.

Se compara con los resultados aprendidos de Umaña, quien en su tesis denominada “Guía para la gestión del alcance, tiempo y costo de los proyectos de Desarrollos Mega”, menciona, la organización debe dedicar recursos humanos a la fase de planificación de proyectos en términos de alcance, tiempo y costo, donde la gestión de proyectos juega un papel crucial en el éxito final de un proyecto, y la falta de esta gestión se evidencia

en el fracaso (Umaña, 2018, p. 40). Además, para Jiménez menciona que para profundidades de clava entre los 5.50 y 6 metros el método de Braja M. Das y ProSheet proporcionan resultados aun aceptables, donde los momentos flectores y las profundidades de clava presentan valores que también resultarían poco deformables y secciones poco robustas. Donde el desempeño de las tablestacas se podrá mejorar con el diseño de anclajes (Jiménez, 2021, p. 66).

Al observar los resultados de la obtenidos en la hipótesis específica 01, hipótesis específica 02 e hipótesis específica 03, se concluye que la implementación del tablestacado metálico tiene un efecto favorable y significativo en la gestión de proyecto de la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde de la ciudad de Lima, demostrando que al plantear un malecón con tablestacado metálico afecta positivamente el desarrollo del proyecto de construcción; por consiguiente, la hipótesis fue aprobada.

CONCLUSIONES

De acuerdo, a los resultados de investigación y objetivos planteados en la presente investigación se concluyó lo siguiente:

1. Al implementar un malecón con tablestacas metálicas en la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde, se reduce en un 27.78% la cantidad de actividades constructivas en comparación con un malecón con tablestacado de concreto. Esto se debe a que el malecón con tablestacado metálico requiere solo 26 actividades constructivas, mientras que el malecón con tablestacado de concreto requiere 36 actividades constructivas.

Este resultado demuestra que un malecón con tablestacado de concreto requiere estructuras adicionales para sostener la plataforma, lo que genera mayores actividades constructivas y que afectan negativamente el tiempo de ejecución y el presupuesto del proyecto. En contraste, de un malecón con tablestacado metálico puede reducir significativamente estas necesidades adicionales, permitiendo una ejecución más eficiente y eficaz del proyecto.

2. Al implementar un malecón con tablestacas metálicas en la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde, se reduce en un 26.67% el tiempo de construcción en comparación con un malecón con tablestacado de concreto. Esto se debe a que el malecón con tablestacado metálico requiere 55 días de ejecutar sus partidas constructivas, mientras que el malecón con tablestacado de concreto requiere 75 días de ejecutar sus partidas constructivas.

Este resultado demuestra que un malecón con tablestacado metálico no necesita estructuras adicionales de sostenimiento, requiere menos materiales y procesos

constructivos, lo que resulta una ejecución más eficiente y eficaz del proyecto, reduciendo el plazo de construcción y mejorando la gestión de recursos.

3. Al implementar un malecón con tablestacas metálicas en la ejecución de la obra del malecón de la Costa Verde, se reduce en un 21.93% el costo de construcción en comparación con un malecón con tablestacado de concreto, estimando un costo de construcción de un malecón con tablestacado metálico en S/ 911,150.41, mientras que para un malecón con tablestacado de concreto es de S/ 1'167,082.64 de un malecón. Este resultado demuestra que un malecón con tablestacado de concreto requiere mayor cantidad de partidas constructivas. Esto implica una mayor necesidad de materiales constructivos como concreto y acero, lo que genera un aumento significativo del presupuesto de construcción. En contraste, el tablestacado metálico, al ser un material prefabricado, alta de impermeabilidad, rápido hincado, fácil traslape, y poco desperdicio, lo que reduce significativamente las actividades constructivas, acorta el plazo de construcción y disminuye el costo de construcción.
4. Una gestión de proyecto en base al modelo de gestión del triángulo de Hierro, concluye que los materiales prefabricados agilizan el proceso constructivo en beneficio de la gestión de proyecto reduciendo el tiempo de construcción para una gestión más efectiva.

RECOMENDACIONES

1. Considerar la implementación del uso de tablestacas de acero especialmente en zonas de construcción de espacio limitado como ataguías, (puertos y puentes), muros de protección (Puentes, riveras y carreteras), y protección en excavaciones profundas (Entibaciones profundas).
2. La experiencia y destreza profesional permite ampliar hasta seis restricciones para un mejor manejo de la gestión del proyecto cuales son el alcance, costo, tiempo, calidad, recursos y riesgos, manejarlas permiten superar las restricciones encontradas en el desarrollo de cualquier proyecto.
3. Utilizar modelos de información digital 3D, 4D y 5D con la finalidad de mantener un alto control del proyecto a nivel de alcance, costo y tiempo.
4. Promover campañas de concientización y sensibilización con la ciudadanía con la finalidad de generar aprobación a las nuevas prácticas constructivas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCELORMITTAL. (2019). *Tablestacas de acero*. Luxemburgo: ArcelorMittal Commercial RPS S.à.r.l. 2019. 64 pp. [fecha de consulta: 13 de diciembre del 2020]. Disponible en <https://constructalia.arcelormittal.com/es/productos/tablestacas>
- ARIAS, F. (2012). *El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica*. Sexta edición. Caracas: Editorial Episteme, C.A, 2012. 146 pp. [fecha de consulta: 22 de febrero del 2021] ISBN: 9800785299. Disponible en: <https://abacoenred.org/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf>
- ARBAIZA, L. (2014). *Como elaborar una tesis de grado*. Lima: Universidad ESAN, 2014. 328 pp. ISBN: 9786124110344
- BERNAL, Cesar A. (2010). *Metodología de la investigación*. Tercera edición. Colombia: Pearson Educación, 2010. 322 pp. ISBN:9789586991285
- CESPEDES, J. y LABAN, J. (2021). *Comparación técnica entre el uso de tablestacas de concreto armado y acero como estructuras de defensa ribereñas en el río Piura*. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Piura: Universidad Cesar Vallejo, 2021. 81 pp. [fecha de consulta: 30 de noviembre del 2021]. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/85937>
- CÉPEDA, D. (2020). *Análisis comparativo de cimentación profunda de un centro comercial con pilotes excavados y micropilotes*. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2020. 88 pp. [fecha de consulta: 18 de enero del 2021]. Disponible en <http://hdl.handle.net/20.500.12404/16596>
- CORREA, L. y SILVA, S. (2021). *Diagnóstico de la gestión del alcance, del tiempo y del costo, según las buenas prácticas del PMBOK 6ed, en un proyecto de mejoramiento de vías urbanas en el municipio de El Peñón, Cundinamarca*. Tesis (Título de Especialista en Gerencia de Obras). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2021. 74 pp. [fecha de consulta: 08 de diciembre del 2021]. Disponible en <https://hdl.handle.net/10983/26502>
- CHACÓN, D. (2020). *Diseño geotécnico de cuatro obras asociadas a: cimentaciones profundas hincadas, pantallas de tablestacas ancladas, micro túneles y respuesta*

- dinámica de rellenos de reclamación*. Tesis (Título de Maestría Profesional en ingeniería Geotécnica). San José: Universidad de Costa Rica, 2020. 506 pp. [fecha de consulta: 08 de septiembre 2021]. Disponible en <https://hdl.handle.net/10669/82344>
- BRAJA D. (2011). *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones*. Séptima edición. México: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V, 2011. 819 pp. [fecha de consulta: 28 de enero del 2021] ISBN:9876074818239. Disponible en https://www.academia.edu/42603156/Braja_Das_Fundamentos_de_ingenieria_d_e_cimentaciones_7ed
- EBY, K. (2017). *La triple restricción: El triángulo de la gestión de proyectos: alcance, tiempo y costo* [en línea], smartsheet Inc. 2017. [fecha de consulta: 10 de mayo del 2020]. Disponible en: <https://es.smartsheet.com/triple-constraint-triangle-theory>
- FERNÁNDEZ, J. (2017). *Análisis y propuesta metodológica para el cálculo de tasas de erosión y otros indicadores costeros en un sector de la costa andaluza*. Sevilla: Universidad de Sevilla, 2017, 53 pp, [fecha de consulta: 14 de agosto 2021]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11441/75397>
- GONZÁLEZ, J. y SUÁREZ, S. (2017). *Evaluación de la influencia del PMI sobre la Triple Restricción de un proyecto de consultoría de infraestructura: caso de estudio basado en diseños de obras civiles para servicio público domiciliario en Bogotá*. Tesis (Maestría en Ingeniería Civil). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana de Colombia, 2017. 98 pp. [fecha de consulta: 08 de octubre 2021]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10554/36997>
- HENAO, D. (2019). *El triángulo de hierro en gestión de proyectos*. Bogotá: Corporación Unificada Nacional de Educación Superior, 2019, 5. pp, [fecha de consulta: 08 de agosto 2021]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/418277527/El-Triangulo-de-Hierro-en-Gestion-de-Proyectos>
- HENRIQUEZ, M. (2010). *Muelles de tablestaca, comparación de los métodos de diseño de Dinamarca, Japón, España y Estados Unidos*. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Concepción: Universidad Católica La Santísima Concepción, 2010. 117 pp. [fecha de consulta: 17 de diciembre 2020]. Disponible en: <http://www.civil.ucsc.cl/investigacion/memorias/2010ManuelHenriquez.pdf>

- HERNÁNDEZ, D. (2020). *Caracterización de actividades constructivas basado en conceptos de mejoramiento de productividad y desarrollo de procedimientos técnicos*. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Bogotá: Universidad de los Andes, 2020. 26 pp. [Fecha consulta: 4 de mayo 2021]. <http://hdl.handle.net/1992/51435>
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. Y BAPTISTA M. (2014). *Metodología de la Investigación*. Sexta Edición, Mexico: McGraw-Hill, 2014. 632 pp. [Fecha consulta: 23 de junio 2021]. ISBN: 9781456223960 Disponible en <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista- Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- JIMÉNEZ, A. (2021). *Análisis comparativo de metodologías de cálculo para el diseño de tablestacas de acero*. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Quito: Universidad Internacional SEK, 2021. 98 pp. [fecha de consulta: 27 de enero 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/4530>
- MARTÍNEZ, J., WAINSHOTKI, H. y CÓRDOVA, L. (2018). *Diseño del muro del malecón Habanero armado con polímeros reforzados con fibras de vidrio*. Revista Scientific Electronic Library Online SciELO. [en línea]. mayo-agosto, 2018, 31-45 [fecha de consulta: 10 de noviembre de 2019]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382018000200003
- MERLOTTO, A. y BÉRTOLA, G. (2007). *Consecuencias socio-económicas asociadas a la erosión costera en el balneario parque Mar Chiquita, Argentina*. Alicante: Universidad de Alicante. Instituto Universitario de Geografía, 2007, 143-160 pp, [fecha de consulta: 15 de agosto 2021]. Disponible en: <https://www.investigacionesgeograficas.com/article/view/2007-n43-consecuencias-socio-economicas-asociadas-a-la-erosion-c>
- MOLINA, D. (2017). *Análisis comparativo para el diseño de tablestacas*. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cuenca: Universidad Católica de Cuenca, 2017. 119 pp. [fecha de consulta: 03 de noviembre del 2020]. Disponible en: <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/1788>
- PARIONA, J. y VILCAHUAMAN, M. (2019). *Implementación de la gestión de proyectos bajo el enfoque del PMBOK para mejorar el desempeño de los*

- proyectos de inversión pública en la municipalidad distrital Mariscal Cáceres - Huancavelica - 2019*. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Huancayo: Universidad Continental, 2020. 230 pp.
- PROJECT Management Institute, PMI. (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (guía del PMBOK)*. Quinta edición. Pennsylvania: Project Management Institute, Inc., 2013. 616 pp. [fecha de consulta: 13 de febrero del 2020] Disponible en: https://topodata.com/wp-content/uploads/2019/10/PMBOK_Guide5th_Spanish.pdf
- PROJECT Management Institute, PMI. (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)*. Sexta edición. Pennsylvania: Project Management Institute, 2017. 762 pp. [fecha de consulta: 08 de octubre del 2021] Disponible en: https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/pmbok-standards/pmbok-guide-6th-errata.pdf?rev=66712958a62647f6b285b3f24cf29dc4&sc_lang_temp=es-ES
- PROJECT Management Institute, PMI. (2021). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)*. Séptima edición. Pennsylvania: Project Management Institute, 2021. 370 pp. [fecha de consulta: 11 de octubre del 2021] Disponible en: https://www.academia.edu/110746631/PMBOK_S%C3%A9ptima_Edici%C3%B3n_PMI
- PRUDENCIO, M. y UNDA, A. (2019). *Optimización de la Gestión del Alcance para mitigar los cambios en edificaciones*. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019. 170 pp. [fecha de consulta: 28 de mayo del 2021] Disponible en: <http://hdl.handle.net/10757/625874>
- RAMOS, J. (2015). *Costos y presupuestos en edificaciones*. Lima: Empresa Editora Macro EIRL, 2015. 465 pp. ISBN: 9786123042820.
- RIOS, R. (2016). *Proyectos tramos especiales malecón y ciclovía costa verdes*. Lima: EMAPE, 2016. 80 pp.
- ROJO, G. (2016). *Estudio de sistemas de sostenimiento de suelo en excavaciones en edificios*. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2016. 192 pp. [fecha de consulta: 21 de junio del 2021] Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/142449>

- RUIZ, J. (2016). *Gestión de proyectos y el desarrollo de competencias laborales en la Municipalidad de San Juan de Lurigancho – 2016*. Tesis (Magister en Gestión Pública). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017. 112 pp. [fecha de consulta: 28 de junio del 2021] Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/17126>
- SANCHEZ, V. (2018). *Diseño de malecón en voladizo con tablestacado para la obra: Mejoramiento del malecón de la Costa Verde, tramo San Isidro-Chorrillos*. Lima: EMAPE, 2018. 137 pp.
- SANCHEZ, H. y REYES C. (2006). *Metodología y diseño en la investigación científica*. Cuarta edición. Lima: Editorial Visión Universitaria. 2006, 221 pp. ISBN: 9972969533
- SILES, R. y MONDELO, E. (2018). *Herramientas y técnicas para la gestión de proyectos de desarrollo PM4R. Certificación Project Management Associate PMA*. Cuarta edición, Washington: Banco Interamericano de Desarrollo (BID), 2018. 137 pp. [fecha de consulta: 21 de enero del 2020] Disponible en: https://indesvirtual.iadb.org/file.php/1/PM4R/Guia%20de%20Aprendizaje%20PMA%20SPA.pdf?fbclid=IwAR0_17MRzWGU-xgLTA1HregQQYcDu4V8vVnAga7GbhPdR2dJ0QbezaNZ-ig
- TAPULLIMA, C. (2018). *Influencia de la metodología del Project Management Institute en el éxito de la gerencia de proyectos de la empresa Genesis E.I.R.L. 2018*. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018. 82 pp. [fecha de consulta: 14 de abril del 2021] Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/27320>
- TREJO, M. (2019). *Elementos de Retención - Muros y Tablestacas*. Zacatenco: Instituto Politécnico Nacional, 2019. 24 pp. [fecha de consulta: 25 de abril del 2020] Disponible en: https://www.academia.edu/39851930/ELEMENTOS_DE_RETENCI%C3%93N_Muros_y_tablestacas
- UMAÑA, F. (2018). *Guía para la gestión del alcance, tiempo y costo de los proyectos de Desarrollos Mega*. Tesis (Título de Licenciatura en Ingeniería en Construcción). Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2018. 146 pp. [fecha de consulta: 09 de septiembre del 2021] Disponible en: <https://hdl.handle.net/2238/10042>

- EUROPEAN committee for standardization CEN. (2007). *Eurocode 3: Design of steel structures - Part 5: Piling*. EN 1993-5 2007, 97 pp. fecha de consulta: 09 de febrero del 2021] Disponible en: <https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2015/12/en.1993.5.2007.pdf>
- VARA, A. (2012). *7 pasos para una tesis exitosa. Desde la idea inicial hasta la sustentación: un método efectivo para las ciencias empresariales*. Tercera edición. Lima: Instituto de Investigación de la facultad de Ciencias Administrativas y Recursos Humanos. Universidad de San Martín de Porres. 2012, 451 pp. [fecha de consulta: 08 de abril del 2020] Disponible en: <https://www.administracion.usmp.edu.pe/investigacion/files/7-PASOS-PARA-UNA-TESIS-EXITOSA-Desde-la-idea-inicial-hasta-la-sustentaci%C3%B3n.pdf>
- VERA, M. (2016). *Mejoramiento del malecón de la Costa Verde, Provincia de Lima-Lima, tramo: San Isidro-Chorrillos*. Lima: EMAPE S.A, 2016, 294 pp.
- YEPES, V. (2016). *Procedimientos de construcción de cimentaciones y estructuras de contención*. Valencia: Universitat Politècnica de València, 2016. 204 pp. [fecha de consulta: 10 de marzo del 2020] ISBN: 9788490484586. Disponible en: https://vivlio.casadellibro.com/product/9788490484586_9788490484586_10047/procedimientos-de-construccion-de-cimentaciones-y-estructuras-de-contencion#tabs-2