

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**Uso de techos autosoportados para optimizar el costo - tiempo en la
rehabilitación del colegio La Inmaculada de Talara - Piura**

Línea de Investigación: Ingeniería de la Construcción, Ingeniería Urbana,
Ingeniería Estructural

Sub Línea de Investigación: Estructuras y Materiales

Autores:

Calmet Saavedra, Guillermo Alejandro

Peña Meléndez, Edivelton Alejandro

Jurado Evaluador:

Presidente: Príncipe Reyes, Roger Alberto

Secretario: Vincés Rentería, Manuel Alberto

Vocal: Ramal Montejo, Rodolfo Enrique

Asesor:

Valdiviezo Castillo, Krissia del Fátima

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0717-6370>

PIURA – PERÚ

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 2024/10/25

2024

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**Uso de techos autoportados para optimizar el costo - tiempo en la
rehabilitación del colegio La Inmaculada de Talara - Piura**

Línea de Investigación: Ingeniería de la Construcción, Ingeniería Urbana,
Ingeniería Estructural

Sub Línea de Investigación: Estructuras y Materiales

Autores:

Calmet Saavedra, Guillermo Alejandro

Peña Meléndez, Edivelton Alejandro

Jurado Evaluador:

Presidente: Príncipe Reyes, Roger Alberto

Secretario: Vines Rentería, Manuel Alberto

Vocal: Ramal Montejo, Rodolfo Enrique

Asesor:

Valdiviezo Castillo, Krissia del Fátima

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0717-6370>

PIURA – PERÚ

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 2024/10/25 **2024**

Uso de techos autoportados para optimizar el costo - tiempo en la rehabilitación del colegio La Inmaculada de Talara - Piura

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%	6%	1%	%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.slideshare.net Fuente de Internet	2%
2	vdocuments.es Fuente de Internet	1%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	docplayer.es Fuente de Internet	1%

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 1%

Ms. Valdiviezo Castillo Krissia del Fátima
Docente asesor
Registro CIP: 108587

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, **Valdiviezo Castillo, Krissia del Fátima**, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada **"Uso de techos autoportados para optimizar el costo - tiempo en la rehabilitación del colegio La Inmaculada de Talara - Piura"**, del (los) autor (es) **Calmet Saavedra, Guillermo Alejandro Y Peña Meléndez, Edivelton Alejandro Y** dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud del 0%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 02 de julio del 2024
- He revisado con detalle dicho reporte de la tesis **"Uso de techos autoportados para optimizar el costo - tiempo en la rehabilitación del colegio La Inmaculada de Talara - Piura"**, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Ciudad y fecha: PIURA, 10 de octubre del 2024



Peña Meléndez, Edivelton Alejandro
DNI: 71929918



Calmet Saavedra, Guillermo Alejandro
DNI: 73150409



Valdiviezo Castillo, Krissia del Fátima
DNI: 42834528
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0717-6370>



DEDICATORIA

A mis padres, por el constante apoyo que me brindaron para llegar hasta acá, por su infinito amor y por cada palabra de aliento para continuar mi camino.

A mis abuelos, por enseñarme a no rendirme a pesar de las adversidades y ser mi soporte en todo momento.

CALMET SAAVEDRA, GUILLERMO ALEJANDRO

Para aquellos que nunca dejaron de creer en mí, para los que me inspiraron a seguir adelante y para los que siempre estuvieron a mi lado en este viaje, esta tesis está dedicada a ustedes. Su apoyo incondicional ha sido mi fuerza motriz. ¡Gracias por ser mi constante fuente de inspiración y motivación!

PEÑA MELENDEZ, EDIVELTON ALEJANDRO

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, gracias a Dios, por guiarme en cada paso que di y estar conmigo en cada decisión que tomé.

Agradezco a cada persona que estuvo ahí, demostrándome su aprecio y cariño para que yo pueda cumplir mis metas.

Muchas gracias queridos míos, los aprecio con el corazón.

CALMET SAAVEDRA, GUILLERMO ALEJANDRO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todos aquellos que contribuyeron de alguna manera a la realización de esta tesis. A mi familia, amigos, profesores, y colegas, su apoyo, orientación y ánimo fueron fundamentales en este camino. También quiero agradecer a [nombre de la institución] por brindarme los recursos necesarios para llevar a cabo este proyecto. Su ayuda ha sido invaluable y estoy profundamente agradecido por ello.

PEÑA MELENDEZ, EDIVELTON ALEJANDRO

RESUMEN

Durante los últimos años se ha ido implementando en el Perú el uso de nuevas tecnologías que cumplen con los estándares establecidos en las normativas para la fabricación y montaje de cubiertas metálicas, logrando obtener mayor rapidez, menores costos, diseños innovadores, aprovechamiento de espacios y cuidado del medio ambiente. La presente investigación busca evaluar si el uso de techos autosoportados tipo membrana en la rehabilitación del colegio La Inmaculada de la ciudad de Talara, logra la optimización del costo-tiempo de ejecución, permitiendo al Estado realizar una mayor cantidad de obras y mantenimientos de infraestructuras educativas con una menor inversión. Para ello, se realizó un análisis comparativo entre la propuesta de cubiertas metálicas convencionales del expediente técnico y este innovador sistema constructivo, basándonos en sus descripciones técnicas, propiedades de los componentes estructurales, condiciones funcionales, presupuestos y cronogramas de obra, apoyados, a su vez, en el análisis de factores que los afectan, de los ratios y de la productividad mediante diagramas de Pareto, logrando obtener un porcentaje de optimización en costos de 43.40% y en tiempo de ejecución de 31.52% a favor de la propuesta ejecutada.

De esta manera, se concluyó que los techos autosoportados tipo membrana resultaron mucho más rápidos y económicos de construir, ya que prescindieron de los componentes estructurales propios del sistema convencional al cubrir el patio de formación y las 03 losas deportivas existentes en el colegio a intervenir.

Palabras Claves: nuevas tecnologías, techos autosoportados, cubiertas metálicas convencionales, optimización de costo- tiempo de ejecución.

ABSTRACT

In recent years, the use of new technologies that meet the standards established in the regulations for the manufacture and assembly of metal roofs has been implemented in Peru, achieving greater speed, lower costs, innovative designs, use of spaces and care of the environment. The present investigation seeks to evaluate whether the use of self-supporting membrane-type roofs in the rehabilitation of the La Inmaculada school in the city of Talara, achieves the optimization of the cost-time of execution, allowing the State to carry out a greater number of works and maintenance of educational infrastructures. with less investment. To this end, a comparative analysis was carried out between the proposal for conventional metal roofs from the technical file and this innovative construction system, based on its technical descriptions, properties of the structural components, functional conditions, budgets and work schedules, supported, in turn. , in the analysis of factors that affect them, ratios and productivity through Pareto diagrams, managing to obtain a percentage of optimization in costs of 43.40% and in execution time of 31.52% in favor of the executed proposal.

In this way, it was concluded that the self-supporting membrane-type roofs were much faster and cheaper to build, since they dispensed with the structural components of the conventional system when covering the training yard and the 03 existing sports slabs in the school to be intervened.

Keywords: new technologies, self-supporting roofs, conventional metal roofs, cost-execution time optimization.

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

De conformidad y en cumplimiento con los requisitos estipulados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno del programa de estudios de Ingeniería Civil, ponemos a vuestra disposición la presente tesis titulada: “Uso de techos autosoportados para optimizar el costo - tiempo en la rehabilitación de un colegio de la provincia de Talara - Piura”, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.



CALMET SAAVEDRA, GUILLERMO A.



PEÑA MELENDEZ, EDIVELTON A.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTO.....	2
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
PRESENTACIÓN	5
I. INTRODUCCIÓN	16
1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	16
1.2 OBJETIVOS.....	18
1.2.1 Objetivo general	18
1.2.2 Objetivos específicos.....	18
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	18
1.3.1 Justificación Técnica	18
1.3.2 Justificación Social	19
1.3.3 Justificación Académica	¡Error! Marcador no definido.
II. MARCO DE REFERENCIA.....	19
2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	19
2.1.1 Antecedentes internacionales	19
2.1.2 Antecedentes Nacionales.....	20
2.1.3 Antecedentes Regionales.....	21
2.2 MARCO TEÓRICO	22
2.2.1 Cubiertas metálicas.....	22
2.2.1.1 Características de funcionalidad .	¡Error! Marcador no definido.
2.2.1.2.1 Cubiertas metálicas convencionales	24
2.2.1.2.2 Techos autosoportados.....	25

2.2.1.2.2.1	Normativa para el diseño estructural de techos autosoportados.....	27
2.2.1.2.2.2	Criterios de diseño estructural.....	27
2.2.1.2.2.3	Cargas de diseño	28
2.2.1.2.2.4	Proceso constructivo de techos autosoportados	30
2.3	MARCO CONCEPTUAL	31
2.4	SISTEMA DE HIPÓTESIS	32
2.4.1	Hipótesis general.....	32
2.4.2	Variables	32
2.4.2.1	Variable independiente	32
2.4.2.2	Variable dependiente	32
2.4.3	Operacionalización de variables.....	32
III.	METODOLOGÍA EMPLEADA.....	33
3.1	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	33
3.1.1	Tipo	33
3.1.2	Nivel	33
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO	34
3.2.1	Población.....	34
3.2.2	Muestra	34
3.3	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	34
3.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	34
3.5	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	35
IV.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	35
4.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	35
4.1.1	Generalidades	35
4.1.2	Localización.....	35

4.2	DESCRIPCIÓN DE ZONAS DE ESTUDIO.....	37
4.2.1	Patio de formación (01 unidad)	37
4.2.2	Plataformas deportivas (03 unidades).....	37
4.3	OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	38
4.3.1	Objetivo general del proyecto.....	38
4.3.2	Objetivo de la presentación del servicio de instalación de cubiertas	38
4.4	PROPUESTA DEL EXPEDIENTE TÉCNICO: CUBIERTA METÁLICA CONVENCIONAL.....	39
4.4.1	Descripciones técnicas según expediente técnico	39
4.4.1.1	Estructura metálica	39
4.4.1.2	Planchas de policarbonato 8mm x 2.95 x 1.95 m	40
4.4.2	Monto del servicio según expediente técnico	41
4.4.3	Plazo de ejecución del servicio según expediente técnico	41
4.4.4	Control del costo según las partidas de control tomadas de la propuesta del expediente técnico	42
4.4.5	Control del tiempo (horas hombre) según las partidas de control tomadas de la propuesta del expediente técnico.....	44
4.4.6	Análisis de factores que afectan las partidas de control tomadas de la propuesta del expediente técnico	47
4.4.7	Análisis de ratios según las partidas de control tomadas de la propuesta del expediente técnico	49
4.4.8	Análisis de la productividad según las partidas de control tomadas de la propuesta del expediente técnico	51
4.5	PROPUESTA OPTIMIZADA: TECHO AUTOSOPORTADO CON CUBIERTA TIPO MEMBRANA	52
4.5.1	Descripciones técnicas de la propuesta optimizada.....	53
4.5.1.1	Techo autosoportado con cubierta tipo membrana en patio de formación	53
4.5.1.1.1	Soportes para cubierta tipo membrana con tubo de 200mm y pernos expansivos.....	53

4.5.1.1.2	Viga de plancha de acero para apoyo de techo	54
4.5.1.1.3	Construcción de cartelas en soporte con plancha de fierro	55
4.5.1.1.4	Techo autoportado con coberturas de acero galvanizado incluye elementos de sujeción y pernos de anclaje calibre 22	56
4.5.1.2	Techo autoportado con cubierta tipo membrana en plataformas deportivas	57
4.5.1.2.1	Techo autoportado con coberturas de acero galvanizado incluye elementos de sujeción y pernos de anclaje calibre 22	57
4.5.1.2.2	Pintado en estructuras, columnas y vigas	58
4.5.1.2.3	Drenaje pluvial en columnas con montante en zona de coberturas	58
4.5.2	Condiciones funcionales y propiedades de la cubierta estructural usada en la propuesta optimizada	59
4.5.2.1	Características físico mecánicas de las cubiertas autoportadas	59
4.5.2.2	Reglamentación y normas de diseño de las cubiertas autoportadas	¡Error! Marcador no definido.
4.5.2.3	Cargas y sobrecargas de las cubiertas autoportadas	62
4.5.2.4	Combinaciones de carga de las cubiertas autoportadas.....	62
4.5.2.5	Análisis sísmico de las cubiertas autoportadas	¡Error! Marcador no definido.
4.5.2.5.1	Espectros de respuesta	63
4.5.2.5	Análisis estructural de las cubiertas autoportadas	66
4.5.2.5.1	Reacciones del techo autoportado	66
4.5.2.5.2	Carga de viento	70
4.5.2.5.3	Factores de forma	71
4.5.2.5.4	Esfuerzos originados en la cubierta.....	73
4.5.3	Proceso de suministro e instalación de las cubiertas autoportadas	75
4.5.4	Monto del servicio según propuesta optimizada.....	79

4.5.5	Plazo de ejecución del servicio según propuesta optimizada.....	80
4.5.6	Control del costo según las partidas de control tomadas de la propuesta optimizada	81
4.5.7	Control del tiempo (horas hombre) según las partidas de control tomadas de la propuesta optimizada.....	83
4.5.8	Análisis de factores que afectan las partidas de control tomadas de la propuesta del expediente técnico	86
4.5.9	Análisis de ratios según las partidas de control tomadas de la propuesta optimizada	90
4.5.10	Análisis de la productividad según las partidas de control tomadas de la propuesta optimizada.....	93
4.6	OPTIMIZACIÓN DEL COSTO	94
4.7	OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO DE EJECUCIÓN.....	96
5	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	97
5.1	¿CUÁL ES EL MODELO DE TECHO AUTOSOPORTADO, SEGÚN EL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES APROBADO PARA CONSTRUCCIÓN EN EL PERÚ?.....	97
5.2	¿CUÁLES SON LAS CONDICIONES FUNCIONALES DE LA COBERTURA AUTOSOPORTADA SELECCIONADA QUE PERMITEN SUSTENTAR SU COMPORTAMIENTO ADECUADO BAJO LAS CARGAS A LA CUAL ESTARÁ SOMETIDA?.....	98
5.3	¿EN CUÁNTO SE REDUCE EL COSTO Y TIEMPO DE EJECUCIÓN UTILIZANDO TECHOS AUTOSOPORTADOS?.....	98
	CONCLUSIONES.....	99
	RECOMENDACIONES	100
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
	ANEXOS	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Factores de zona “Z”	29
------------------	----------------------------	----

Tabla 2.2 Operacionalización de las variables independiente y dependiente	33
Tabla 4.1 Monto del servicio de la cubierta metálica convencional.....	41
Tabla 4.2 Partidas de control del costo tomadas de la propuesta del expediente técnico.....	42
Tabla 4.3 Partidas de control del tiempo (horas hombre) tomadas de la propuesta del expediente técnico.....	45
Tabla 4.4 Resumen de ratios según la partida de control N°01 tomada de la propuesta del expediente técnico.....	50 50
Tabla 4.5 Resumen de ratios según la partida de control N°02 tomada de la propuesta del expediente técnico.....	50
Tabla 4.6 Resumen de ratios según la partida de control N°02 tomada de la propuesta del expediente técnico.....	51
Tabla 4.7 Cálculo de productividad de las partidas de control de la propuesta del expediente técnico	52
Tabla 4.8 Datos técnicos de diseño de la propuesta optimizada ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 4.9 Cargas y sobrecargas de las cubiertas autosoportadas	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4.10 Combinaciones de carga de las cubiertas autosoportadas.....	62
Tabla 4.11 Reacciones del techo autosoportado en patio de formación.....	66
Tabla 4.12 Reacciones del arco en los apoyos de patio de formación	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4.13 Reacciones del techo autosoportado en cada plataforma deportiva..	68
Tabla 4.14 Reacciones del arco en los apoyos de cada plataforma deportiva	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4.15 Factores de forma (C) *	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4.16 Factores de forma para determinar cargas adicionales en elementos de cierre (C)	72
Tabla 4.17 Coeficientes de presión exterior.....	72
Tabla 4.18 Coeficientes de presión interior.....	72
Tabla 4.19 Casos de coeficientes de presión	72

Tabla 4.20 Cargas de viento para la propuesta	73
Tabla 4.21 Monto del servicio del techo autosoportado tipo membrana	79
Tabla 4.22 Partidas de control del costo tomadas de la propuesta optimizada ...	81
Tabla 4.23 Partidas de control del tiempo (horas hombre) tomadas de la propuesta optimizada	83
Tabla 4.24 Resumen de ratios según la partida de control N°01 tomada de la propuesta optimizada	90
Tabla 4.25 Resumen de ratios según la partida de control N°02 tomada de la propuesta optimizada	91
Tabla 4.26 Resumen de ratios según la partida de control N°03 tomada de la propuesta optimizada	91
Tabla 4.27 Resumen de ratios según la partida de control N°04 tomada de la propuesta optimizada	92
Tabla 4.28 Resumen de ratios según la partida de control N°05 tomada de la propuesta optimizada	92
Tabla 4.29 Cálculo de productividad de las partidas de control de la propuesta optimizada	93
Tabla 4.30 Optimización del costo del servicio	94
Tabla 4.31 Comparación de ratios de mano de obra	95
Tabla 4.32 Comparación de ratios de los equipos	95
Tabla 4.33 Comparación de productividad	96
Tabla 4.34 Optimización del tiempo de ejecución del servicio	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Cubierta metálica de una piscina olímpica	23
Figura 2.2 Tipos de techos autosoportados.....	26
Figura 2.3 Componentes del Sistema constructivo autosoportado.....	27
Figura 2.4 Zonas sísmicas del Perú	29
Figura 4.1 Plano de ubicación del colegio “La Inmaculada”, año 2019 (antes del proyecto)	36
Figura 4.2 Plano de ubicación del patio de formación	37
Figura 4.3 Plano de ubicación de las 03 plataformas deportivas.....	38
Figura 4.4 Cronograma de obra de la cubierta metálica convencional.....	41
Figura 4.5 Diagrama de Pareto según el costo de las partidas de control tomadas de la propuesta de expediente técnico.....	44
Figura 4.6 Diagrama de Pareto según el tiempo (horas hombre) de las partidas de control tomadas de la propuesta del expediente técnico.....	46
Figura 4.7 Análisis de factores que afectan la partida de control N°01 tomada de la propuesta del expediente técnico.....	47
Figura 4.8 Análisis de factores que afectan la partida de control N°02 tomada de la propuesta del expediente técnico.....	48
Figura 4.9 Análisis de factores que afectan la partida de control N°03 tomada de la propuesta del expediente técnico.....	48
Figura 4.10 Personal responsable de las partidas de control tomadas de la propuesta del expediente técnico.....	49
Figura 4.11 Análisis de precio unitario según la partida de control N°01 tomada de la propuesta del expediente técnico	50
Figura 4.12 Análisis de precio unitario según la partida de control N°02 tomada de la propuesta del expediente técnico	50
Figura 4.13 Análisis de precio unitario según la partida de control N°03 tomada de la propuesta del expediente técnico	51
Figura 4.14 Detalle de plancha soldada a tubo cuadrado	54

Figura 4.15	Detalle de soporte empotrado a viga de concreto	54
Figura 4.16	Detalle de plancha de acero A36 de ¼" reforzada	54
Figura 4.17	Detalle de plancha adosada con pernos a la cobertura del techo	55
Figura 4.18	Detalle de cartela de 3/8" en soporte.....	56
Figura 4.19	Sección típica de cubierta autoportada.....	61
Figura 4.20	Espectro de aceleración $R_d=3.5$ para patio de formación	64
Figura 4.21	Espectro de aceleración $R_d=2.5$ para patio de formación	64
Figura 4.22	Espectro de aceleración con $R_d=3.5$ para cada plataforma deportiva	65
Figura 4.23	Espectro de aceleración con $R_d=2.5$ para cada plataforma deportiva	65
Figura 4.24	Ubicación del proyecto en mapa eólico del Perú.....	70
Figura 4.25	Cuadro del espesor mínimo a utilizar en las secciones SUPER-SPAM para el patio de formación	73
Figura 4.26	Cuadro del espesor mínimo a utilizar en las secciones SUPER-SPAM para las plataformas deportivas	74
Figura 4.27	Instalación de máquina conformadora.....	75
Figura 4.28	Colocación de bobinas con porta tecla.....	76
Figura 4.29	Colocación de bobinas con porta tecla.....	76
Figura 4.30	Instalación de máquina conformadora.....	77
Figura 4.31	Fijado de cobertura en plataformas deportivas	77
Figura 4.32	Izaje de coberturas autoportadas	78
Figura 4.33	Esquema de colocación de la cobertura traslúcida	79
Figura 4.34	Cronograma de obra del techo autoportado tipo membrana	80
Figura 4.35	Diagrama de Pareto según el costo de las partidas de control tomadas de la propuesta optimizada	82
Figura 4.36	Diagrama de Pareto según el tiempo (horas hombre) de las partidas de control tomadas de la propuesta optimizada	85

Figura 4.37 Análisis de factores que afectan la partida de control N°01 tomada de la propuesta optimizada	87
Figura 4.38 Análisis de factores que afectan la partida de control N°02 tomada de la propuesta optimizada	87
Figura 4.39 Análisis de factores que afectan la partida de control N°03 tomada de la propuesta optimizada	88
Figura 4.40 Análisis de factores que afectan la partida de control N°04 tomada de la propuesta optimizada	88
Figura 4.41 Análisis de factores que afectan la partida de control N°05 tomada de la propuesta optimizada	89
Figura 4.42 Personal responsable de las partidas de control tomadas de la propuesta optimizada	89
Figura 4.43 Análisis de precio unitario según la partida de control N°01 tomada de la propuesta optimizada	90
Figura 4.44 Análisis de precio unitario según la partida de control N°02 tomada de la propuesta optimizada	90
Figura 4.45 Análisis de precio unitario según la partida de control N°03 tomada de la propuesta optimizada	91
Figura 4.46 Análisis de precio unitario según la partida de control N°04 tomada de la propuesta optimizada	92
Figura 4.47 Análisis de precio unitario según la partida de control N°05 tomada de la propuesta optimizada	92

I. INTRODUCCIÓN

1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La pandemia por el COVID-19 trajo consigo el cierre temporal de los colegios durante el periodo de dos años, tras su fin, miles de estudiantes regresaron a clases presenciales; sin embargo, se encontraron con un escenario totalmente desolador por la mala infraestructura de sus instituciones educativas.

En el Perú, la infraestructura educativa es un tema primordial que se debe atender de inmediato, sobre todo, por la crisis sanitaria en la que vivimos y que viene afectando la economía del país. Actualmente, se estima que de todas las instituciones educativas existentes solo el 24% de ellas se encuentran en condiciones óptimas, mientras que las demás deben ser rehabilitadas e incluso demolidas por el riesgo extremo que representan ya que han sido construidas con materiales obsoletos y de mala calidad.

El problema radica en la falta de presupuesto y tiempo para construir nuevas infraestructuras con ambientes adecuados que permitan el desarrollo de las actividades escolares o para el mantenimiento de las ya existentes, garantizando la funcionalidad de sus áreas. Por lo cual, se busca implementar nuevas tecnologías que permitan obtener un balance entre el costo y tiempo de su diseño y construcción, brindando al Estado, la posibilidad de realizar una mayor cantidad de obras y rehabilitaciones con una menor inversión.

Es de esta manera, que en esta investigación se sustentará la elección de la tecnología de techos autosoportados para el proyecto “Rehabilitación de la Infraestructura Educativa en la Institución Educativa La Inmaculada, distrito de Pariñas, provincia de Talara- Piura”, comparándola con las coberturas convencionales que se recomendaron instalar como única alternativa, las mismas que precisaban una cobertura de policarbonato de espesor de 8 mm para cubrir 03 plataformas deportivas y 01 patio de formación, que tratándose de una estructura liviana y metálica , ante la exposición de brisa marina

terminarían por corroerse, no cumpliendo con la vida útil que se consideró en el proyecto. Además, el uso de elementos estructurales como vigas tijerales y correas o viguetas que forman parte de ella, traerían como consecuencia el aumento en los costos y el tiempo de ejecución.

Mientras que, la alternativa estructural de los techos autoportados, logra ser una solución ideal que permitirá la optimización del costo y tiempo de ejecución en este proyecto, ya que al prescindir de estructuras metálicas portantes no será necesario invertir en su armado y mantenimiento. Estos, al contar con certificaciones internacionales no existe riesgo alguno de sufrir colapso o fallas y, además, gracias a su forma y material anticorrosivo con el que están fabricados facilitará el escurrimiento de las aguas pluviales que cada vez son más frecuentes en la zona norte del país. Todo esto, cumpliendo con la parte de la responsabilidad contractual y las garantías en la preservación estructural y arquitectónica de la infraestructura en ejecución.

Enunciado del problema

¿Cuál es la evaluación del uso de techos autoportados para optimizar el costo - tiempo en la rehabilitación del colegio La Inmaculada de Talara, Piura?

Además, tenemos los siguientes problemas específicos:

- ¿Cuál es el modelo de techo autoportado empleado, según el Reglamento Nacional de Edificaciones aprobado para construcción en el Perú?
- ¿Cuáles son las condiciones funcionales de la cobertura autoportada seleccionada que permiten sustentar su comportamiento adecuado bajo las cargas a la cual estará sometida?
- ¿En cuánto se reduce el costo utilizando techos autoportados?
- ¿En cuánto se reduce el tiempo de ejecución utilizando techos autoportados?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Evaluar el uso de techos autoportados para optimizar el costo - tiempo en la rehabilitación del colegio La Inmaculada de Talara, Piura.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar el modelo de techo autoportado empleado, según el Reglamento Nacional de Edificaciones aprobado para construcción en el Perú.
- Identificar las condiciones funcionales de la cubierta autoportada seleccionada que permiten sustentar su comportamiento adecuado bajo las cargas a la cual estará sometida.
- Determinar en cuánto se reduce el costo utilizando techos autoportados.
- Determinar en cuánto se reduce el tiempo de ejecución utilizando techos autoportados.

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

1.3.1 Justificación Técnica

Mediante este proyecto de investigación, se dará a conocer las ventajas que presenta la tecnología de techos autoportados frente a los convencionales que encontramos actualmente instalados en los colegios. La propuesta permitirá que se logre reducir costos de inversión con llevando a obtener más ganancias, además de conseguir un ambiente moderno diseñado para cumplir con los conceptos de forma-función en el menor tiempo posible, permitiendo obtener resultados a favor durante todas sus etapas de producción que compensen los tiempos muertos.

1.3.2 Justificación Social

La infraestructura educativa abarca un problema social, económico y ambiental lo cual frena el continuo aprendizaje de los estudiantes y no permite el crecimiento del país, este proyecto propone una solución eficaz para poder brindar ambientes de calidad en donde la presencia de los rayos UV, las lluvias, las fallas estructurales u otros factores no afecten las actividades de los escolares. Además, el Estado, debido a la disminución de costos y tiempo de ejecución, podrá beneficiar a más colegios que necesitan ser atendidos con suma urgencia, diseñando, construyendo y rehabilitando en simultáneo, considerándose esto un gran beneficio social.

1.3.3 Justificación Académica

Este proyecto contará con los estándares establecidos por las normas técnicas que facilitarán el paso de un sistema constructivo convencional de estructuras metálicas soportadas a las auto soportadas, para ello se realizará un análisis de su función-costo-tiempo de ejecución, apoyándose en los siguientes instrumentos: presupuestos, cronogramas de ejecución, estudios y pruebas de resistencia de cargas, entre otros.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

2.1.1 Antecedentes internacionales

Soria H. (2020), en su trabajo de investigación: “Análisis tecno económico entre galpones con cubiertas autoportantes y cubiertas a dos aguas con luces de 20 metros fabricadas en acero estructural”, presentado a la Escuela Politécnica Nacional de Ecuador, realiza un análisis comparativo entre galpones con cubiertas portantes y las cubiertas a dos aguas, teniendo en cuenta el método LRFD para el diseño de ambas y determinando sus cargas según la Norma Ecuatoriana de la Construcción – NEC.

Mientras utiliza el programa SAP2000 para simular ambas estructuras con el fin de poder comparar sus periodos de vibración, desplazamientos y participaciones de masa aplicando la normativa NEC, en simultáneo, realiza el análisis de precios unitarios y sus presupuestos.

De esta manera, concluye que el galpón con cubierta autoportante es más económico de construir y, además, con la simulación comprueba que ésta tiene un comportamiento más estable brindando seguridad en su construcción.

Viveros, O. (2023), en su tesis: “Análisis estructural de una nave industrial con cubierta tipo arcotecho sometida a cargas de viento en la ciudad de Veracruz, para determinar su estabilidad, mediante el uso del software STAADPRO”, presentada a la Universidad Nacional Autónoma de México, realiza un análisis del comportamiento de una estructura con cubierta autoportada apoyada solamente en trabes y columnas de concreto, teniendo en cuenta el efecto que ejercen las cargas provocadas por los vientos típicos presentes en la ciudad y puerto de Veracruz. Para ello, opta por utilizar el software STAADPRO analizando el comportamiento estructural de la nave, siguiendo en todo el proceso los lineamientos de la normativa empleada en caso de sismos y presencia de vientos en México.

Finalmente, el resultado es la identificación de los puntos de la estructura donde necesita mayor refuerzo para contrarrestar las fuerzas que lo afectan, sirviendo de referencia para los próximos proyectos que se podrían ejecutar en zonas con las mismas características locales.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Bolaños, F. (2018), mediante su investigación: “Análisis y diseño estructural comparativo entre techo de estructura portante de celosía y techo de membrana autoportante para el coliseo municipal Miguel Grau en el distrito de Paucarpata – Arequipa”, presentada a la Universidad Alas Peruanas, realiza un estudio comparativo de 02 sistemas constructivos, el convencional y la técnica autoportante, resaltando su uso en las obras más recientes

desarrolladas en el país. Para llevarlo a cabo, emplea el software SAP2000 v.18 y crea modelos tridimensionales para visualizar globalmente el comportamiento de todas las partes del sistema e identificar las fuerzas que actúan sobre ellos.

De estos datos, llega a la conclusión que para utilizar la estructura de celosía se deberá considerar una vigueta triangular debido a los efectos de torsión, como también, el diseño de las columnas portantes tendrá que ser analizado de acuerdo a las diferentes cargas que intervengan. Mientras que, para la estructura autoportante es importante el uso de vigas secundarias para conectar las principales y así conservar la rigidez de la cubierta.

Por último, determinó en base a los análisis de costo – tiempo, que la membrana autoportante resulta un 26.89% más económica y más rápida, en cuanto a su ejecución y montaje con una diferencia de 32 días.

Pacheco, J. (2018), en su trabajo: "Techos autosoportados como nueva tecnología e innovación en sistemas constructivos no tradicionales", presentado a la Universidad Alas Peruanas, explica el sistema constructivo con **acero laminado galvanizado como una alternativa para ser usada en cubiertas de grandes luces** que a pesar de ser una opción nueva en el Perú puede ofrecer grandes beneficios como la garantía de su duración por ser considerado como un elemento anticorrosivo, los diseños innovadores y mejores acabados, el montaje de la estructura en menos tiempo y, en consecuencia, los bajos costos de operación. Asimismo, los destaca como estructuras livianas porque disminuyen las sobrecargas en las columnas u otros componentes de la edificación. Finalmente, enumera sus aplicaciones: piscinas, coliseos, mercados, almacenes, viviendas, etc. detallando cada uno de los casos.

2.1.3 Antecedentes Regionales

Abad, H. & León, G. (2020), en su trabajo: "Evaluación estructural de un domo de acero de grandes luces con cobertura flexible en Paita, Piura", presentado a la Universidad Ricardo Palma, realiza un análisis estructural de un domo

metálico autosoportado ubicado en una planta cementera de la región para verificar si su cobertura flexible cumple con la resistencia a los esfuerzos externos. Asimismo, compara las cargas de viento entre la Norma Técnica E.020 y la ASCE/SEI 7-16 (American Society of Civil Engineers) para elegir el mejor diseño constructivo. Mediante esto, observó que la norma peruana no posee los recursos necesarios para que este tipo de estructura tenga la correcta aplicación de cargas de viento; por ello, se apoyó en la normativa americana logrando un mejor comportamiento al evitar el sobredimensionamiento.

Al finalizar, recomienda analizar de forma consciente el coeficiente básico de reducción R_0 , aplicado a domos con grandes luces, ya que no se encuentra contemplado en la norma N.T.E.030, a pesar de ser indispensable para la seguridad en caso de sismos. Debido a esto, hace hincapié en la necesaria actualización de la normativa peruana tomando como referencia los criterios de las más recientes metodologías utilizadas internacionalmente para este tipo de construcciones.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Cubiertas metálicas

Las cubiertas metálicas son un tipo de estructura utilizada para cubrir grandes luces en espacios específicos que van desde patios, coliseos hasta edificaciones industriales. Estas deben soportar tanto los esfuerzos horizontales como los verticales (peso propio), transmitiendo las cargas hacia la armadura de la edificación. Además, al ser metálicas deben contrarrestar el efecto térmico y de dilatación que lo afectan directamente.



Figura 2.1 Cubierta metálica de una piscina olímpica

Fuente: <https://www.multiserviciosancares.com/servicios/cubiertas-metalicas>

2.2.1.1 Características de funcionalidad

- La estabilidad en todo ³ el sistema estructural de la cubierta debe integrarse a la edificación. Puede contar con estabilidad propia o suspendida.
- El aislamiento tanto acústico como térmico; de acuerdo al tipo de cubierta metálica, dependerá su resistencia a los altos decibeles de ruido, rayos UV e incluso el fuego.
- El uso de elementos estructurales que conectan todo el sistema para distribuir los esfuerzos equilibradamente. Mientras que las cubiertas convencionales utilizan todos estos elementos para funcionar estructuralmente, la nueva tecnología autosoportante puede prescindir de ellos.
- El no estancamiento de agua de lluvia, nieve o polvo, dependiendo del tipo de material y diseño de la cubierta.
- Son muy versátiles y de fácil montaje. El tiempo de construcción varía de acuerdo a su aplicación.

2.2.1.2 Tipos de cubiertas metálicas

Existen diferentes clasificaciones para distinguir las cubiertas metálicas, ya sea según su forma, su duración, el material de fabricación, sistema constructivo, etc.; en este caso, describiremos las cubiertas metálicas convencionales y las cubiertas metálicas autosoportantes.

2.2.1.1.1 Cubiertas metálicas convencionales

Son las más comunes, siendo utilizadas para cubrir grandes luces creando espacios específicos. Entre sus principales características tenemos:

a) La presencia de elementos estructurales metálicos como:

- **Vigas portantes:** Pueden ser tipo tijerales (vigas de celosía) o vigas llenas que transmiten todos los esfuerzos de la cubierta hacia los apoyos. La distribución de estos elementos es modular, fijándose con pernos de alta resistencia e incluso soldadura.
- **Correas o viguetas:** Por lo general, estos perfiles son fabricados con acero galvanizado o estructural normado, pueden ser secciones tipo C o Z que se fijan con tonillos estandarizados al resto de la estructura metálica.
- **Columnas:** También llamadas pilares estructurales. Transmiten las cargas que generan las vigas, viguetas y cubiertas hacia los cimientos. Su dimensionamiento debe incluir las cargas de viento y su distribución es modular y pueden ser de concreto o metálicas reticuladas.
- **Planchas de apoyo:** Funcionan como anclaje entre las columnas principales y el cimiento. Se fabrican en diferentes diseños y espesores dependiendo de la geometría de los pilares y las cargas transmitidas.
- **Cubierta:** Fabricadas, por lo general, con acero galvanizado. Se unen a las vigas y viguetas con pernos y pueden ser planas, curvadas o inclinadas.

- **Canalones:** Sirven para recoger el agua proveniente de las lluvias, se instalan en los extremos de las cubiertas utilizando soldadura para garantizar la estanqueidad a largo plazo. Generalmente están fabricadas con chapas galvanizadas de 1 mm de espesor, aunque depende del nivel de corrosividad que presente el ambiente.
 - **Lucernario:** Su función principal es la iluminación de los ambientes con luz natural, pero evitando que ingresen directamente los rayos solares. Por ello, se distribuyen estratégicamente sobre los planos más inclinados que conforman la cubierta.
- b) El tiempo de ejecución: Para la construcción de estas cubiertas de necesita considerar el dimensionamiento de los elementos estructurales que permitirá calcular el peso de los mismo; cualquier cambio o retraso en el proceso traerá consecuencias en la duración del proyecto.
- c) El costo de construcción: Va de la mano con el tiempo de ejecución, ya que al alargarlo se incrementan los precios de montaje y acabado.
- d) El mantenimiento: El principal problema de estas estructuras es su alto grado de corrosión por lo que su mantenimiento debe ser constante. Además, el arenado y pintura para cada uno de sus elementos estructurales durante el proceso constructivo alarga el tiempo y eleva los costos.

2.2.1.1.2 Techos autosoportados

Son aquellas cubiertas, generalmente de acero galvanizado, que pueden ser planas, inclinadas o curvas y carecen de estructuras portantes, por lo tanto, no requieren de elementos estructurales como las vigas o viguetas. Tenemos los tipos membrana apoyados sobre muros y/o vigas y los semicirculares donde el arco es techo y soporte a la vez.

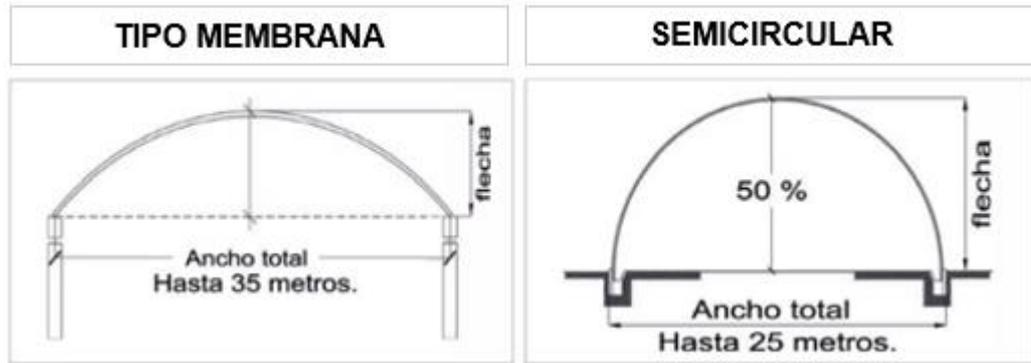


Figura 2.2 Tipos de techos autoportados

Fuente: <https://www.arcotechoperu.com/techo-membrana/>

Las características principales son:

- a) No se utilizan juntas de unión longitudinales, por lo que no existen elementos de fijación, tornillos o tuercas que pueden producir agujeros donde se filtraría el agua de lluvia o polvo.
- b) Es una membrana continua y limpia, sin tensiones diferenciales. El material usado es el acero galvanizado.
- c) El tiempo de ejecución: Al no requerir elementos estructurales como vigas, viguetas o perfiles arriostrados disminuye la duración del proyecto.
- d) El costo de construcción: Al reducir los problemas de construcción y el dimensionamiento de elementos se disminuyen los tiempos y por ende los precios de montaje y acabados incluido el arenado y pintura.
- e) El mantenimiento: No se necesita un mantenimiento periódico al no contar con elementos corrosivos, otorgando una larga vida útil a la estructura.



Figura 2.3 Componentes del Sistema constructivo autoportado
Fuente: <https://www.arcus-global.com/wp/fichas-tecnicas-y-detalles-para-arcotechos-o-techos-autoportados-ag-construye/>

2.2.1.1.2.1 Normativa para el diseño estructural de techos autoportados

Entre las normas y especificaciones que se utilizan en el Perú encontramos: ASTM A653, ASTM 792: Materiales, ASTM A36, AISI A36: Planchas de acero, ASTM A307: Calidad de pernos, Norma E.020: Cargas, Norma E.030: Diseño sismorresistente, Norma E.060: Concreto armado, Norma E.090: Estructuras metálicas

2.2.1.1.2.2 Criterios de diseño estructural

- **Elementos a flexión:** Soportan las cargas perpendiculares al eje longitudinal, es decir, se colocan horizontalmente. Entre ellos encontramos a los perfiles tipo I, en general, a las vigas.
- **Elementos a compresión:** Soportan las cargas longitudinales, es decir, solo interactúan las fuerzas axiales y, generalmente, se presentan en las columnas de la estructura, mediante el uso de perfiles (secciones tubulares, secciones armadas o canales).
- **Elementos a flexo-compresión:** Combinan los esfuerzos de flexión y compresión, es decir, las cargas longitudinales incrementan las deflexiones laterales y, por ende, aumentan los momentos por flexión.

- **Elementos a tracción:** Soportan fuerzas con la misma dirección o de sentido contrario y pueden presentar fallas por fluencia, fractura o corte. Entre ellos encontramos a los elementos arriostrados, cubiertas y tirantes donde el área transversal de cada uno influye directamente en su resistencia.
- **Elementos a corte:** Soportan esfuerzos cortantes y se presentan, generalmente, en elementos cortos, sobrecargados o secciones de alma delgada.
- **Elementos arriostrados:** Son considerados elementos secundarios, ya que se puede prescindir de ellos en el diseño estructural; sin embargo, sirven para dar mayor rigidez lateral y resistencia a las estructuras, evitando así, el pandeo o la inestabilidad.
- **Conexiones con tornillos o pernos:** Permiten unir todos los elementos de la estructura de acero, siendo capaces de soportar grandes esfuerzos de tensión. En estas conexiones se debe considerar el tamaño de los agujeros para los tornillos o pernos y la distancia entre estos según la norma ANSI.
- **Conexiones soldadas:** Este tipo de conexión permite unir los elementos de la estructura mediante el proceso de soldadura, considerándose más económica, ligera y de mayor rigidez.

2.2.1.1.2.3 Cargas de diseño

- **Cargas muertas:** Son aquellas donde se considera el peso de todos los elementos que conforman la estructura, tales como las vigas, perfiles, cubiertas, anclajes y columnas.
- **Cargas vivas:** Son aquellas que resultan del uso de la estructura, por lo tanto, pueden variar dependiendo de su ubicación y

permanencia. Para calcularlas se deberá estimar valores mediante normas.

- **Velocidad de viento:** Son aquellas que dependen de la ubicación y altura de la estructura. La velocidad del viento al impactar con la estructura genera una presión positiva llamada barlovento y una negativa o de succión llamada sotavento.
- **Parámetros sísmicos:** El territorio peruano se divide en 04 zonas sísmicas, las cuales dependen del factor de zona Z. De esta manera, la zonificación propuesta se muestra en la **Figura 2.4**



Figura 2.4 Zonas sísmicas del Perú
Fuente: Resolución Ministerial N°355-2018-VIVIENDA

El factor Z se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años, siendo una fracción de la aceleración de la gravedad.

Tabla 2.1 Factores de zona “Z”

FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Fuente: Resolución Ministerial N°355-2018-VIVIENDA

2.2.1.1.2.4 Proceso constructivo de techos autosoportados

a) FABRICACIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES:

- 1. Solicitud de materiales:** Es el inicio del proceso constructivo e implica el diseño de cada uno de los elementos estructurales que se adquirirán.
- 2. Recepción y verificación de materiales:** Luego de la solicitud de compra de materiales, se recibe los elementos estructurales pre fabricados y se realiza la inspección correspondiente de cada uno de ellos.
- 3. Dimensionamiento de piezas:** Implica el corte final de las vigas, viguetas y elementos arriostrados para su montaje.
- 4. Armado de estructura:** Apoyándose en los planos, se procede al armado de la estructura. Además, dependiendo de las dimensiones de los elementos, se dispone de equipos y herramientas para su montaje.
- 5. Inspección de juntas soldadas:** De ser el caso, se verifica la soldadura mediante inspección visual y pruebas no destructivas (tintes penetrantes, ultrasonido, rayos X, etc.)
- 6. Pintura y acabado final:** Se procede a limpiar la superficie de los elementos estructurales para realizar el pintado y acabado final de cada uno de ellos, según normativa.

b) INSTALACIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES:

1. **Cimentación:** Antes de la instalación, se debe realizar la cimentación que permitirá transmitir las cargas de la estructura según su diseño.
2. **Adecuación de piezas para montaje:** Luego del proceso de fabricación, se transportan todos los elementos estructurales a obra, donde se verificarán y codificarán para facilitar su armado.
3. **Armado de piezas:** Implica la preparación de cada elemento para proceder a su montaje, siguiendo una secuencia. Además, de ser el caso, se realizan juntas con soldadura.
4. **Inspección del proceso:** Una vez montada toda la estructura, el personal encargado verifica cada proceso, principalmente el de las conexiones soldadas, realizando las pruebas necesarias para comprobar su rigidez y estabilidad.
5. **Pintura y acabado final:** Dándole un buen acabado estético.

2.3 MARCO CONCEPTUAL

En este contexto, se ha tomado en cuenta los siguientes conceptos:

Arco: Es el elemento estructural apoyado fijamente en sus extremos, logrando salvar un determinado espacio.

Lamina de acero galvanizado: Placa que ha sido sometida a un proceso en caliente para recubrirla en su totalidad de zinc.

Luz: Hace referencia a la distancia existente entre los extremos de la cubierta, donde se ubican los apoyos.

Carga: Sumatoria del peso que debe soportar la estructura.

Tensores o arriostres: Elementos de apoyo que brindan estabilidad y resistencia a la estructura.

Corrosión: Es un fenómeno que se presenta en metales, consiste en la oxidación o alteración química del material.

Pandeo: Es un fenómeno que se presenta en elementos sometidos a compresión, causando inestabilidad a la estructura. Se produce una curva o flexión en la mitad del elemento.

Perfil estructural: Elementos generalmente de acero que sirven de soporte o unión en la estructura.

Pernos de expansión: Conexiones que se insertan en un orificio y al enroscarse hacen que la cubierta se expanda, ajustándose a las paredes del orificio.

Cartela: Pieza que actúa como escuadra y sirven para reforzar la estructura.

Barlovento: Presión positiva que resulta del impacto del viento con la superficie, a una determinada velocidad.

Sotavento: También llamada presión de succión y se da contraria a la dirección del viento.

Fluencia: Es la deformación de un material debido a fuerzas externas de tensión.

2.4 SISTEMA DE HIPÓTESIS

2.4.1 Hipótesis general

El uso de techos autosoportados optimiza el costo - tiempo en la rehabilitación del colegio La Inmaculada de Talara, Piura.

2.4.2 Variables

2.4.2.1 Variable independiente

Uso de techos autosoportados.

2.4.2.2 Variable dependiente

Optimiza el costo - tiempo en la rehabilitación del colegio La Inmaculada.

2.4.3 Operacionalización de variables

Tabla 2.2 Operacionalización de las variables independiente y dependiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
INDEPENDIENTE: Uso de techos autosoportados	Un techo auto - soportado es un sistema constructivo que se caracteriza por carecer de una estructura portante, es decir, no utiliza vigas o viguetas. Su diseño permite cubrir grandes luces, siendo 100% hermético a posibles filtraciones.	Es un tipo de cubierta que utiliza perfiles metálicos (láminas de acero galvanizado) apoyados solamente en vigas de carga para cubrir grandes espacios. Están diseñados para usarse de acuerdo a sus requerimientos funcionales y normas.	Modelo de techo autosoportado	Tipos de cubiertas de techo autosoportado	Nominal
			Propiedades de la cubierta estructural	Resistencia a la tracción	Razón
				Límite de fluencia	Razón
				Alargamiento	Razón
				Cargas máximas admisibles	Razón
DEPENDIENTE: Optimiza el costo - tiempo en la rehabilitación del colegio La Inmaculada	Se basa en tener en cuenta los procesos constructivos de una obra para realizar un análisis detallado de todos los gastos de producción y organizar o planificar la duración de actividades, de tal forma, que se disminuyan los costos y se aprovechen los tiempos, sin afectar la calidad de los resultados, ni el bienestar de los trabajadores.	La correcta elección del sistema constructivo que cumpla con la función y normas requeridas, así como también, que permita disminuir el costo de producción y tiempo de ejecución de todas las actividades, utilizando diferentes herramientas para lograrlo.	Costo de producción	Resumen de metrados	Razón
			Tiempo de ejecución	Presupuesto de obra	Razón
				Suministro y habilitación de elementos estructurales	Razón
				Montaje y pintado de elementos estructurales	Razón

Fuente: Elaboración propia

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Tipo

La presente investigación, de acuerdo a la orientación o finalidad es **APLICADA**, porque busca dar solución a un determinado problema.

3.1.2 Nivel

El nivel de investigación en el objeto de estudio es **EXPLICATIVA**, ya que permite el análisis de la relación entre las variables.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO

3.2.1 Población

Se establece como población a las cubiertas de los patios de formación y plataformas deportivas de los colegios del Distrito de Pariñas de la Provincia de Talara- Departamento de Piura.

3.2.2 Muestra

La muestra está formada por las cubiertas en patio de formación (01) y plataformas deportivas (03) del colegio La Inmaculada, distrito de Pariñas, provincia de Talara – Piura.

3.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es un diseño no experimental transeccional correlacional, pues tiene como objetivo medir la relación entre las variables en un determinado momento. En este diseño, la causa y efecto está ocurriendo mientras se desarrolla la investigación, los investigadores observan y reportan.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

- Para el desarrollo de la investigación se tomó en cuenta cada uno de los procedimientos normativos del ámbito nacional e internacional, las certificaciones, ensayos realizados y las fichas técnicas de los perfiles metálicos para los criterios de diseño estructural. Además, se analizaron los planos de arquitectura del expediente técnico.
- ³ Se elaboró un presupuesto de obra y análisis de costos y precios unitarios para determinar una reducción de gasto a comparación de la cubierta convencional.
- Para ³ determinar el tiempo de ejecución del proyecto, se elaboró un cronograma de obra apoyándose en un diagrama de red y CPM (Método de ruta crítica).

3.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

- **AutoCAD:** Diseño y Construcción de techo autosoportante.
- **Excel y S10:** Análisis de precios unitarios, metrados, presupuestos.
- **Word:** Memorias descriptivas y especificaciones técnicas.

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

4.1.1 Generalidades

- **FUNCIÓN:** EDUCACIÓN
- **PROYECTO GLOBAL:** “Rehabilitación de la Infraestructura Educativa en la institución educativa La Inmaculada, Distrito de Pariñas, Provincia de Talara, Piura”.
- **UBICACIÓN:** en la región Piura, provincia de Talara, distrito de Pariñas.
- **EJECUTOR:** Murgisa Servicios Generales SRL.
- **SUPERVISOR:** Municipalidad Provincial de Talara.

4.1.2 Localización

El proyecto se ejecutó en el distrito de Pariñas – provincia de Talara, en un terreno designado a educación, que lo limita:

- Por el Norte: Colegio Nacional Ignacio Merino con 203.08 ml.
- Por el Este: Av. Sin Nombre con 171.07 ml.
- Por el Oeste: Av. Sin Nombre con 172.54 ml.
- Por el Sur: Av. Sin Nombre con 125.20 ml.

Del levantamiento topográfico realizado por el Consultor del Proyecto, se verificó un área total de terreno de 29,028.78 m² y un perímetro de 671.88 ml.

Con respecto a la localidad de Pariñas se encuentra a 1h 48min de la provincia de Talara:

- Norte: 9493729.723 N
- Este: 479155.850 E
- Altitud: 116.90 m.s.n.m.



Figura 4.1 Plano de ubicación del colegio “La Inmaculada”, año 2019 (antes del proyecto)

Fuente: Google earth

4.2 DESCRIPCIÓN DE ZONAS DE ESTUDIO

4.2.1 *Patio de formación (01 unidad)*

El expediente técnico del contrato describió un área proyectada, según plano, de 19.00m x 19.70 m, es decir, un área total de 374.30 m² a cubrir, ubicada entre los módulos construidos: b, c, d, e. Sin embargo, las dimensiones del patio de formación son de 33.20. m x 20.80 m, siendo un área total de 690.56 m² lo que en realidad debería cubrirse.

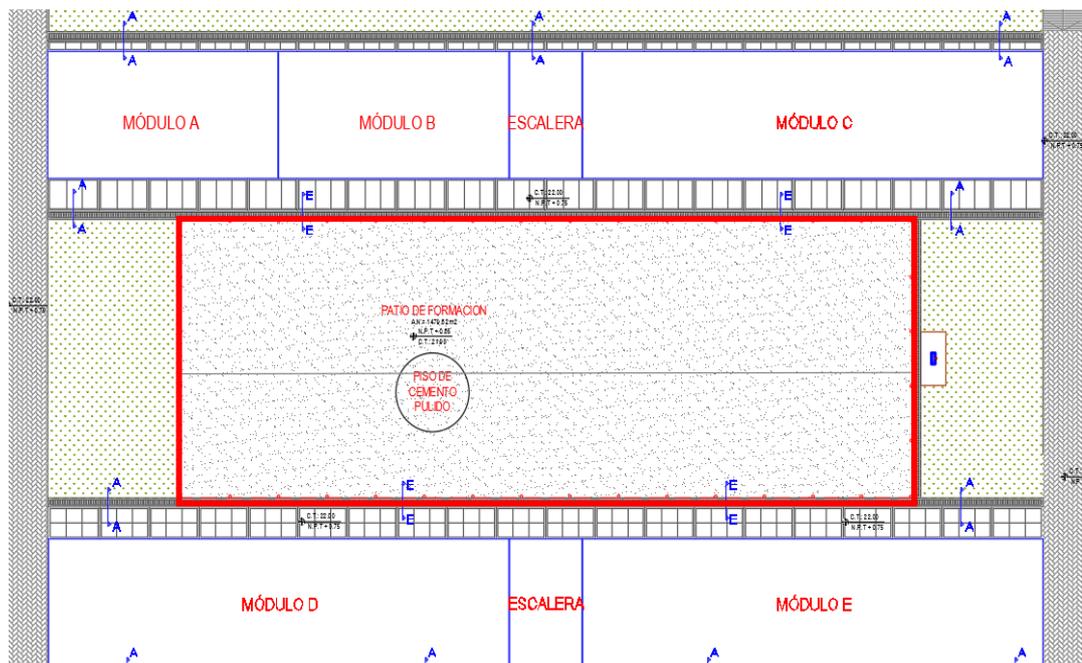


Figura 4.2 Plano de ubicación del patio de formación
Fuente: Expediente técnico

4.2.2 *Plataformas deportivas (03 unidades)*

El expediente técnico del contrato describió un área proyectada, según plano, de 32.00m x 20.00 m para cada losa, es decir, un área total de 1920.00 m² a cubrir por las 03 plataformas deportivas. En este caso, se corroboró el metrado real en campo, coincidiendo con lo que mandaba el expediente.

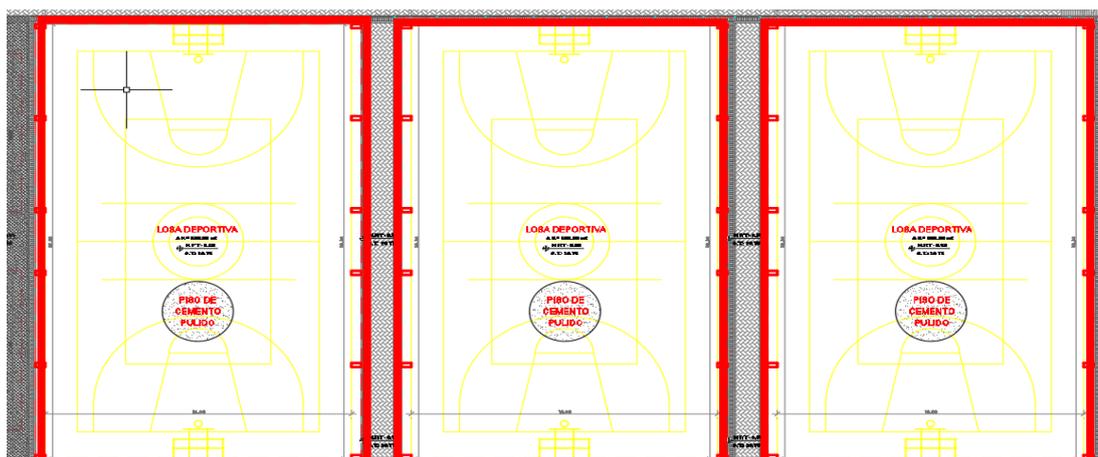


Figura 4.3 Plano de ubicación de las 03 plataformas deportivas
Fuente: Expediente técnico

4.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO

4.3.1 *Objetivo general del proyecto*

La meta principal del proyecto fue la ejecución de “**REHABILITACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN LA INSTITUCION EDUCATIVA LA INMACULADA, DISTRITO DE PARIÑAS, PROVINCIA DE TALARA – PIURA**”, mejorando la infraestructura de la institución educativa que se encuentra en mal estado de acuerdo a especificaciones técnicas del proyecto contratado y, a su vez, brindando un óptimo funcionamiento al alumnado.

4.3.2 *Objetivo de la presentación del servicio de instalación de cubiertas*

El objetivo de la presentación del servicio de: “Instalación de cubiertas en patio de formación y plataformas deportivas” fue implementar una infraestructura funcional y viable que permita desarrollar diferentes actividades en estas áreas específicas dentro del plantel educativo. Para ello, se realizó una evaluación mediante un análisis comparativo de los costos y tiempos de ejecución entre dos alternativas: las cubiertas tradicionales planteadas como primera opción en el expediente técnico, la misma que precisó utilizar estructuras metálicas con coberturas de policarbonato de espesor de 8 mm y, los techos autosoportados con cubierta

tipo membrana, una estructura moderna, resistente y anticorrosiva de larga duración.

4.4 PROPUESTA DEL EXPEDIENTE TÉCNICO: CUBIERTA METÁLICA CONVENCIONAL

La primera opción fue la cubierta metálica convencional, evaluada teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

4.4.1 Descripciones técnicas según expediente técnico

4.4.1.1 Estructura metálica

Descripción:

Esta propuesta planteó la fabricación, pintado y montaje de toda la estructura metálica considerada para las cubiertas del patio de formación y las tres losas deportivas, es decir, el arco principal, viguetas, templadores, planchas de anclaje de acero, pernos de expansión y los arriostres (tipo cruz de San Andrés).

Materiales:

Se consideró tubos de acero estructural ASTM A36 de 1"x1"x2mm y 2"x2"x3mm, tal y como se indican en los planos estructurales. Además, para el caso de las tres losas deportivas, se consideró tubos circulares de diámetro de 6" como soporte de las planchas de policarbonato.

Soldadura:

Se consideró soldadura de arco eléctrico y/o alambre tubular. El material de los electrodos tipo E60 o E70 con una resistencia mínima a la tensión (Fu) de 4,200 kg/cm² y 4,900 kg/cm² respectivamente, según los requerimientos prescritos en las Normas AWS A5.1 ó AWS A5.17 de la American Welding Society, dependiendo de si la soldadura se efectúe por el método de arco metálico protegido o arco sumergido, respectivamente.

Método de construcción:

Se tomó en cuenta la limpieza de los elementos, es decir, libres de polvo, pintura, oxido, grasas o cualquier otro material que disminuya su adherencia. Se consideró las Correas y Correas cumbrera de acuerdo a lo especificado en los Planos Estructurales. Para las conexiones se consideró electrodos celulósicos E 6011 (punto azul).

Método de medición:

La unidad de medida sería de acuerdo a lo que indica cada partida en el presupuesto.

Formas De Pago:

El pago se efectuaría de acuerdo a los precios unitarios de la partida respectiva señalada en el presupuesto.

4.4.1.2 Planchas de policarbonato 8mm x 2.95 x 1.95 m

Descripción:

Esta partida consideró la aplicación de planchas de policarbonato de E=8mm, de medidas 2.95 x 1.05m para proteger la zona del patio de formación y de las tres losas deportivas, según los planos del expediente técnico.

Unidad de medida:

La unidad de medida sería el metro cuadrado (m²) de cobertura, que se calcularía multiplicando el largo por ancho adecuadamente ejecutado.

Forma de pago:

La forma de pago sería verificando la correcta colocación de la cobertura, calculando el área por el precio unitario, previa aprobación del Supervisor.

4.4.2 Monto del servicio según expediente técnico

Se propuso un sistema de precios unitarios para permitir valorizar el avance del servicio. El monto ofertado tomó en cuenta tanto los costos directos (mano de obra, herramientas y equipos, materiales) como los costos indirectos (gastos generales y utilidades); incluido I.G.V.

Tabla 4.1 Monto del servicio de la cubierta metálica convencional

DESCRIPCIÓN	MONTO (S/.)
INSTALACIÓN DE CUBIERTAS EN PATIO DE FORMACIÓN Y PLATAFORMAS DEPORTIVAS	S/. 1,066,532.51

Fuente: Expediente técnico

4.4.3 Plazo de ejecución del servicio según expediente técnico

Se propuso el siguiente cronograma de obra:

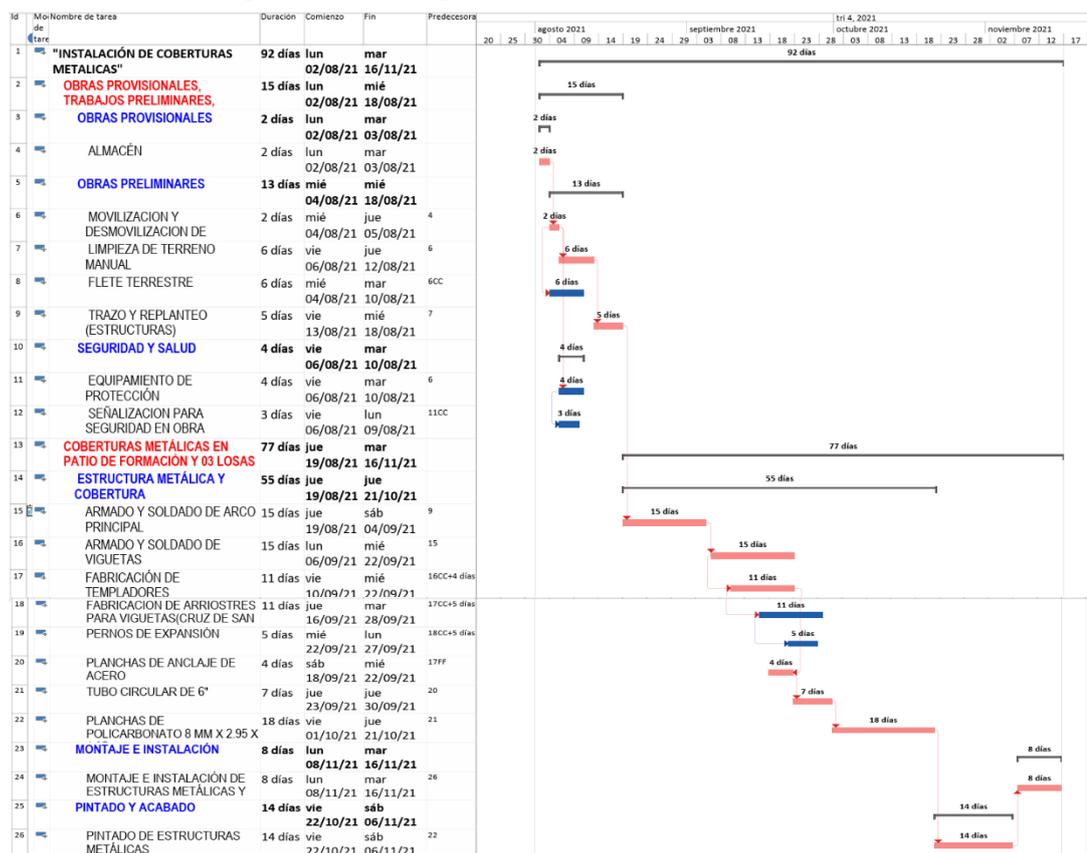


Figura 4.4 Cronograma de obra de la cubierta metálica convencional

Fuente: Expediente técnico

De la **figura 4.4**, observamos que el tiempo de ejecución contemplado sería de 92 días laborales, cumpliendo con un horario de acuerdo a ley de 48 horas

semanales. Además, en el gráfico se identificaron las tareas que formarían parte de la ruta crítica resaltadas en color rojo, las cuales afectarían directamente a la fecha fin del servicio y dependerían del diseño de las estructuras metálicas especificado en los planos del patio de formación y las 03 losas deportivas, todo esto, teniendo en cuenta la secuencia del proceso constructivo que implicaría el corte, armado, soldado, fabricación, pintado y posterior montaje.

4.4.4 Control del costo según las partidas de control tomadas de la propuesta del expediente técnico

Para evaluar el control del costo de las actividades de la propuesta del expediente técnico, se tomaron las partidas del presupuesto (ver **ANEXO N°02**) y se procedió con el análisis mediante el diagrama de Pareto, aplicando este principio al costo de producción. Así pues, se escogió el 20% de las partidas que tenían mayor costo para obtener una certeza y mejor control del 80% del monto total del presupuesto. La ecuación que se utilizó fue:

$$\% \text{ INCIDENCIA} = \frac{\text{Precio parcial}}{\text{Sumatoria del precio parcial}} \times 100 \dots\dots \text{Ecuación 4.1 (Ecuación de incidencia)}$$

Tabla 4.2 Partidas de control del costo tomadas de la propuesta del expediente técnico

ÍTEM	PARTIDA	UND	METRADO	PRECIO UNITARIO	PARCIAL (S/.)	% INCIDENCIA	% ACUMULADO
2.1.8	PLANCHAS DE POLICARBONATO 8 MM X 2.95 X 1.95	m2	3067.42	72.00	220,854.24	28.10%	28.10%
2.1.2	ARMADO Y SOLDADO DE VIGUETAS	m	1725.84	124.37	214,642.72	27.31%	55.41%
2.1.1	ARMADO Y SOLDADO DE ARCO PRINCIPAL	und	21.00	9,023.27	189,488.67	24.11%	79.52%
2.2.1	MONTAJE E INSTALACIÓN DE ESTRUCTURA	m2	2752.71	21.45	59,045.63	7.51%	87.03%

	S METÁLICAS Y COBERTURA						
2.1.4	FABRICACION DE ARRIOSTRES PARA VIGUETAS (CRUZ DE SAN ANDRES)	m	1778.64	16.42	29,205.27	3.72%	90.75%
2.1.3	FABRICACIÓN DE TEMPLADORES	m	929.46	27.47	25,532.27	3.25%	94.00%
2.3.1	PINTADO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	m2	2752.71	8.54	23,508.14	2.99%	96.99%
2.1.7	TUBO CIRCULAR DE 6"	m	104.00	34.89	3,628.56	0.46%	97.45%
1.3.1	EQUIPAMIENTO DE PROTECCIÓN	GLB	1.00	3,500.00	3,500.00	0.45%	97.90%
1.3.2	SEÑALIZACIÓN PARA SEGURIDAD EN OBRA	GLB	1.00	3,500.00	3,500.00	0.45%	98.34%
1.2.4	TRAZO Y REPLANTEO ESTRUCTURA	m2	2294.30	1.49	3,418.51	0.43%	98.78%
1.2.3	FLETE TERRESTRE	GLB	1.00	2,500.00	2,500.00	0.32%	99.09%
2.1.5	PERNOS DE EXPANSIÓN	und	126.00	18.11	2,281.86	0.29%	99.38%
1.2.2	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	2294.30	0.68	1,560.12	0.20%	99.58%
1.2.1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIA	GLB	1.00	1,500.00	1,500.00	0.19%	99.77%
2.1.6	PLANCHAS DE ANCLAJE DE ACERO	m2	7.56	130.00	982.80	0.13%	99.90%
1.1.1	ALMACÉN	m2	10.00	80.00	800.00	0.10%	100.00%
TOTAL					785,948.79		

Fuente: Elaboración propia

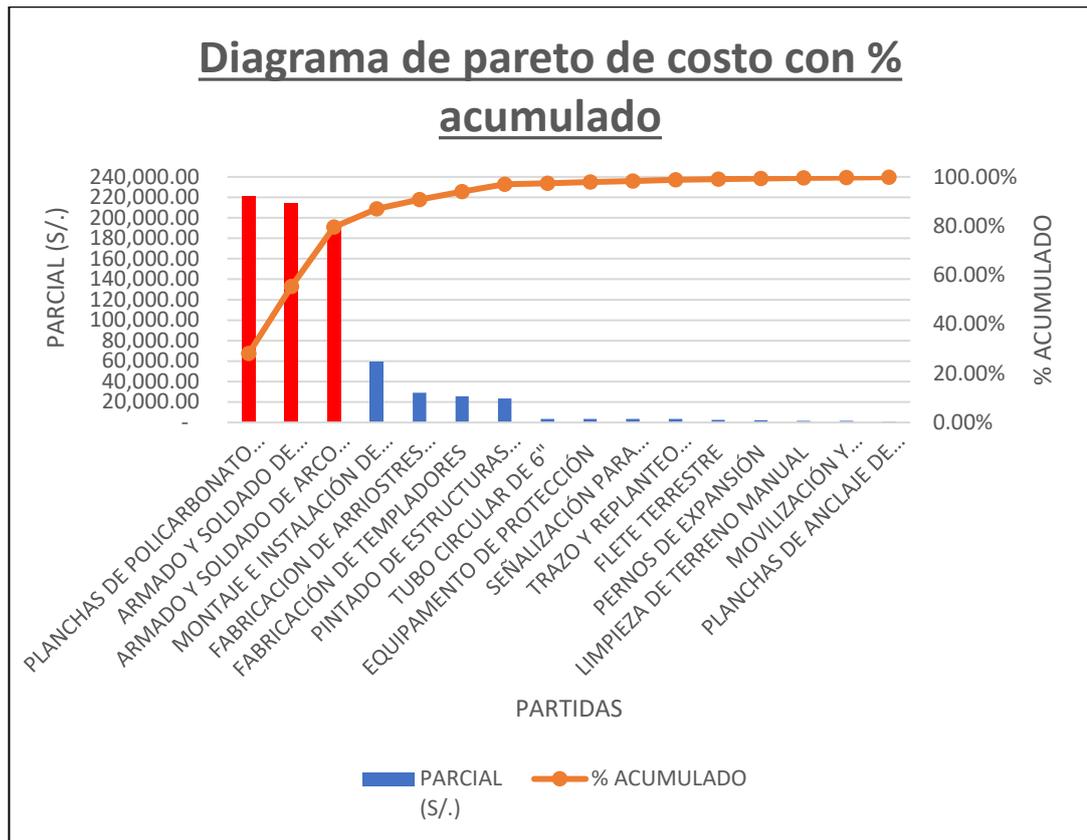


Figura 4.5 Diagrama de Pareto según el costo de las partidas de control tomadas de la propuesta de expediente técnico
Fuente: Elaboración propia

Del gráfico, podemos visualizar que el 80% del monto del presupuesto del expediente técnico con respecto al costo se centró en las siguientes actividades:

- **TECHO:** Planchas de polycarbonato 8 mm x 2.95 x 1.95.
- **ELEMENTO ESTRUCTURAL:** Armado y soldado de viguetas y de arco principal.

4.4.5 Control del tiempo (horas hombre) según las partidas de control tomadas de la propuesta del expediente técnico

Para evaluar el control del tiempo de las actividades propuestas en el expediente técnico, se tomaron las partidas del presupuesto de acuerdo a la cantidad de horas hombre detalladas en los APUS (ver **ANEXO N°03**) y se procedió a ordenarlas de mayor a menor para realizar el análisis mediante un diagrama de Pareto. Así pues, se escogió el 20% de las partidas que

tenían mayor cantidad de horas hombre para obtener una certeza y mejor control del 80% del tiempo de ejecución del servicio.

Tabla 4.3 Partidas de control del tiempo (horas hombre) tomadas de la propuesta del expediente técnico

ÍTEM	PARTIDA	UND	METRADO	H.H.	PARCIAL (S/.)	% INCIDENCIA	% ACUMULADO
2.1.8	PLANCHAS DE POLICARBONATO 8 MM X 2.95 X 1.95	m2	3067.42	3.20	9,815.74	40.30%	40.30%
2.1.1	ARMADO Y SOLDADO DE ARCO PRINCIPAL	Und	21.00	320.00	6,720.00	27.59%	67.89%
2.1.2	ARMADO Y SOLDADO DE VIGUETAS	M	1725.84	3.20	5,522.69	22.68%	90.57%
2.1.3	FABRICACIÓN DE TEMPLADORES	M	929.46	1.07	991.36	4.07%	94.64%
2.1.4	FABRICACION DE ARRIOSTRES PARA VIGUETAS (CRUZ DE SAN ANDRES)	M	1778.64	0.53	948.73	3.90%	98.54%
1.2.4	TRAZO Y REPLANTEO (ESTRUCTURAS)	m2	2294.30	0.0571	131.00	0.54%	99.07%
1.2.2	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	2294.30	0.04	91.77	0.38%	99.45%
2.1.5	PERNOS DE EXPANSIÓN	Und	126.00	0.67	84.00	0.34%	99.80%
2.1.7	TUBO CIRCULAR DE 6"	M	104.00	0.40	41.60	0.17%	99.97%
1.1.1	ALMACÉN	m2	10.00	0.80	8.00	0.03%	100.00%
2.1.6	PLANCHAS DE ANCLAJE DE ACERO	m2	7.56	0	0.00	0.00%	100.00%
2.2.1	MONTAJE E INSTALACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS Y COBERTURA	m2	2752.71	0.00	0.00	0.00%	100.00%
2.3.1	PINTADO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	m2	2752.71	0.00	0.00	0.00%	100.00%
	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIA	GLB	1.00	0.00	0.00	0.00%	100.00%
1.2.3	FLETE TERRESTRE	GLB	1.00	0	0.00	0.00%	100.00%
1.3.1	EQUIPAMIENTO DE PROTECCIÓN	GLB	1.00	0.00	0.00	0.00%	100.00%

1.3.2	SEÑALIZACIÓN PARA SEGURIDAD EN OBRA	GLB	1.00	0.00	0.00	0.00%	100.00%
-------	-------------------------------------	-----	------	------	------	-------	---------

Fuente: Elaboración propia

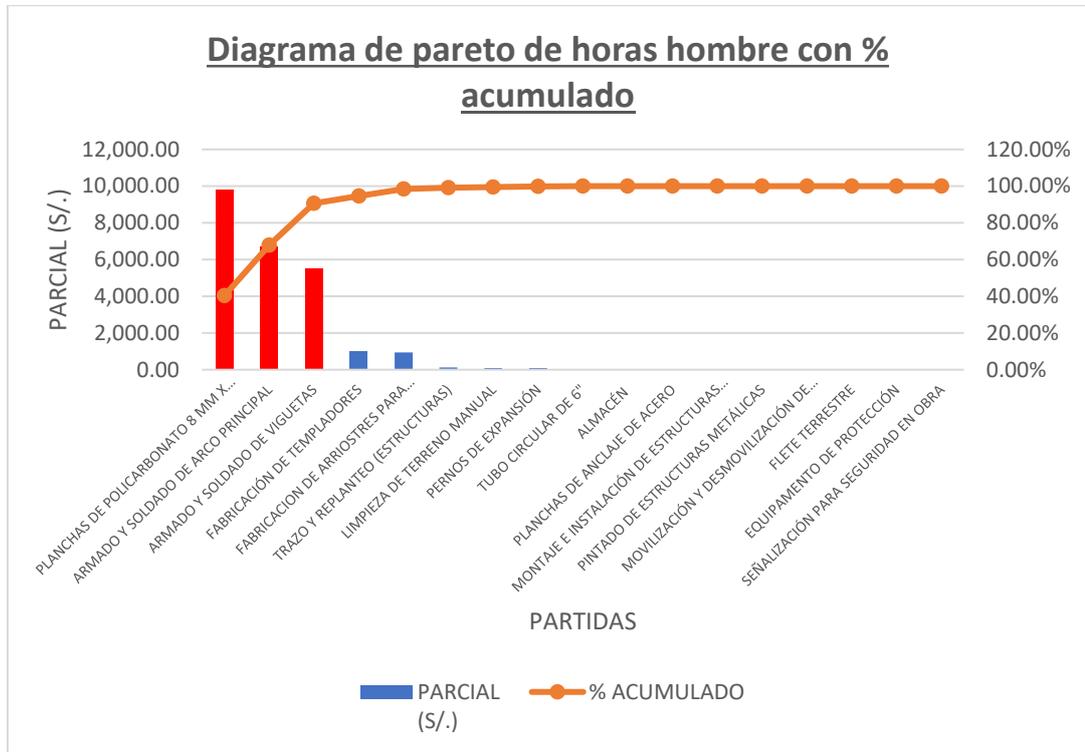


Figura 4.6 Diagrama de Pareto según el tiempo (horas hombre) de las partidas de control tomadas de la propuesta del expediente técnico
Fuente: Elaboración propia

Del gráfico, podemos visualizar que el 80% del tiempo de ejecución del servicio (horas hombre) también se centró en las siguientes actividades:

- **TECHO:** Planchas de polycarbonato 8 mm x 2.95 x 1.95.
- **ELEMENTO ESTRUCTURAL:** Armado y soldado de arco principal y de viguetas.

De esta manera, se comprobó que analizando sólo estas 03 partidas que representan el 20% del total del proyecto, se tendría mayor control del costo y tiempo (horas hombre) de la Propuesta del expediente técnico, lo que nos permitiría determinar en cuánto se reduce el costo y tiempo de ejecución al elegir la propuesta optimizada de los techos autoportantes.

4.4.6 Análisis de factores que afectan las partidas de control tomadas de la propuesta del expediente técnico

Para las 03 partidas de control obtenidas, se analizaron las causas que podrían afectar la correcta ejecución de cada una de las actividades.

- **Partida de control N°01:**



Figura 4.7 Análisis de factores que afectan la partida de control N°01 tomada de la propuesta del expediente técnico

Fuente: Elaboración propia

- **Partida de control N°02:**



Figura 4.8 Análisis de factores que afectan la partida de control N°02 tomada de la propuesta del expediente técnico

Fuente: Elaboración propia

- **Partida de control N°03:**



Figura 4.9 Análisis de factores que afectan la partida de control N°03 tomada de la propuesta del expediente técnico

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se identificó el personal responsable de controlar todo el proceso que involucran estos factores:



Figura 4.10 Personal responsable de las partidas de control tomadas de la propuesta del expediente técnico
Fuente: Elaboración propia

4.4.7 Análisis de ratios según las partidas de control tomadas de la propuesta del expediente técnico

Teniendo en cuenta que el precio unitario de cada partida es la sumatoria del precio unitario de mano de obra, de los materiales, de las maquinarias y equipos, de las subpartidas y de otros costos, se analizaron las 03 partidas de control tomadas del expediente técnico para obtener los RATIOS de la Mano de obra (HH) y de los equipos utilizados, mediante la siguiente fórmula:

$$RATIO MO. = \frac{Cuadrilla \times jornada}{Rendimiento MO.} \dots\dots\dots Ecuación 4.2 \text{ (Ecuación de ratio de mano de obra)}$$

- **Partida de control N°01:**

Partida	02.01.08		PLANCHAS DE POLICARBONATO 8 MM X 2.95 X 1.95			
Rendimiento	m2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m2	72.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	23.17	18.54
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	18.31	14.65
0101010005	PEON	hh	2.0000	1.6000	16.56	26.50
						59.68
Materiales						
0210050003	POLICARBONATO TRANSLUCIDO E=8MM	m2		0.3200	28.92	9.25
0251030002	TORNILLO DE ALUMINIO	und		4.0000	0.32	1.28
						10.53
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	59.68	1.79
						1.79

Figura 4.11 Análisis de precio unitario según la partida de control N°01 tomada de la propuesta del expediente técnico
Fuente: Expediente técnico

Tabla 4.4 Resumen de ratios según la partida de control N°01 tomada de la propuesta del expediente técnico

RATIOS DE LA PARTIDA N°01			
RATIO DE MANO DE OBRA		RATIO DE EQUIPOS	
Operario	0.8	Herramientas manuales	1.79
Oficial	0.8		
Peón	1.6		
TOTAL	3.2 HH/m²	TOTAL	1.79 S/./m²

Fuente: Elaboración propia

- **Partida de control N°02:**

Partida	02.01.01		ARMADO Y SOLDADO DE ARCO PRINCIPAL			
Rendimiento	und/DIA	MO. 0.2500	EQ. 0.2500	Costo unitario directo por : und	9,023.27	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	64.0000	23.17	1,482.88
0101010004	OFICIAL	hh	3.0000	96.0000	18.31	1,757.76
0101010005	PEON	hh	5.0000	160.0000	16.56	2,649.60
						5,890.24
Materiales						
02050100010	TUBO DE ACERO CUADRADO 21/2"X21/2"X3/16"	m		26.9200	25.16	677.31
02050100010	TUBO DE ACERO CUADRADO 2"X2"X3/16"	m		67.2000	23.14	1,555.01
0265010002	SOLDADURA ELECTRICA PUNTO AZUL	kg		6.0000	14.00	84.00
						2,316.32
Equipos						
0277010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5,890.24	176.71
0301000009	SOLDADURA ELECT. MONOF. ALTERNA 225 AM	hm	1.0000	32.0000	20.00	640.00
						816.71

Figura 4.12 Análisis de precio unitario según la partida de control N°02 tomada de la propuesta del expediente técnico
Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.5 Resumen de ratios según la partida de control N°02 tomada de la propuesta del expediente técnico

Fuente: Elaboración propia

RATIOS DE LA PARTIDA N°02			
RATIO DE MANO DE OBRA		RATIO DE EQUIPOS	
Operario	64.0	Herramientas manuales	176.71
Oficial	96.0	Maq. De Soldadura elect.	640.00
Peón	160.0		
TOTAL	320.0 HH/und	TOTAL	816.71 S/. /und

- **Partida de control N°03:**

Figura 4.13 Análisis de precio unitario según la partida de control N°03 tomada de la propuesta del expediente técnico

Parida 02.01.02 ARMADO Y SOLDADO DE VIGUETAS							
Rendimiento m/DIA		MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m		124.37	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	4.0000	2.1333	23.17	49.43	
0101010005	PEON	hh	2.0000	1.0667	16.56	17.66	
						67.09	
Materiales							
0205010002	TUBO DE ACERO CUADRADO 2"X2"X3/16"	m		1.0200	23.14	23.60	
0103020006	SOLDADURA ELECTRICA PUNTO AZUL	kg		1.5000	14.00	21.00	
						44.60	
Equipos							
0277010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	67.09	2.01	
0301000009	SOLDADURA ELECT. MONOF. ALTERNA 225 AM	hm	1.0000	0.5333	20.00	10.67	
						12.68	

Fuente: Expediente técnico

Tabla 4.6 Resumen de ratios según la partida de control N°02 tomada de la propuesta del expediente técnico

RATIOS DE LA PARTIDA N°03			
RATIO DE MANO DE OBRA		RATIO DE EQUIPOS	
Operario	2.13	Herramientas manuales	2.01
Peón	1.07	Maq. De Soldadura elect.	10.67
TOTAL	3.20 HH/m	TOTAL	12.68 S/. /m

Fuente: Elaboración propia

4.4.8 Análisis de la productividad según las partidas de control tomadas de la propuesta del expediente técnico

Para cada partida de control obtenida, se calculó la productividad, teniendo en cuenta lo que se produciría y los recursos que se emplearían en cada



actividad, todo dentro de un periodo establecido y siguiendo los estándares establecidos en las Normativas de diseño estructural mediante la siguiente fórmula:

$$PRODUCTIVIDAD = \frac{\text{Metrado producido}}{\text{Recurso empleado}} \dots\dots\dots \text{Ecuación 4.3 (Ecuación de la productividad)}$$

Tabla 4.7 Cálculo de productividad de las partidas de control de la propuesta del expediente técnico

ITEM	PARTIDA DE CONTROL	UND	METRADO PRODUCIDO	RECURSO EMPLEADO	PRODUCTIVIDAD
01	PLANCHAS DE POLICARBONATO 8 MM X 2.95 X 1.95	M2	3067.42	72.00	42.60
02	ARMADO Y SOLDADO DE ARCO PRINCIPAL	und	21.00	9,023.27	0.002
03	ARMADO Y SOLDADO DE VIGUETAS	m	1725.84	124.37	13.88

Fuente: Elaboración propia

4.5 PROPUESTA OPTIMIZADA: TECHO AUTOSOPORTADO CON CUBIERTA TIPO MEMBRANA

Luego del análisis de la propuesta del expediente técnico, la contratista consideró la posibilidad de reducir los ratios de la mano de obra y de los equipos sin bajar la productividad; para ello, propuso cubrir cada uno de los espacios con la tecnología de cubiertas autosoportadas colocadas sobre vigas de fierro, apoyadas a su vez, sobre las vigas aligeradas existentes en los módulos que delimitan el patio de formación y, sobre las vigas canalón de concreto ubicadas en cada plataforma deportiva. Esta nueva propuesta se evaluó y ejecutó considerando los siguientes aspectos:

4.5.1 Descripciones técnicas de la propuesta optimizada

4.5.1.1 Techo autosoportado con cubierta tipo membrana en patio de formación

4.5.1.1.1 Soportes para cubierta tipo membrana con tubo de 200mm y pernos expansivos

Descripción:

Esta partida consistió en la habilitación y colocación de tubo de acero estructural cuadrado de 200mm por 6.35 mm de espesor soldado a una plancha de 12 mm. El empotrado con pernos de anclaje expansivos sobre una viga estructural de concreto existente en las construcciones cada 4.00 a 4.60 metros. Además, incluyó el retiro de la teja existente y la colocación de la misma, solo en donde fue accesible.

Estos trabajos fueron en altura y se utilizó un elevador telescópico para las conexiones con soldadura convencional.

Todos los tubos se colocaron respetando el ángulo proyectado en los planos (ver **figuras 4.14 y 4.15**)

Método de medición

La unidad de medida fue la unidad (und).

Forma de pago

Los trabajos que comprendió esta partida, fueron pagados por cada unidad de apoyo ejecutada. Este pago correspondió a la compensación

por mano de obra, material y herramientas que intervinieron en la partida.

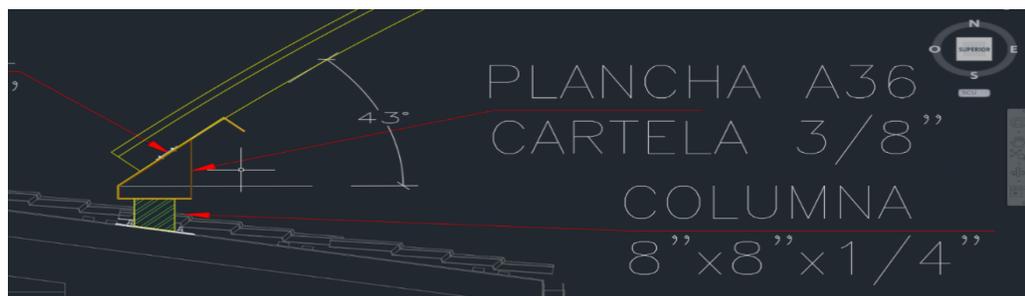


Figura 4.14 Detalle de plancha soldada a tubo cuadrado
Fuente: Propuesta de techo autosoportado tipo membrana

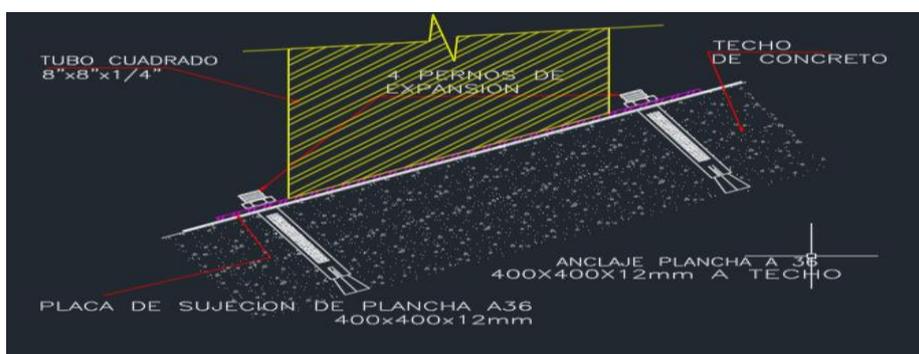


Figura 4.15 Detalle de soporte empotrado a viga de concreto
Fuente: Propuesta de techo autosoportado tipo membrana

4.5.1.1.2 Viga de plancha de acero para apoyo de techo

Descripción:

Esta partida consistió en el suministro y habilitación de plancha de acero A36 de espesor de $\frac{1}{4}$ ", la misma que fue reforzada con un soporte (cartela) con plancha de $\frac{3}{8}$ ".

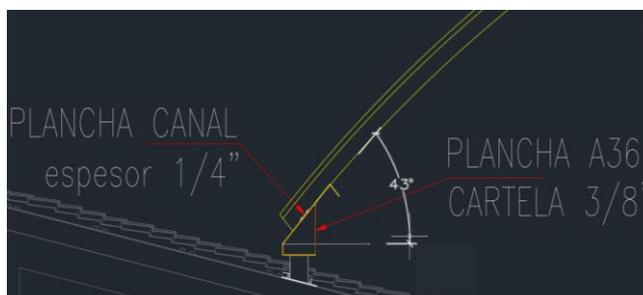


Figura 4.16 Detalle de plancha de acero A36 de $\frac{1}{4}$ " reforzada
Fuente: Propuesta de techo autosoportado tipo membrana

Esta plancha se colocó sobre tubo cuadrado de 8 pulgadas, a lo largo de toda la longitud del techo autosoportado en ambos lados, sirviendo de apoyo para la cobertura del techo, la misma que fue adosada con una plancha de 15 cm x 15 cm x espesor de 2.5 mm con 4 pernos.

Método de medición

La unidad de medida fue el metro lineal (ml).

Forma de pago

Los trabajos que comprendió esta partida, fueron pagados por cada metro lineal ejecutada. Este pago correspondió a la compensación por mano de obra, material y herramientas que intervinieron en la partida.

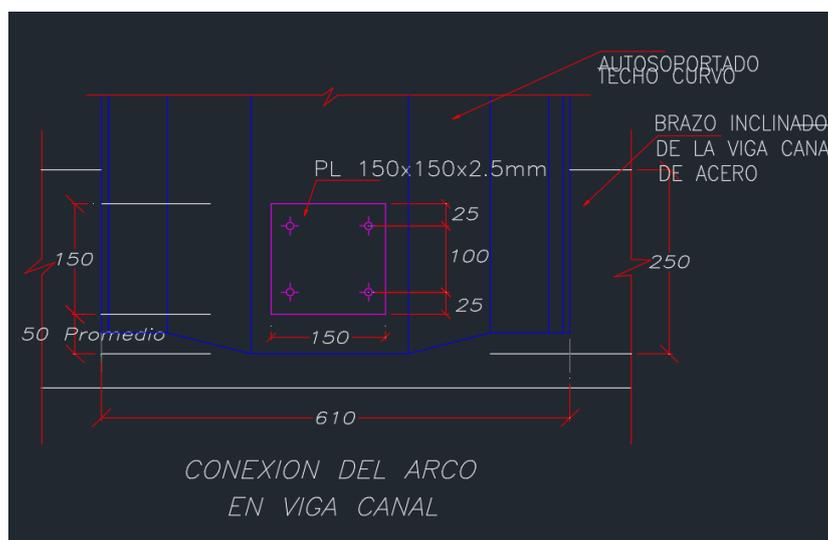


Figura 4.17 Detalle de plancha adosada con pernos a la cobertura del techo

Fuente: Propuesta de techo autosoportado tipo membrana

4.5.1.1.3 Construcción de cartelas en soporte con plancha de fierro

Descripción:

Esta partida consistió en el suministro y habilitación de plancha de acero A36 de espesor de 3/8", la misma que se comportó como un soporte (cartela) de forma triangular y fue soldada en la plancha de 1/4" que es la viga metálica de soporte de cobertura del techo, esta conexión se realizó

con soldadura convencional. Esta partida incluyó el pintado con esmalte anticorrosivo.

Método de medición

La unidad de medida fue la unidad (und).

Forma de pago

Los trabajos que comprendió esta partida, fueron pagados por cada unidad ejecutada. Este pago correspondió a la compensación por mano de obra, material y herramientas que intervinieron en la partida.

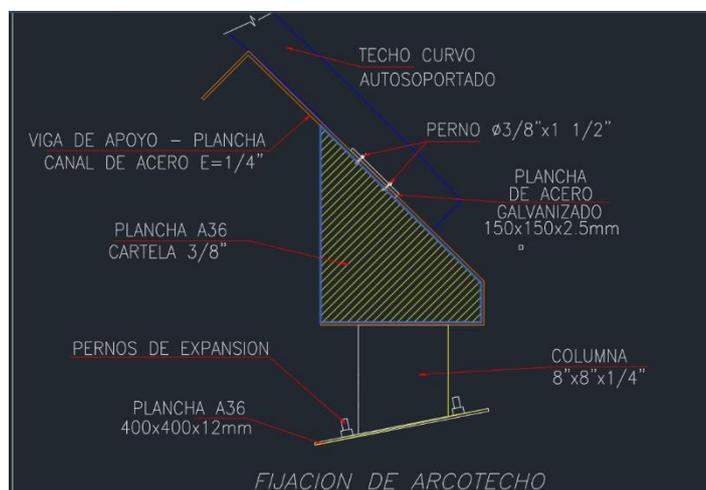


Figura 4.18 Detalle de cartela de 3/8" en soporte
Fuente: Propuesta de techo autoportado tipo membrana

4.5.1.1.4 Techo autoportado con coberturas de acero galvanizado incluye elementos de sujeción y pernos de anclaje calibre 22

Descripción:

Esta partida consistió en el suministro e instalación de láminas de acero estructural (SS) grado mínimo 40 galvanizado, esta plancha fue colocada sobre la viga fabricada de plancha de fierro, y a su vez colocada sobre la viga aligerada de los módulos próximos d y e, c y b.

Las coberturas fueron pre - pintadas en rollos de acuerdo con la Norma Internacional ASTM A-653, Capa G-90° o Zintro-alum (Galvalume) AZ50

de acuerdo con la Norma Internacional ASTM A792 con acabado de alta calidad. Además, se consideró cobertura translúcida (plancha de fibra de vidrio) con un ancho de 0.61 m.

Método de medición

La unidad de medida fue el metro cuadrado (m²).

Forma de pago

Los trabajos que comprendió esta partida, fueron pagados por cada metro cuadrado ejecutado. Este pago correspondió a la compensación por mano de obra, material y herramientas que intervinieron en la partida.

4.5.1.2 Techo autoportado con cubierta tipo membrana en plataformas deportivas

4.5.1.2.1 Techo autoportado con coberturas de acero galvanizado incluye elementos de sujeción y pernos de anclaje calibre 22

Descripción:

Esta partida también consistió en el suministro e instalación de láminas de acero estructural (SS) grado mínimo 40 galvanizado, esta plancha fue colocada sobre la viga canalón de concreto. Las coberturas fueron pre-pintadas en rollos de acuerdo con la Norma Internacional ASTM A-653, Capa G-90° o Zintro-alum (Galvalume) AZ50 de acuerdo con la Norma Internacional ASTM A792 con acabado de alta calidad. Además, se consideró cobertura translúcida (plancha de fibra de vidrio) con un ancho de 0.61 m por tramos.

Método de medición

La unidad de medida fue el metro cuadrado (m²).

Forma de pago

Los trabajos que comprendió esta partida, fueron pagados por cada metro cuadrado ejecutado. Este pago correspondió a la compensación por mano de obra, material y herramientas que intervinieron en la partida.

4.5.1.2.2 *Pintado en estructuras, columnas y vigas*

Descripción:

Se aplicó pintura látex a todas las vigas y columnas, tarrajeados con cemento. Se consideró su resistencia a las condiciones climáticas, a la alcalinidad y el lavado con agua y jabón sin sufrir alteraciones en su acabado. Se aplicó una mano de imprimación y dos manos de pintura.

Método de medición

La unidad de medida será el metro cuadrado (m²).

Forma de pago

Los trabajos que comprendió esta partida, fueron pagados por cada metro cuadrado ejecutado. Este pago correspondió a la compensación por mano de obra, material y herramientas que intervinieron en la partida.

4.5.1.2.3 *Drenaje pluvial en columnas con montante en zona de coberturas*

Descripción:

Para la evacuación pluvial en la viga canal de concreto armado se colocó tubería PVC de diámetro 4" de salida y transporte de aguas de lluvia desde los montantes hacia la salida (punto de recolección) de aguas pluviales ya existentes en los planos anteriores, con codos de 45 grados y de 90 grados y abrazaderas de acero galvanizados, las mismas que descargarán a la tubería de descarga principal de 110 mm. En cada plataforma se instaló tubería de 4" para descarga, una en cada extremo

de las plataformas deportivas, con la finalidad de evacuar aguas pluviales que caerán alrededor del techo.

Método de medición:

La unidad de medida de la partida fue por unidad (und.).

Forma de pago:

El pago se efectuó al precio unitario por unidad (und) del presupuesto aprobado, del metrado realizado y aprobado por el Supervisor, dicho pago constituyó la compensación total por materiales, mano de obra, herramientas e imprevistos necesarios para la realización de esta partida.

4.5.2 Condiciones funcionales y propiedades de la cubierta estructural usada en la propuesta optimizada

El sistema estructural utilizado en la propuesta optimizada estuvo formulado en base a elementos de concreto armado, resistentes a las cargas estáticas y sísmicas, como la cimentación con zapatas, columnas y vigas de concreto. Los elementos estructurales mencionados darán rigidez suficiente y permitirán controlar las distorsiones en el caso de un sismo, dando tiempo suficiente para la evacuación del lugar. Las cargas se distribuyeron de acuerdo con su ubicación.

4.5.2.1 Características físico mecánicas de las cubiertas autosoportadas

Entre las características que presentaron las cubiertas estructurales tenemos:

- ✓ Ancho efectivo nominal: 609.6 mm.
- ✓ Peralte nominal: 203.0 mm.
- ✓ Material: Lámina de acero galvanizado pre pintada de acuerdo con la Norma Internacional ASTM A-653, grado 40, capa G-90° o con la

norma ASTM A-792 Zintroalum AZ50. Pintada en línea continua a base de resinas sintéticas, pigmentos y aditivos que proporcionaron un acabado de alta calidad y gran resistencia al medio ambiente.

- ✓ Espesor de la lámina de acero: Calibre 22 (0.80 mm nominal)
- ✓ Pintura para la lámina de acero:
 1. PRIMER: espesor de capa superior e inferior primario 0.18 – 0.3 mils nominal, permitió tener la flexibilidad suficiente para posteriores procesos aplicables a la lámina. Además de estar diseñada como una barrera para contener humedad, químicos y sal del medio ambiente, dándole mayor tiempo de vida a la lámina.
 2. ACABADO: espesor de capa superior acabado 0.7 – 0.8 mils nominal e inferior 0.3-0.4 mils nominal con buena adherencia a la capa de pintura "primer" y diseñada para dar la apariencia final a la lámina. Proceso de curado en horno de convección.
- ✓ Densidad del acero: 7,850 kg/m³
- ✓ Módulo de elasticidad del acero: 2100,000 kg/cm²

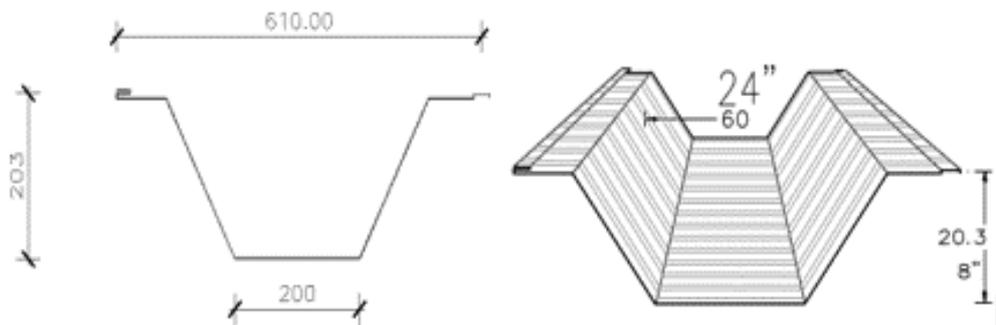


Figura 4.19 Sección típica de cubierta autoportada
Fuente: Propuesta de techo autoportado tipo membrana

Tabla 4.8 Datos técnicos de diseño de la propuesta optimizada

Calibre mm	Peso kg/m ²	Área mm ²	Eje X				Eje Y		
			Ix mm ⁴	rx mm	Sx top mm ³	Sx bot mm ³	Iy mm ⁴	ry mm	Sy mm ³
0.6	7.18	541.20	3.57E+06	81.3	4.39E+04	1.06E+05	1.80E+07	182.23	5.99E+04
0.8	9.57	721.50	4.76E+06	81.3	5.85E+04	1.42E+05	2.40E+07	182.22	7.98E+04
0.93	11.13	901.70	5.95E+06	81.3	7.31E+04	1.77E+05	2.99E+07	182.20	9.98E+04
1.2	14.36	1,081.80	7.14E+06	81.3	8.76E+04	2.13E+05	3.59E+07	182.19	1.20E+04
1.5	17.95	1,352.25	8.93E+06	81.3	1.10E+05	2.66E+05	4.49E+07	182.17	1.50E+04

Fuente: Propuesta de techo autoportado tipo membrana

4.5.2.2 Reglamentación y normas de diseño de las cubiertas autoportadas

Para el desarrollo estructural del proyecto se ha tenido en cuenta:

- Norma Técnica de Edificación E-020: Cargas.
- Norma Técnica de Edificación E-030: Diseño Sismo resistente.
- ACI – 318 American Concrete Institute – Concreto Estructural.
- Norma: AISI (American Iron and Steel Institute).
- AISI para el Diseño de Miembros Estructurales de Acero Conformado en Frío presenta un tratamiento integrado por dos métodos de diseño, el diseño por tensiones admisibles (ASD) y el diseño por factores de carga y resistencia (LRFD). Ambos métodos son igualmente aceptables, aunque es posible que no produzcan idénticos resultados. Sin embargo, al diseñar los diferentes componentes de acero conformado en frío de una estructura no se deben mezclar estos dos métodos.

4.5.2.3 Cargas y sobrecargas de las cubiertas autoportadas

Las cargas que intervienen en este sistema:

Tabla 4.9 Cargas y sobrecargas de las cubiertas autoportadas

TOTAL DE CARGAS Y SOBRECARGAS DE CUBIERTAS AUTOSOPORTADAS			
CARGA MUERTA	P.P COBERTURA ARCO METÁLICO-CALIBRE 22	9.57 kg/m ²	16.57 kg/m ²
	P.P. ILUMINARIAS Y OTROS	7.00 kg/m ²	
CARGA VIVA	P.P DE SOBRECARGA VIVA-RNE-2006 E-20	30.00 kg/m ²	30.00 kg/m ²
CARGA DEL VIENTO	PRESION DEL VIENTO A 10.0 m DE ALTURA (según MAPA EÓLICO)	75.00 kg/h	75.00 kg/h

Fuente: Propuesta de techo autoportado tipo membrana

4.5.2.4 Combinaciones de carga de las cubiertas autoportadas

Para las estructuras de acero como los pórticos (columnas y vigas) y el techo en arco autoportado, la resistencia requerida de la estructura y sus elementos debe ser determinada por la adecuada combinación crítica de cargas factorizadas. Para la aplicación del método LRFD (Factores de carga y resistencia) se tuvieron las siguientes combinaciones:

Tabla 4.10 Combinaciones de carga de las cubiertas autoportadas

COMBINACIONES DE CARGA
Comb1 (1.4D+1.7L)
Comb2 (1.25D+1.25L) +E
Comb3 (1.25D+1.25L) -1.25E
Comb4 (1.25D+1.25L) +1.25W)
Comb5 (1.25D+1.25L) -1.25W)
Comb6 (0.9D+1.25E)
Comb7 (0.9D-1.25E)
Comb8 (0.9D+1.25W)
Comb9 (0.9D-1.25W)
Comb10 (1.25(D + Lr) +1.0Sx)
Comb11 (1.25(D + Lr) -1.0Sx)
Comb12 (1.25(D + Lr) +1.0Sy)
Comb13 (1.25(D + Lr) -1.0Sy)

Comb14 (0.9D+1.0Sx)
Comb15 (0.9D-1.0Sx)
Comb16 (0.9D+1.0Sy)
Comb17 (0.9D-1.0Sy)

Fuente: Propuesta de techo autoportado tipo membrana

1
Dónde: D: Carga muerta, L: Carga viva, E: Cargas de sismo en dirección x e y, respectivamente, W: Carga viento.

4.5.2.5 Análisis sísmico de las cubiertas autoportadas

1
El análisis estructural y los diseños se realizaron independientemente para cada caso, de acuerdo a la Norma Peruana de diseño Sismo Resistente E-030, por lo tanto, se consideraron los siguientes parámetros:

- Factor de zona: Se trata de cubiertas ubicadas en Piura.
- Zona 04: $Z = 0.45$
- Factor de uso: Edificaciones esenciales $U = 1.50$
- Factor de Amplificación del suelo: Suelo tipo S3, $S = 1.10$
- Factor de reducción de fuerza sísmica: $R_x = 2.5$ y $R_y = 3.5$ (ASCE).

4.5.2.5.1 Espectros de respuesta

Se apreciaron 02 espectros de respuesta elástica, uno cuando se tiene únicamente columnas en volados en el sentido de la luz mayor del arco como fueron las columnas de concreto en volado con $R = 2.5$ y otro cuando el sentido largo del emplazamiento se conecta con una viga, es decir cuando $R = 3.5$.

- Para Patio de formación (H=7.02 m)

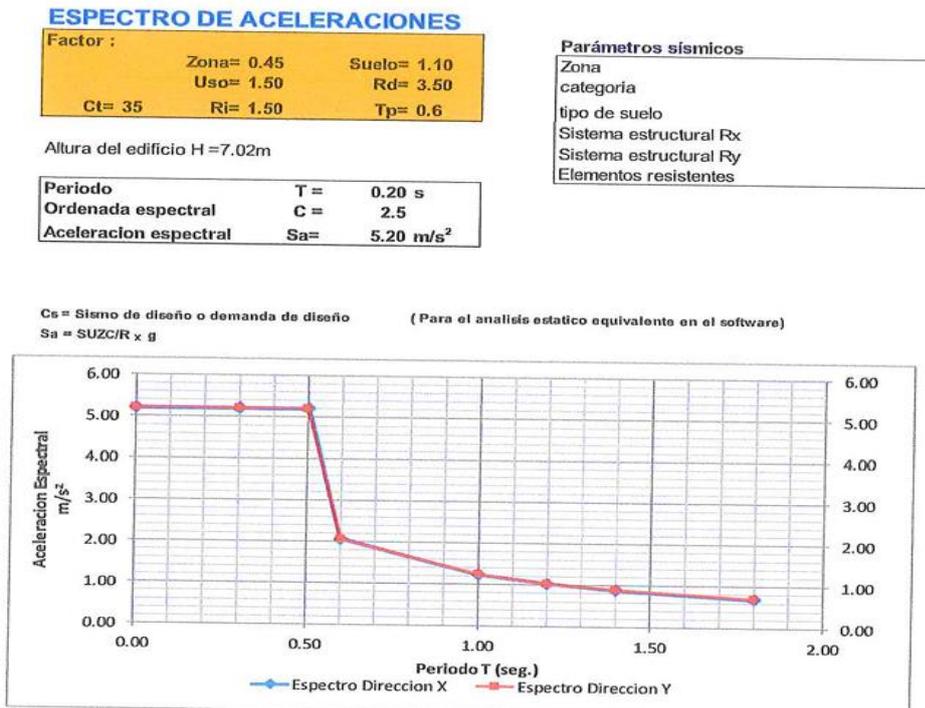


Figura 4.20 Espectro de aceleración Rd=3.5 para patio de formación
Fuente: Propuesta de techo autoportado tipo membrana

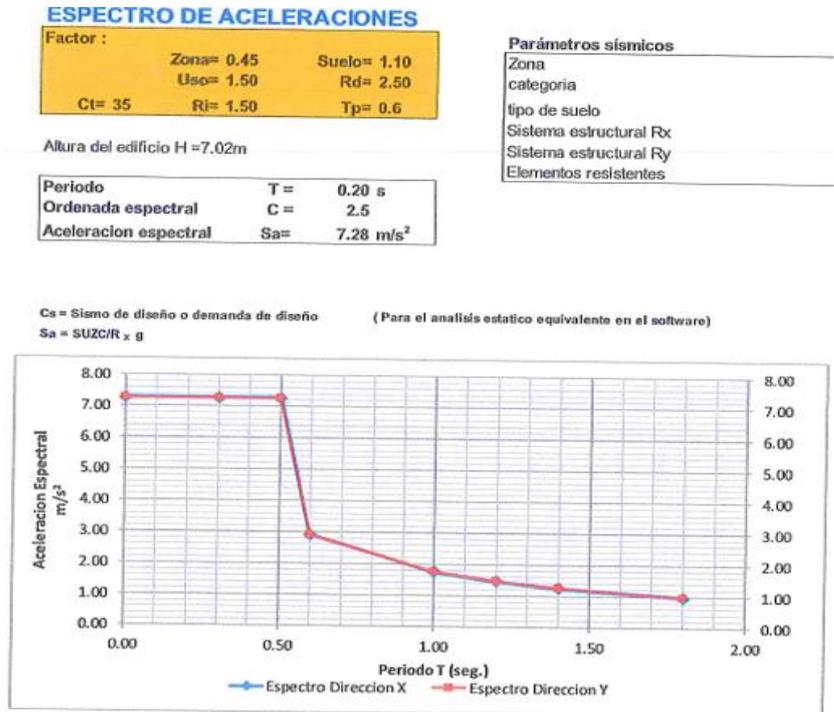


Figura 4.21 Espectro de aceleración Rd=2.5 para patio de formación
Fuente: Propuesta de techo autoportado tipo membrana

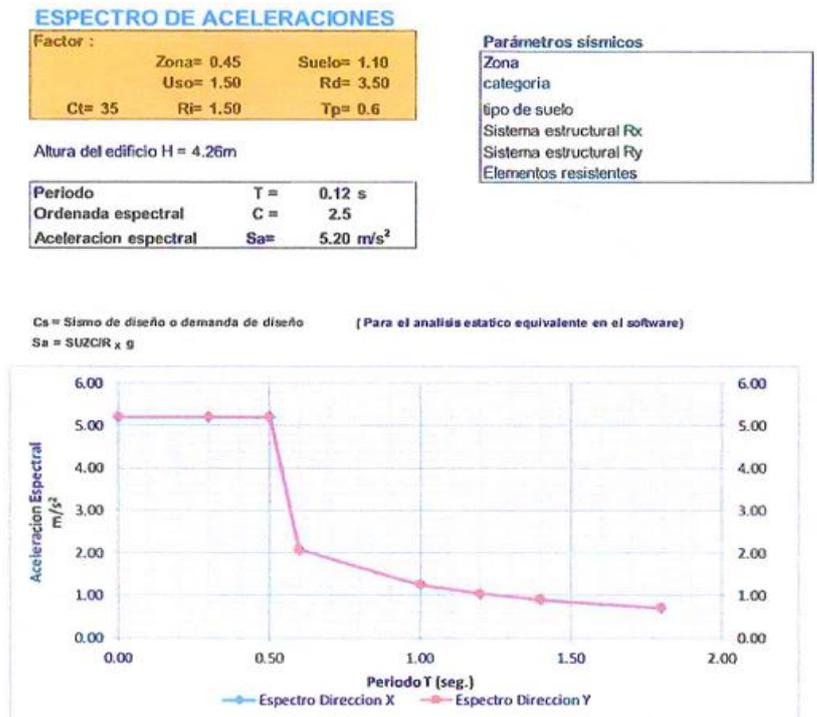


Figura 4.22 Espectro de aceleración con Rd=3.5 para cada plataforma deportiva

Fuente: Propuesta de techo autosoportado tipo membrana

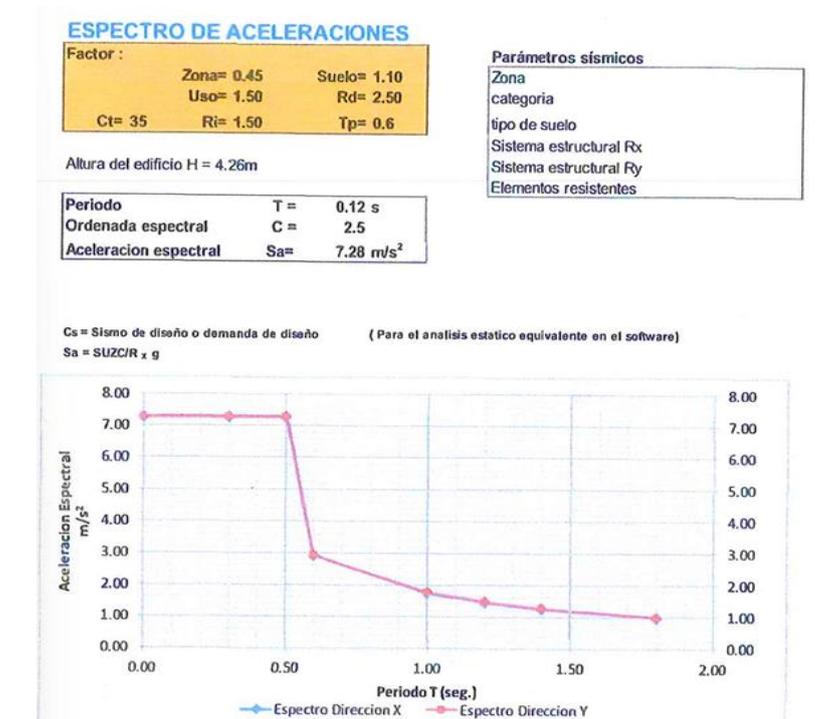


Figura 4.23 Espectro de aceleración con Rd=2.5 para cada plataforma deportiva

Fuente: Propuesta de techo autosoportado tipo membrana

4.5.2.5 Análisis estructural de las cubiertas autoportadas

4.5.2.5.1 Reacciones del techo autoportado

- Para el Patio de formación:

Tabla 4.11 Reacciones del techo autoportado en patio de formación

Fuente: Propuesta de techo autoportado tipo membrana

Tabla 4.12 Reacciones del arco en los apoyos de patio de formación

REACCIONES DEL ARCO EN LOS APOYOS	
CARGAS VERTICALES	
Carga muerta	182.6 kg/m
Carga viva	312.0 kg/m
Carga de viento	98.3 kg/m
CARGAS HORIZONTALES	
Carga muerta	228.3 kg/m
Carga viva	390.0 kg/m
Carga de viento	130.8 kg/m

Fuente: Propuesta de techo autoportado tipo membrana

- ✓ Análisis sísmico de la cubierta autoportada con respecto a la estructura: (R=3.50)

1. Cálculo del peso asociado a la estructura:

$$P = CM + 0.25 (CV) \text{Ecuación 4.4 (Ecuación del peso asociado a la estructura)}$$

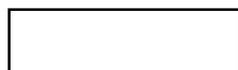
Donde: Las cargas en los EXTERIORES de la estructura son:

CM= carga muerta, CV= carga viva

$$P = 182.6 \text{ kg} + 0.25 (312.0 \text{ kg})$$

$$P = 260.63 \text{ kg}$$

2. Cálculo de la cortante basal de la estructura:



$$V = \frac{ZxUxCxS}{R} xP \quad \dots\dots\text{Ecuación 4.5 (Ecuación de la cortante basal)}$$

Donde: Z= Factor de zona, U= Factor de uso, C= Factor de amplificación sísmica, S= Factor de tipo de suelo,

R= coeficiente de reducción sísmica y P= peso de la estructura.

$$V = \frac{0.45x1.50x2.50x1.10}{3.50} x260.63 \text{ kg}$$

$$V = 138.2 \text{ kg}$$

3. Cálculo de la fuerza sísmica nodal de la estructura:

$$\boxed{F = \frac{V}{2}} \quad \dots\dots\text{Ecuación 4.6 (Ecuación de la fuerza sísmica nodal)}$$

$$F = \frac{138.2 \text{ kg}}{2}$$

$$F = 69.1 \text{ kg}$$

✓ Análisis sísmico de la cubierta autosoportada con respecto a la estructura: (R=2.50)

1. Cálculo del peso asociado a la estructura:

$$P = 182.6 \text{ kg} + 0.25 (312.0 \text{ kg})$$

$$P = 260.63 \text{ kg}$$

2. Cálculo de la cortante basal de la estructura:

$$V = \frac{0.45x1.50x2.50x1.10}{2.50} x260.63 \text{ kg}$$

$$V = 193.5 \text{ kg}$$

3. Cálculo de la fuerza sísmica nodal de la estructura:

$$F = \frac{193.5 \text{ kg}}{2}$$

$$F = 96.76 \text{ kg}$$

- Para cada Plataforma deportiva:

Tabla 4.13 Reacciones del techo autoportado en cada plataforma Deportiva

REACCIONES DEL TECHO AUTOSOPORTADO	
Luz libre-cuerda	20.20 m
Largo	32.00 m
Espesor de la cobertura	0.80 mm
Peso de la cobertura	9.57 kg/m ²
% Flecha	20.00 %
Flecha	4.04 m
Altura estructuras de soporte	4.26 m
Radio	14.65 m
Longitud del arco	22.29 m
Angulo de inclinación	44°
Peso total de la cobertura	6,827 kg
Carga Viva	30 kg/m ²
Carga nieve	0 kg/m ²
Peso de luminarias/ otros	7 kg/m ²
Velocidad máxima de viento	75.0 km/h
Presión de viento - Barlovento	42.19 kg/m ²
Presión de viento - Sotavento	-14.06 kg/m ²

Tabla 4.14 Reacciones del arco en los apoyos de cada plataforma deportiva

REACCIONES DEL ARCO EN LOS APOYOS	
CARGAS VERTICALES	
Carga muerta	177.4 kg/m
Carga viva	303.0 kg/m
Carga de viento	170.4 kg/m
CARGAS HORIZONTALES	
Carga muerta	221.7 kg/m
Carga viva	378.8 kg/m
Carga de viento	225.0 kg/m

Fuente: Propuesta de techo autoportado tipo membrana

- ✓ Análisis sísmico de la cubierta autoportada con respecto a la estructura: (R=3.50)

1. Cálculo del peso asociado a la estructura:

$$P = 177.4 \text{ kg} + 0.25 (303.0 \text{ kg})$$

$$P = 253.12 \text{ kg}$$

2. Cálculo de la cortante basal de la estructura:

$$V = \frac{0.45 \times 1.50 \times 2.50 \times 1.10}{3.50} \times 253.12 \text{ kg}$$

$$V = 134.2 \text{ kg}$$

3. Cálculo de la fuerza sísmica nodal de la estructura:

$$F = \frac{134.2 \text{ kg}}{2}$$

$$F = 67.12 \text{ kg}$$

✓ Análisis sísmico de la cubierta autoportada con respecto a la estructura: (R=2.50)

1. Cálculo del peso asociado a la estructura:

$$P = 177.4 \text{ kg} + 0.25 (303.0 \text{ kg})$$

$$P = 253.12 \text{ kg}$$

2. Cálculo de la cortante basal de la estructura:

$$V = \frac{0.45 \times 1.50 \times 2.50 \times 1.10}{2.50} \times 253.12 \text{ kg}$$

$$V = 187.9 \text{ kg}$$

3. Cálculo de la fuerza sísmica nodal de la estructura:

$$F = \frac{187.9 \text{ kg}}{2}$$

$$F = 93.96 \text{ kg}$$

4.5.2.5.2 Carga de viento

Según la norma E.020, la edificación se clasifica como TIPO 1, por lo que el procedimiento seguido fue de acuerdo con lo especificado para este tipo de edificación.



Figura 4.24 Ubicación del proyecto en mapa eólico del Perú
Fuente: Mapa eólico del Perú

Según el mapa de vientos de la **figura 4.24**, la velocidad de las ráfagas de viento que se pudieran producir a partir de una altura de 10 m sobre el nivel de terreno va ser de 90 km/h. De acuerdo a la norma E-020-12.3, la velocidad de viento hasta 10 m de altura va ser la velocidad máxima adecuada a la zona de ubicación de la edificación, pero no menos de 75 km/h.

Para determinar la velocidad de diseño del viento se usó la siguiente fórmula:

$$V_h = V \left(\frac{h}{10} \right)^{0.22} \dots\dots\dots \text{Ecuación 4.7 (Ecuación de la velocidad de diseño del viento)}$$

- ✓ Para el patio de formación:

$$V_h = 75 \text{ km/h} \left(\frac{6.8 \text{ m}}{10} \right)^{0.22}$$

$$V_h = 68.89 \text{ km/h}$$

- ✓ Para cada plataforma deportiva:

$$V_h = 75 \text{ km/h} \left(\frac{4.26 \text{ m}}{10} \right)^{0.22}$$

$$V_h = 62.16 \text{ km/h}$$

4.5.2.5.3 Factores de forma

Los factores de forma fueron tomados de la norma E.020, teniendo en cuenta que el sistema de techo autoportado es una estructura sin cerramiento lateral, por lo cual se analizaron tres posibles casos, sin considerar la presión interna y considerando un coeficiente de presión interna $C_{pe} = \pm 30$

5
Tabla 4.15 Factores de forma (C)*

CONSTRUCCIÓN	BARLOVENTO	SOTAVENTO
Superficies verticales de edificios.	+0.8	-0.6
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en el sentido del viento.	+1.5	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica.	+0.7	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección cuadrada o rectangular.	+2.0	
Arcos y cubierta cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda los 45°.	±0.8	-0.5
Superficies inclinadas a 15° o menos.	+0.3 -0.7	-0.6
Superficies inclinadas entre 15° y 60°.	+0.7 -0.3	-0.6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical.	+0.8	-0.6

*El signo positivo indica presión y el negativo succión

Fuente: Norma técnica peruana E.020

Tabla 4.16 Factores de forma para determinar cargas adicionales en elementos de cierre (C)

ABERTURAS		
Uniforme en lados a barlovento y sotavento	Principales en lado a barlovento	Principales en lado a sotavento o en los costados
±0,3	+0,8	-0,6

Fuente: Norma técnica peruana E.020

$$Ph = 0.005xCxVh^2 \dots\dots\dots Ecuación 4.8 \text{ (Ecuación de carga del viento)}$$

Dónde: Vh es 75 km/h (según mapa Eólico del Perú)

- ✓ Coeficientes de presión exterior (CPE)

Según la **Tabla 4.15**, para arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda los 45° tenemos:

Tabla 4.17 Coeficientes de presión exterior

FACTORES DE CARGA (EXTERIORES)	BARLOVENTO	SOTAVENTO
CASO 1	0.8	-0.5
CASO 2	-0.8	-0.5

Fuente: Norma técnica peruana E.020

- ✓ Coeficientes de presión interior (CPI)

Según la **Tabla 4.16**, para determinar cargas adicionales debido a aberturas uniformes en lados a barlovento y sotavento tenemos:

Tabla 4.18 Coeficientes de presión interior

FACTORES DE CARGA (INTERIORES)	BARLOVENTO	SOTAVENTO
CASO 1	±0.3	±0.3

Fuente: Norma técnica peruana E.020

Obteniendo:

Tabla 4.19 Casos de coeficientes de presión

	CASO 1	CASO 2

FACTORES DE CARGA	BARLOVENTO	SOTAVENTO	BARLOVENTO	SOTAVENTO
CPE	0.8	-0.5	-0.8	-0.5
CPE+CPI	1.1	0.5	-1.1	0.2

Fuente: Propuesta de techo autoportado tipo membrana

Tabla 4.20 Cargas de viento para la propuesta

CARGAS DE VIENTO					
PV1	22.50	kg/m ²	PV1	-22.50	kg/m ²
PV2	14.06	kg/m ²	PV2	-14.06	kg/m ²
PV3	30.94	kg/m ²	PV3	-30.94	kg/m ²
PV4	-14.06	kg/m ²	PV4	5.63	kg/m ²

Fuente: Propuesta de techo autoportado tipo membrana

4.5.2.5.4 Esfuerzos originados en la cubierta

Se obtuvieron los siguientes datos:

- Patio de formación:

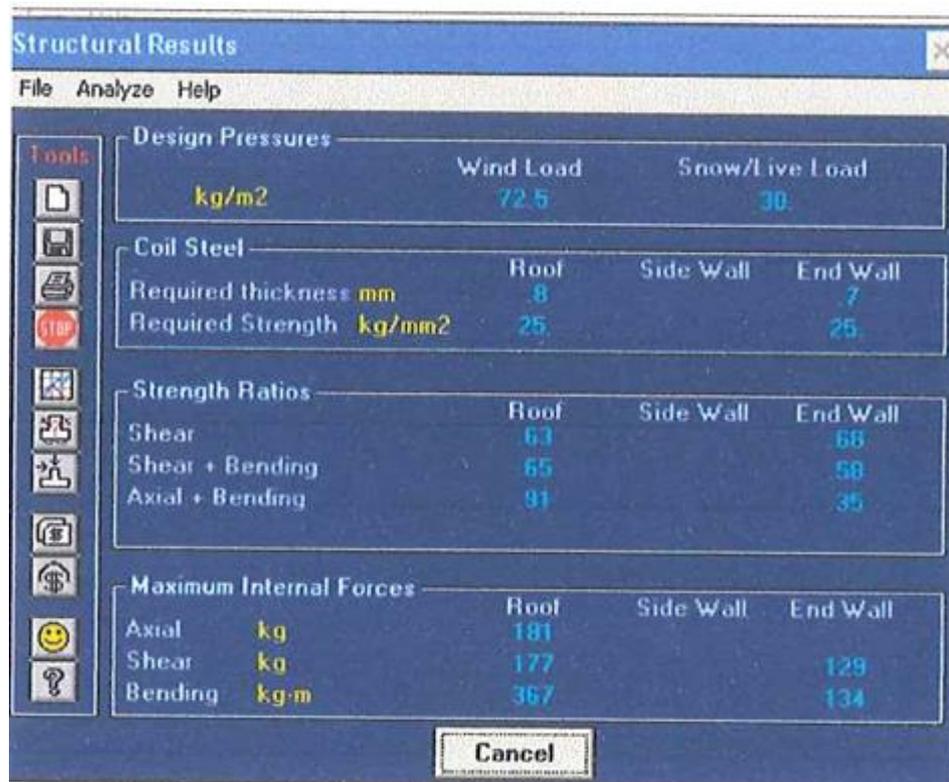


Figura 4.25 Cuadro del espesor mínimo a utilizar en las secciones SUPER-SPAM para el patio de formación

Fuente: Propuesta de techo autoportado tipo membrana

1
Ratios de esfuerzos:

- ✓ Cortante: 0.63
- ✓ Cortante y compresión: 0.65
- ✓ Flexo compresión: 0.91

- Plataformas deportivas:

Structural Results

File Analyze Help

Design Pressures

kg/m ²	Wind Load	Snow/Live Load
	69.2	30

Coil Steel

	Roof	Side Wall	End Wall
Required thickness mm	7		7
Required Strength kg/mm ²	25		25

Strength Ratios

	Roof	Side Wall	End Wall
Shear	86		62
Shear + Bending	78		48
Axial + Bending	94		31

Maximum Internal Forces

	Roof	Side Wall	End Wall
Axial kg	166		
Shear kg	164		118
Bending kg·m	327		118

Cancel

Figura 4.26 Cuadro del espesor mínimo a utilizar en las secciones SUPER-SPAM para las plataformas deportivas

Fuente: Propuesta de techo autoportado tipo membrana

1
Ratios de esfuerzos:

- ✓ Cortante: 0.86
- ✓ Cortante y compresión: 0.78
- ✓ Flexo compresión: 0.94

1
Los máximos ratios de esfuerzos acorde a las especificaciones de AISI son menores que 1.00 el cual indicó un diseño conforme.

Los máximos ratios de esfuerzos acorde a las especificaciones de AISI son menores que 1.00 el cual indicó un diseño conforme.

4.5.3 Proceso de suministro e instalación de las cubiertas autoportadas

1. Se instaló la máquina conformadora para el rolado de los paneles



Figura 4.27 Instalación de máquina conformadora
Fuente: Propuesta de techo autoportado tipo membrana

2. Se colocaron las bobinas utilizando la porta tecele y el equipo de carga en la máquina conformadora.



Figura 4.28 Colocación de bobinas con porta tecele

Fuente: Propuesta de techo autoportado tipo membrana

3. Producción de paneles planos y posterior rolado: Fabricación de arcos.



Figura 4.29 Colocación de bobinas con porta tecele

Fuente: Propuesta de techo autoportado tipo membrana

4. Se sellaron los arcos formando tercetas.



Figura 4.30 Instalación de máquina conformadora
Fuente: Propuesta de techo autosoportado tipo membrana

5. Colocación de pernos de fijación

- Para el patio de formación:
 - ✓ Placas de fijación de acero galvanizado de espesor de $\frac{1}{4}$ ".
 - ✓ Pernos de expansión galvanizados.
- Para las plataformas deportivas:
 - ✓ Placas de fijación de acero galvanizado de espesor 2.90 mm.
 - ✓ Pernos de expansión galvanizados de $\frac{3}{8}$ " x $3 \frac{3}{4}$ ".

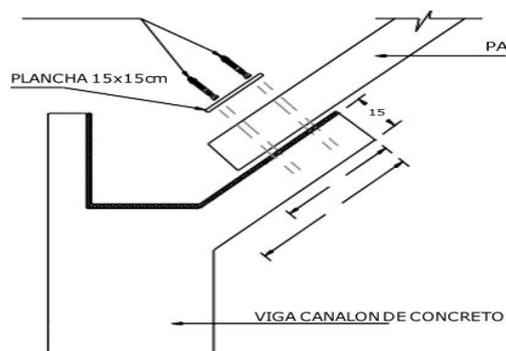


Figura 4.31 Fijado de cobertura en plataformas deportivas
Fuente: Propuesta de techo autosoportado tipo membrana

6. Izaje de las coberturas autoportadas: Una vez selladas las coberturas en tercetas se procedió al izado de estas. Posteriormente, se fijaron a la viga de apoyo antes indicada.



Figura 4.32 Izaje de coberturas autoportadas
Fuente: Propuesta de techo autoportado tipo membrana

7. Sellado de cobertura: Una vez colocadas y fijadas las tercetas, se sellaron entre si con una pinza manual o con una maquina selladora.
8. Colocación de cobertura traslúcida: La cantidad de cobertura traslúcida fue el 5% del área a techar
 - a. Materiales:
 - ✓ Plancha de Fibra de vidrio: La plancha de fibra de vidrio utilizada presentó un ancho estándar aprox. de 0.61m, la misma que fue colocada según planos
 - ✓ Ángulos de Acero galvanizados: Se usaron ángulos de acero galvanizados de 1"x1"x1/8", la longitud de esta dependió del ancho de la franja de iluminación.

b. **Propiedades mecánicas de la Fibra de Vidrio**

- ✓ **Peso específico:** 1.4 gr./cm³ UNE 53020
- ✓ **Contenido de vidrio:** 25-45% UNE 53269
- ✓ **Resistencia a la flexión:** 1,500 – 1,800 Kg. /cm² UNE 53189 PIV
- ✓ **Resistencia a la compresión:** 2,400 – 2,600 Kg. /cm² UNE 53189 PIV
- ✓ **Módulo de elasticidad:** 0.8 – 1.0 x 10 Km./cm² UNE 53228
- ✓ **Resistencia al impacto:** 95 – 100 Kg. /cm./cm² UNE 53292
- ✓ **Resistencia al desgarre:** 45 – 50 Kg. UNE 53301
- ✓ **Dureza Barcol:** 45 mínimo UNE 53210
- ✓ **Estabilidad térmica:** -40/ +130 °C

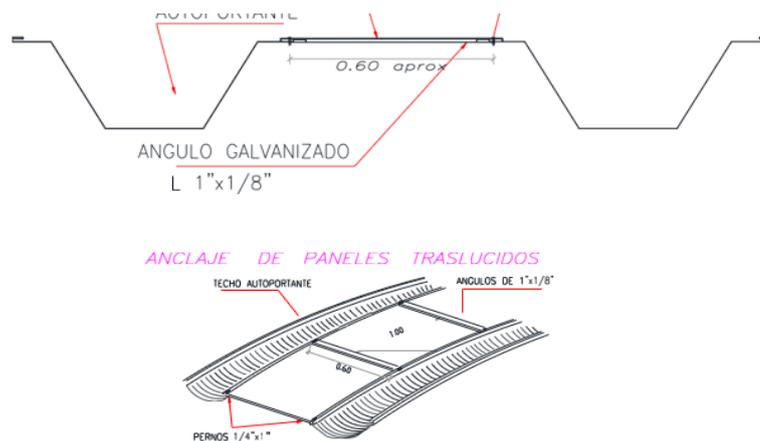


Figura 4.33 Esquema de colocación de la cobertura traslúcida
Fuente: Propuesta de techo autoportado tipo membrana

4.5.4 Monto del servicio según propuesta optimizada

Para esta propuesta de techo autoportado tipo membrana se consideró el mismo porcentaje en gastos generales y en utilidad, 10% y 5 %, respectivamente. Así pues, el monto del servicio ejecutado, incluido IGV, fue:

Tabla 4.21 Monto del servicio del techo autoportado tipo membrana

DESCRIPCIÓN	MONTO (S/.)
-------------	-------------

INSTALACIÓN DE CUBIERTAS EN PATIO DE FORMACIÓN Y PLATAFORMAS DEPORTIVAS

S/. 603,692.77

Fuente: Propuesta de techo autoportado tipo membrana

4.5.5 Plazo de ejecución del servicio según propuesta optimizada

El cronograma de obra ejecutado fue:

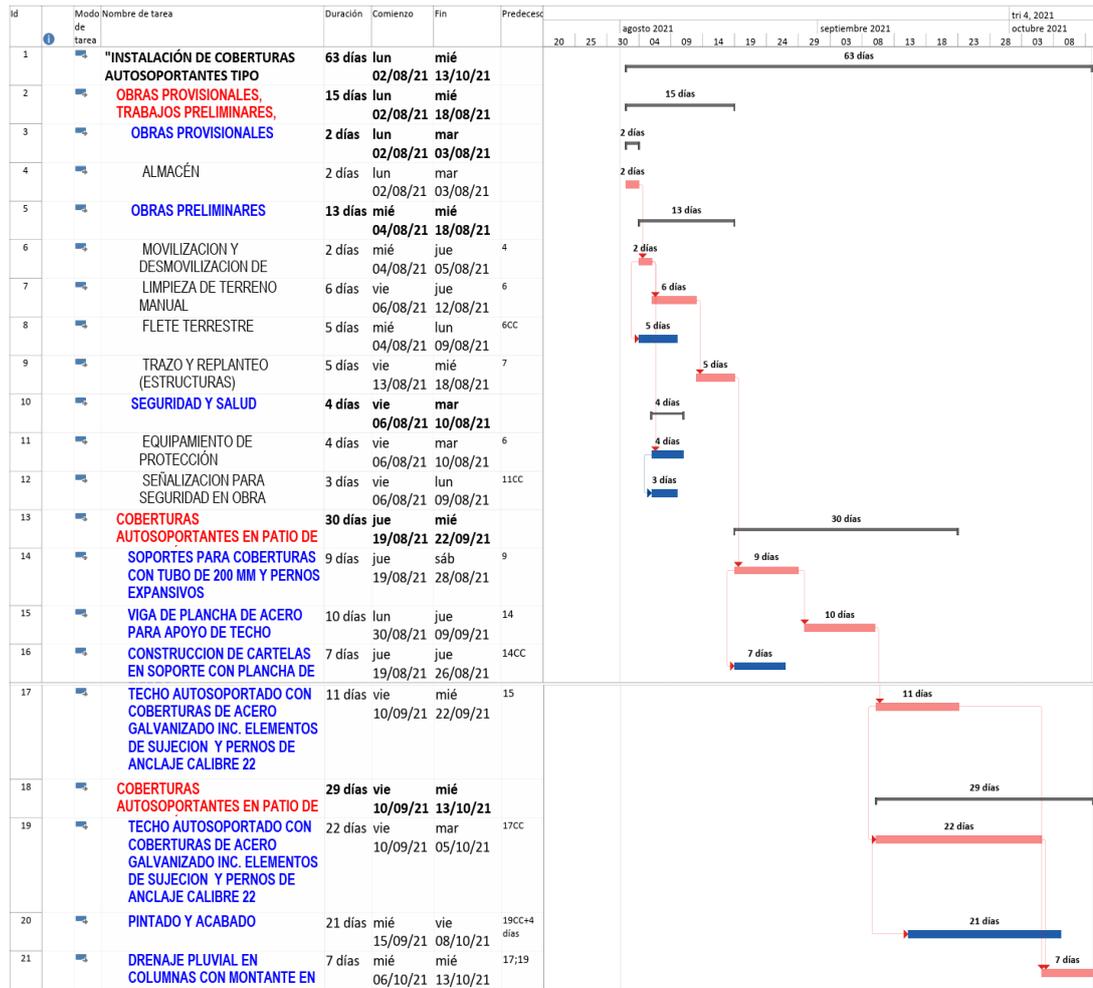


Figura 4.34 Cronograma de obra del techo autoportado tipo membrana
Fuente: Propuesta de techo autoportado tipo membrana

De la **figura 4.34**, observamos que el tiempo de ejecución optimizado fue de 63 días laborales, cumpliendo con las 48 horas semanales en un horario regular, según ley. También, se logró identificar las tareas que formaron parte de la ruta crítica resaltadas en color rojo para definir la estrategia de programación que permitió cumplir con la fecha fin del servicio tal y como se estimó.

4.5.6 Control del costo según las partidas de control tomadas de la propuesta optimizada

Para evaluar el control del costo de las actividades ejecutadas de la propuesta optimizada, se tomaron las partidas del nuevo presupuesto (ver **ANEXO N°04**) y se procedió con el análisis mediante el diagrama de Pareto, aplicando nuevamente este principio al costo de producción. Así pues, se escogió el 20% de las partidas que tenían mayor costo para obtener una certeza y mejor control del 80% del monto total del presupuesto.

Tabla 4.22 Partidas de control del costo tomadas de la propuesta optimizada

ÍTEM	PARTIDA	UND	METRADO	PRECIO UNITARIO	PARCIAL (S/.)	% INCIDENCIA	% ACUMULADO
3.1	TECHO AUTOSOPORTADO CON COBERTURAS DE ACERO GALVANIZADO INC. ELEMENTOS DE SUJECION Y PERNOS DE ANCLAJE CALIBRE 22	M2	1920.00	107.66	206,707.20	46.46%	46.46%
2.4	TECHO AUTOSOPORTADO CON COBERTURAS DE ACERO GALVANIZADO INC. ELEMENTOS DE SUJECION Y PERNOS DE ANCLAJE CALIBRE 22	M2	690.56	107.66	74,345.69	16.71%	63.17%
2.2	VIGA DE PLANCHA DE ACERO PARA APOYO DE TECHO	ML	66.40	807.85	53,641.24	12.06%	75.23%
3.3	DRENAJE PLUVIAL EN COLUMNAS CON MONTANTE EN ZONA DE COBERTURAS	UND	12.00	2,703.21	32,438.52	7.29%	82.52%
2.1	SOPORTES PARA COBERTURAS CON TUBO DE 200MM Y PERNOS EXPANSIVOS	UND	20.00	1,384.56	27,691.20	6.22%	88.74%
3.2	PINTADO EN ESTRUCTURAS, COLUMNAS Y VIGAS	M2	601.26	30.40	18,278.30	4.11%	92.85%

2.3	CONSTRUCCION DE CARTELAS EN SOPORTE CON PLANCHA DE FIERRO	UND	22.00	692.84	15,242.48	3.43%	96.28%
1.3.2	SEÑALIZACIÓN PARA SEGURIDAD EN OBRA	GLB	1.00	3,500.00	3,500.00	0.79%	97.07%
1.3.1	EQUIPAMIENTO DE PROTECCIÓN	GLB	1.00	3,500.00	3,500.00	0.79%	97.86%
1.2.4	TRAZO Y REPLANTEO (ESTRUCTURAS)	m2	2610.56	1.20	3,132.67	0.70%	98.56%
1.2.3	FLETE TERRESTRE	GLB	1.00	2,500.00	2,500.00	0.56%	99.12%
1.2.2	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	2610.56	0.68	1,775.18	0.40%	99.52%
1.2.1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIA	GLB	1.00	1,500.00	1,500.00	0.34%	99.86%
1.1.1	ALMACÉN	m2	10.00	62.06	620.60	0.14%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

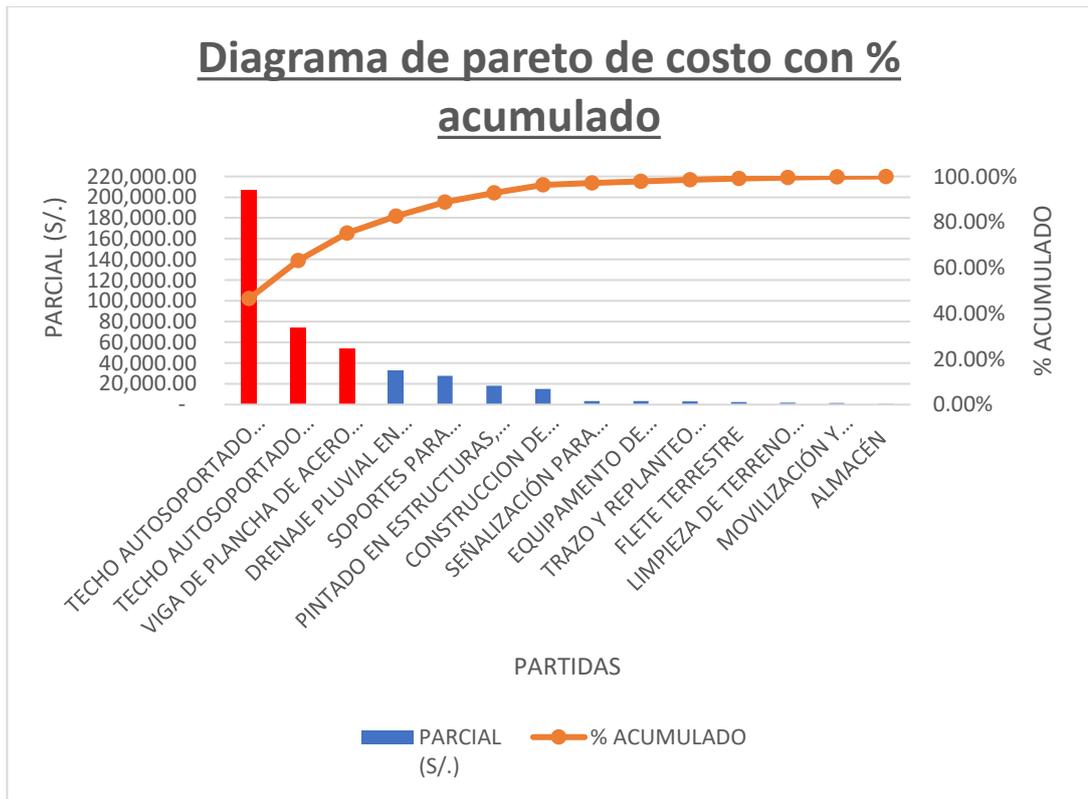


Figura 4.35 Diagrama de Pareto según el costo de las partidas de control tomadas de la propuesta optimizada

Fuente: Elaboración propia

Del gráfico, podemos visualizar que el 80% del monto del presupuesto de la propuesta optimizada se centró en las siguientes actividades:

- **TECHOS:** Techo autoportado con coberturas de acero galvanizado inc. Elementos de sujeción y pernos de anclaje calibre 22 (Plataformas deportivas y patio de formación).
- **ELEMENTOS ESTRUCTURALES:** Viga de plancha de acero para apoyo de techo.

4.5.7 Control del tiempo (horas hombre) según las partidas de control tomadas de la propuesta optimizada

Para evaluar el control del tiempo de las actividades ejecutadas, se tomaron las partidas del presupuesto de la propuesta optimizada de acuerdo a la cantidad de horas hombre detalladas en los APUS (ver **ANEXO N°05**) y se procedió a ordenarlas de mayor a menor para realizar el análisis mediante un diagrama de Pareto. Así pues, se escogió el 20% de las partidas que tenían mayor cantidad de horas hombre para obtener una certeza y mejor control del 80% del tiempo de ejecución del servicio.

Tabla 4.23 Partidas de control del tiempo (horas hombre) tomadas de la propuesta optimizada

ÍTEM	PARTIDA	UND	METRADO	H.H.	PARCIAL (S/.)	% INCIDENCIA	% ACUMULADO
3.3	DRENAJE PLUVIAL EN COLUMNAS CON MONTANTE EN ZONA DE COBERTURAS	UND	12.00	40.00	480.00	22.90%	22.90%
2.2	VIGA DE PLANCHA DE ACERO PARA APOYO DE TECHO	ML	66.40	6.00	398.40	19.01%	41.91%
2.1	SOPORTES PARA COBERTURAS CON TUBO DE 200MM Y PERNOS EXPANSIVOS	UND	20.00	17.78	355.60	16.97%	58.88%
3.2	PINTADO EN ESTRUCTURAS, COLUMNAS Y VIGAS	M2	601.26	0.4	240.50	11.48%	70.36%

3.1	TECHO AUTOSOPORTADO CON COBERTURAS DE ACERO GALVANIZADO INC. ELEMENTOS DE SUJECION Y PERNOS DE ANCLAJE CALIBRE 22(plataf.)	M2	1920.00	0.11	211.20	10.08%	80.44%
2.3	CONSTRUCCION DE CARTELAS EN SOPORTE CON PLANCHA DE FIERRO	UND	22.00	5.33	117.26	5.60%	86.04%
1.2.4	TRAZO Y REPLANTEO (ESTRUCTURAS)	m2	2610.56	0.04	104.42	4.98%	91.02%
1.2.2	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	2610.56	0.04	104.42	4.98%	96.00%
2.4	TECHO AUTOSOPORTADO CON COBERTURAS DE ACERO GALVANIZADO INC. ELEMENTOS DE SUJECION Y PERNOS DE ANCLAJE CALIBRE 22 (patio de form.)	M2	690.56	0.11	75.96	3.62%	99.62%
1.1.1	ALMACÉN	m2	10.00	0.80	8.00	0.38%	100.00%
1.3.2	SEÑALIZACIÓN PARA SEGURIDAD EN OBRA	GLB	1.00	0.00	0.00	0.00%	100.00%
1.3.1	EQUIPAMIENTO DE PROTECCIÓN	GLB	1.00	0.00	0.00	0.00%	100.00%
1.2.3	FLETE TERRESTRE	GLB	1.00	0	0.00	0.00%	100.00%
1.2.1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIA	GLB	1.00	0.00	0.00	0.00%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

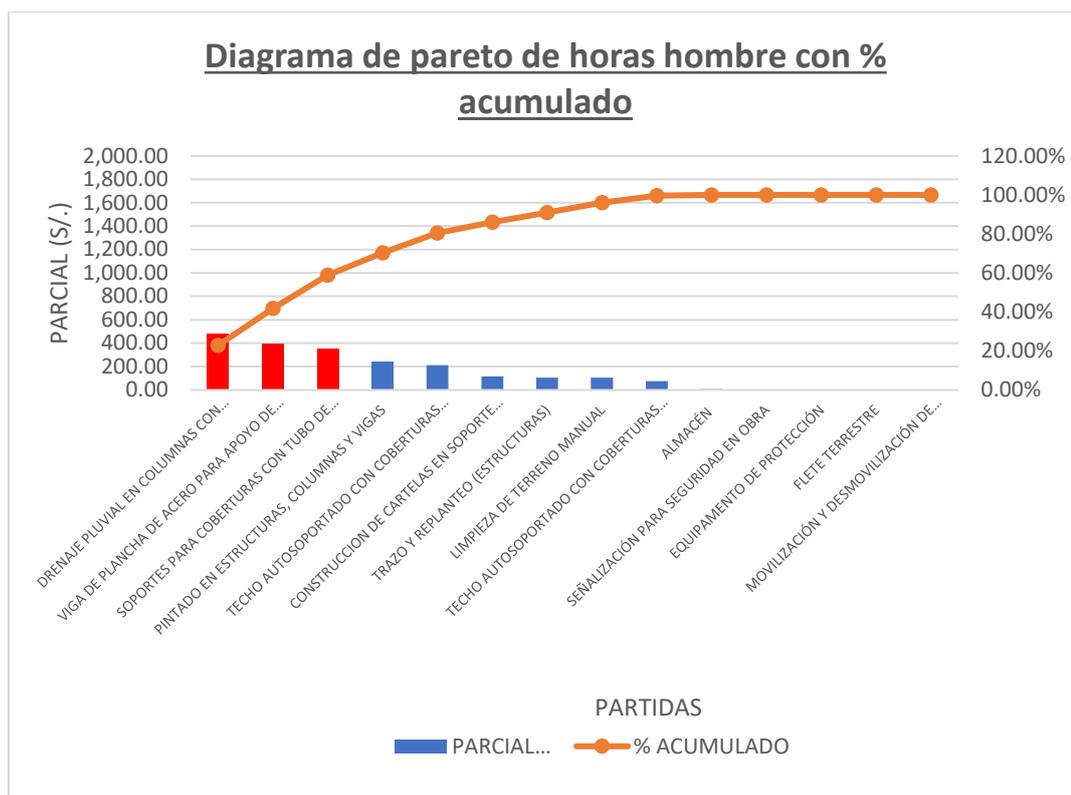


Figura 4.36 Diagrama de Pareto según el tiempo (horas hombre) de las partidas de control tomadas de la propuesta optimizada

Fuente: Elaboración propia

Del gráfico, podemos visualizar que el 80% del tiempo de ejecución del servicio optimizado se centró en las siguientes actividades:

- **DRENAJE:** Drenaje pluvial en columnas con montante en zona de coberturas.
- **ELEMENTOS ESTRUCTURALES:** Viga de plancha de acero para apoyo de techo y soportes para coberturas con tubo de 200mm y pernos expansivos.

A diferencia de las partidas de control del expediente técnico, se obtuvieron 05 partidas de control, que permitieron tener un mayor control del costo y tiempo (horas hombre) del presupuesto de la propuesta ejecutada:

3.1TECHO AUTOSOPORTADO CON COBERTURAS DE ACERO GALVANIZADO INC. ELEMENTOS DE SUJECION Y PERNOS DE ANCLAJE CALIBRE 22 (PLATAFORMAS DEPORTIVAS).

2.4TECHO AUTOSOPORTADO CON COBERTURAS DE ACERO GALVANIZADO INC. ELEMENTOS DE SUJECION Y PERNOS DE ANCLAJE CALIBRE 22 (PATIO DE FORMACIÓN).

3.3 DRENAJE PLUVIAL EN COLUMNAS CON MONTANTE EN ZONA DE COBERTURAS.

2.2 VIGA DE PLANCHA DE ACERO PARA APOYO DE TECHO.

2.1 SOPORTES PARA COBERTURAS CON TUBO DE 200MM Y PERNOS EXPANSIVOS.

Además, observamos que no se necesitó de otros elementos estructurales para soportar los techos, apoyándose sólo en vigas de acero y soportes con pernos de anclaje e incluyó una partida de drenaje pluvial.

4.5.8 Análisis de factores que afectan las partidas de control tomadas de la propuesta del expediente técnico

Para las 05 partidas de control obtenidas, se analizaron las causas que pudieron afectar la correcta ejecución de cada una de las actividades.

- **Partida de control N°01:**



Figura 4.37 Análisis de factores que afectan la partida de control N°01 tomada de la propuesta optimizada
Fuente: Elaboración propia

- **Partida de control N°02:**

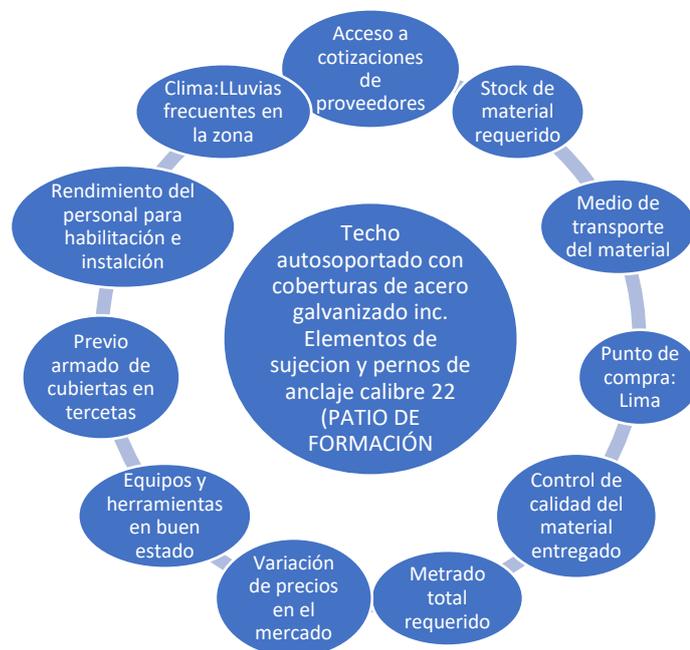


Figura 4.38 Análisis de factores que afectan la partida de control N°02 tomada de la propuesta optimizada
Fuente: Elaboración propia

- **Partida de control N°03:**



Figura 4.39 Análisis de factores que afectan la partida de control N°03 tomada de la propuesta optimizada
Fuente: Elaboración propia

- **Partida de control N°04:**



Figura 4.40 Análisis de factores que afectan la partida de control N°04 tomada de la propuesta optimizada
Fuente: Elaboración propia

- **Partida de control N°05:**



Figura 4.41 Análisis de factores que afectan la partida de control N°05 tomada de la propuesta optimizada

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se identificó el personal responsable de controlar todo el proceso que involucran estos factores:



Figura 4.42 Personal responsable de las partidas de control tomadas de la propuesta optimizada

Fuente: Elaboración propia

4.5.9 Análisis de ratios según las partidas de control tomadas de la propuesta optimizada

Se analizaron las 05 partidas de control tomadas de la propuesta optimizada para obtener los RATIOS de la Mano de obra (HH) y de los equipos utilizados, obteniendo:

- **Partida de control N°01:**

Partida		TECHO AUTOSOPORTADO CON COBERTURAS DE ACERO GALVANIZADO INC. ELEMENTOS DE SUJECION Y PERNOS DE ANCLAJE CALIBRE 22 (PLATAFORMAS DEPORTIVAS)				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 76.1000	EQ. 76.1000	Costo unitario directo por : m2		107.66
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1051	23.17	2.44
2.44						
Materiales						
0204030005	ACERO PRETENSAR GALVANIZADO E:0.80MM	m2		1.0000	80.00	80.00
80.00						
Mano de Obra						
0101010007	ELEVADOR TELESCOPICO	hm	2.0000	0.2102	120.00	25.22
25.22						

Figura 4.43 Análisis de precio unitario según la partida de control N°01 tomada de la propuesta optimizada

Fuente: Propuesta optimizada

Tabla 4.24 Resumen de ratios según la partida de control N°01 tomada de la propuesta optimizada

RATIOS DE LA PARTIDA N°01			
RATIO DE MANO DE OBRA		RATIO DE EQUIPOS	
Operario	0.1051	Elevador telescópico	25.22
TOTAL	0.1051 HH/m2	TOTAL	25.22 S/. /m2

Fuente: Elaboración propia

- **Partida de control N°02:**

Partida		TECHO AUTOSOPORTADO CON COBERTURAS DE ACERO GALVANIZADO INC. ELEMENTOS DE SUJECION Y PERNOS DE ANCLAJE CALIBRE 22 (PATIO DE FORMACIÓN)				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 76.1000	EQ. 76.1000	Costo unitario directo por : m2		107.66
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1051	23.17	2.44
2.44						
12.60						
Materiales						
0204030005	ACERO PRETENSAR GALVANIZADO E:0.80MM	m2		1.0000	80.00	80.00
80.00						
Equipos						
0101010007	ELEVADOR TELESCOPICO	hm	2.0000	0.2102	120.00	25.22
25.22						

Figura 4.44 Análisis de precio unitario según la partida de control N°02 tomada de la propuesta optimizada

Fuente: Propuesta optimizada

Tabla 4.25 Resumen de ratios según la partida de control N°02 tomada de la propuesta optimizada

RATIOS DE LA PARTIDA N°02			
RATIO DE MANO DE OBRA		RATIO DE EQUIPOS	
Operario	0.1051	Elevador telescópico	25.22
TOTAL	0.1051 HH/m2	TOTAL	25.22 S/. /m2

Fuente: Elaboración propia

- **Partida de control N°03:**

Partida		DRENAJE PLUVIAL EN COLUMNAS CON MONTANTE EN ZONA DE COBERTURAS					
Rendimiento	und/DIA	MO. 2.0000	EQ. 2.0000	Costo unitario directo por :		und	2,703.21
Código	Descripción Recurso	Unid:	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000		8.0000	23.17	185.36
0101010004	OFICIAL	hh	3.0000		12.0000	18.31	219.72
0101010005	PEON	hh	5.0000		20.0000	16.56	331.20
							736.28
Materiales							
0204240030	ABRAZADERA DE Fo.Go. o 110mm	und			2.0000	7.00	14.00
02130100010	CEMENTO PORTLAND TIPO I	bol			2.0000	28.50	57.00
02150200020	CODO PVC O 100mm. x 45° INC INST	und			1.0000	11.69	11.69
02150200020	CODO PVC O 100mm. x 90° INC INST	und			1.0000	16.06	16.06
0222080017	PEGAMENTO PARA PVC 1/4	gal			0.0030	91.50	0.27
222080018	TUBERÍA PVC DN 110 mm	ml			20.0000	47.13	942.60
0291020005	AFIRMADO	m3			1.8000	35.00	63.00
0291020006	AGUA	m3			0.1000	5.00	0.50
0291020007	ARENA GRUESA	m3			5.0000	45.00	225.00
							1,330.12
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			0.0500	736.28	36.81
0101010007	ELEVADOR TELESCOPICO	hm	1.0000		4.0000	150.00	600.00
							636.81

Figura 4.45 Análisis de precio unitario según la partida de control N°03 tomada de la propuesta optimizada

Fuente: Propuesta optimizada

Tabla 4.26 Resumen de ratios según la partida de control N°03 tomada de la propuesta optimizada

RATIOS DE LA PARTIDA N°03			
RATIO DE MANO DE OBRA		RATIO DE EQUIPOS	
Operario	8.00	Herramientas manuales	36.81
Oficial	12.00	Elevador telescópico	600.00
Peón	20.00		
TOTAL	40.00 HH/und	TOTAL	636.81 S/. /und

Fuente: Elaboración propia

- **Partida de control N°04:**

Partida	VIGA DE PLANCHA DE ACERO PARA APOYO DE TECHO						
Rendimiento	ML/DIA	MO.	6.0000	EQ.	6.0000	Costo unitario directo por : ML	807.85
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	3.0000	4.0000	23.17	92.68	
0101030009	PEON	hh	1.5000	2.0000	16.56	33.12	
							125.80
Materiales							
02340600010	PLANCHA ACERO e= 2.5MM(3/32") X 1200 MMX3200M	pln		0.0250	503.60	12.59	
02340600010	PLANCHA Ao (1/4")5.9 x1200MMX2400MM	pln		0.5380	615.28	331.02	
0240020016	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal		0.0500	43.00	2.15	
0291020003	SOLDADURA CELLACORD	kg		10.0000	15.00	150.00	
							495.76
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.0500	125.80	6.29	
0101010007	ELEVADOR TELESCOPICO	hm	1.0000	1.3333	120.00	160.00	
0101010008	SOLDADORA ELECTRICA	hm	1.0000	1.3333	15.00	20.00	
							186.29

Figura 4.46 Análisis de precio unitario según la partida de control N°04 tomada de la propuesta optimizada
Fuente: Propuesta optimizada

Tabla 4.27 Resumen de ratios según la partida de control N°04 tomada de la propuesta optimizada

RATIOS DE LA PARTIDA N°04			
RATIO DE MANO DE OBRA		RATIO DE EQUIPOS	
Operario	4.00	Herramientas manuales	6.29
Peón	2.00	Elevador telescópico	160
		Soldadora eléctrica	20.00
TOTAL	6.00 HH/ml	TOTAL	186.29 S/. /ml

Fuente: Elaboración propia

- **Partida de control N°05:**

Partida	SOPORTES PARA COBERTURAS CON TUBO DE 200MM Y PERNOS EXPANSIVOS						
Rendimiento	und/DIA	MO.	1.8000	EQ.	1.8000	Costo unitario directo por : und	1,384.56
Código	Descripción Recurso	Unid:	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh		2.0000	8.8889	23.17	205.96
0101010005	PEON	hh		2.0000	8.8889	16.56	147.20
							353.16
Materiales							
02920300010	PERNO ANCLAJE d=1/2 plg f= VAR 4 -4 1/4"plg	und			4.0000	10.40	41.60
02920300010	PLANCHA Ag.E= 12 MM (1/2") X1200MM X2400MM	pln			0.0543	1,520.00	82.54
02920300010	SOLDADURA CELLOCORD	kg			10.0000	15.00	150.00
02920300010	TUBO NEGRO CUADR. LAC 200MM X 1/4 (6.35MM)X f ML				0.4000	200.00	80.00
							354.14
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			0.0300	353.16	10.59
0101010007	ELEVADOR TELESCOPICO	hm	1.0000	4.4444	120.00	533.33	
0101010008	SOLDADORA ELECTRICA	hm	1.0000	4.4444	15.00	66.67	
0101010009	TALADRO	hm	1.0000	4.4444	15.00	66.67	
							677.26

Figura 4.47 Análisis de precio unitario según la partida de control N°05 tomada de la propuesta optimizada
Fuente: Propuesta optimizada

Tabla 4.28 Resumen de ratios según la partida de control N°05 tomada de la propuesta optimizada

Fuente: Elaboración propia

RATIOS DE LA PARTIDA N°05			
RATIO DE MANO DE OBRA		RATIO DE EQUIPOS	
Operario	8.89	Herramientas manuales	10.59
Peón	8.89	Elevador telescópico	533.33
		Soldadora eléctrica	66.67
		Taladro	66.67
TOTAL	17.78 HH/und	TOTAL	677.26 \$/und

4.5.10 Análisis de la productividad según las partidas de control tomadas de la propuesta optimizada

Del mismo modo que la propuesta del expediente técnico, se calculó la productividad de las 05 partidas de control tomadas de la propuesta optimizada:

Tabla 4.29 Cálculo de productividad de las partidas de control de la propuesta optimizada

ITEM	PARTIDA DE CONTROL	UND	METRADO PRODUCIDO	RECURSO EMPLEADO	PRODUCTIVIDAD
01	TECHO AUTOSOPORTADO CON COBERTURAS DE ACERO GALVANIZADO INC. ELEMENTOS DE SUJECION Y PERNOS DE ANCLAJE CALIBRE 22 (PLATAFORMAS DEPORTIVAS)	M2	1920.00	107.66	17.833
02	TECHO AUTOSOPORTADO CON COBERTURAS DE ACERO GALVANIZADO INC. ELEMENTOS DE SUJECION Y PERNOS DE ANCLAJE CALIBRE 22 (PATIO DE FORMACIÓN)	M2	690.56	107.66	6.414
03	DRENAJE PLUVIAL EN COLUMNAS CON MONTANTE EN ZONA DE COBERTURAS	UND	12.00	2,703.21	0.004
04	VIGA DE PLANCHA DE ACERO PARA APOYO DE TECHO	ML	66.40	807.85	0.082

05	SOPORTES PARA COBERTURAS CON TUBO DE 200MM Y PERNOS EXPANSIVOS	UND	20.00	1,384.56	0.014
----	--	-----	-------	----------	-------

Fuente: Elaboración propia

4.6 OPTIMIZACIÓN DEL COSTO

Para obtener el porcentaje de optimización del costo, se utilizó la siguiente ecuación:

$$\%Optimización\ costo = \frac{|Monto\ de\ techo\ autoportado - Monto\ de\ cobertura\ metálica\ convencional|}{Monto\ de\ cobertura\ metálica\ convencional} \times 100$$

.....Ecuación 4.9 (Ecuación de la optimización del costo)

Tabla 4.30 Optimización del costo del servicio

TIPO DE CUBIERTAS	METÁLICAS CONVENCIONALES	TECHOS AUTOSOPORTADOS
MONTO	S/1,066 532.51	S/603,692.77
OPTIMIZACIÓN	43.40%	

Fuente: Elaboración propia

Según **Tabla 4.30** se obtuvo una optimización del costo de 43.40%, lo que significó que la propuesta de techo autoportado tipo membrana sería la mejor opción de ahorro a comparación del monto total de la convencional.

Además, se realizó la comparación de las ratios de mano de obra y equipos entre las partidas de control obtenidas, clasificándolos de la siguiente manera:

Tabla 4.31 Comparación de ratios de mano de obra

RATIOS MANO DE OBRA					
DESCRIPCION		PROPUESTA EXPEDIENTE TECNICO		PROPUESTA OPTIMIZADA	
TECHOS	PARTIDA	Planchas de policarbonato de 8 mm x 2.95 x 1.95 para ambos techos		Techo autosoportado con coberturas en Plataformas deportivas	Techo autosoportado con coberturas en Patio de formación
	RATIO	▲	3.20 HH/m ²	▼	0.11 HH/m ²
ELEMENTOS ESTRUCTURALES	PARTIDA	Armado y soldado de arco principal en techos	Armado y soldado de viguetas en techos	Soportes para coberturas con tubo de 200 mm y pernos expansivos (Patio de formación)	Viga de plancha de acero para apoyo de techo (Patio de formación)
	RATIO	▲	320 HH/und	▼	3.20 HH/m
DRENAJE	PARTIDA	-		Drenaje pluvial en columnas con montante en zona de coberturas	
	RATIO	-		▲	40 HH/und

Fuente: Elaboración propia

Según **Tabla 4.31** los ratios de mano de obra de la propuesta optimizada obtenidos a comparación con los ratios del expediente técnico en su mayoría son menores, lo que nos permite comprobar que a menor cuadrilla se obtiene un mayor rendimiento.

Tabla 4.32 Comparación de ratios de los equipos

RATIOS DE EQUIPOS					
DESCRIPCION		PROPUESTA EXPEDIENTE TECNICO		PROPUESTA OPTIMIZADA	
TECHOS	PARTIDA	Planchas de policarbonato de 8 mm x 2.95 x 1.95 para ambos techos		Techo autosoportado con coberturas en Plataformas deportivas	Techo autosoportado con coberturas en Patio de formación
	RATIO	▼	1.79 S./m ²	▲	25.22 S./m ²
ELEMENTOS ESTRUCTURALES	PARTIDA	Armado y soldado de arco principal en techos	Armado y soldado de viguetas en techos	Soportes para coberturas con tubo de 200 mm y pernos expansivos (Patio de formación)	Viga de plancha de acero para apoyo de techo (Patio de formación)
	RATIO	▲	816.71 S./und	▼	12.68 S./m
DRENAJE	PARTIDA	-		Drenaje pluvial en columnas con montante en zona de coberturas	
	RATIO	-		▲	636.81 S./und

Fuente: Elaboración propia

Según **Tabla 4.32** los ratios de los equipos de la propuesta optimizada obtenidos a comparación con los ratios del expediente técnico en su mayoría son mayores, debido al modelo estructural elegido y a que los espacios considerados a cubrir son mayores, por lo que se necesita mayor cantidad de maquinaria que facilite la instalación de los techos autosoportados.

Por otro lado, se realizó la comparación de la productividad en ambas propuestas, obteniendo:

Tabla 4.33 Comparación de productividad

PRODUCTIVIDAD								
DESCRIPCION		PROPUESTA EXPEDIENTE TECNICO		PROPUESTA OPTIMIZADA				
TECHOS	PARTIDA	Planchas de policarbonato de 8 mm x 2.95 x 1.95 para ambos techos		Techo autosoportado con coberturas en Plataformas deportivas	Techo autosoportado con coberturas en Patio de formación			
	PRODUCTIVIDAD	▲	42.60	▼	18.245	▼	6.562	
ELEMENTOS ESTRUCTURALES	PARTIDA	Armado y soldado de arco principal en techos	Armado y soldado de viguetas en techos	Soportes para coberturas con tubo de 200 mm y pernos expansivos (Patio de formación)	Viga de plancha de acero para apoyo de techo (Patio de formación)			
	PRODUCTIVIDAD	▼	0.002	▲	13.88	▼	0.014	▼
DRENAJE	PARTIDA	-		Drenaje pluvial en columnas con montante en zona de coberturas				
	PRODUCTIVIDAD	-		▲	0.004			

Fuente: Elaboración propia

Según **Tabla 4.33** la productividad de la propuesta del expediente técnico es mayor a comparación de la propuesta optimizada, evidenciando que pese a que se buscó aumentarla no se logró una adecuada gestión del proyecto ni mucho menos controlarla.

4.7 OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO DE EJECUCIÓN

Para obtener el porcentaje de optimización del tiempo de ejecución del servicio, se realizó la comparación del tiempo de ejecución de ambas propuestas, la que indicaba el expediente técnico: cubierta metálica convencional y la optimizada: los techos autosoportados tipo membrana, aplicando la **Ecuación 4.10**.

$$\%Optimización\ tiempo = \frac{|Tiempo\ ejec.\ techo\ autosoportado - Tiempo\ ejec.\ cob.\ metálica\ convencional|}{Tiempo\ ejecución\ de\ cobertura\ metálica\ convencional} \times 100$$

.....Ecuación 4.10 (Ecuación de la optimización del tiempo de ejecución)

Tabla 4.34 Optimización del tiempo de ejecución del servicio

TIPO DE CUBIERTAS	METÁLICAS CONVENCIONALES	TECHOS AUTOSOPORTADOS
TIEMPO DE EJECUCIÓN	92 días	63 días
OPTIMIZACIÓN	31.52%	

Fuente: Elaboración propia

Según **Tabla 4.34** se obtuvo una optimización del tiempo de ejecución de 31.52%, lo que significó que la propuesta de techo autoportado tipo membrana sería la mejor opción en cuanto al tiempo de recuperación del capital de inversión y valorización del servicio ejecutado. Todo esto, sin dejar de cumplir con el objetivo de cubrir los espacios de recreación de la Institución educativa "La Inmaculada".

5.1 ¿CUÁL ES EL MODELO DE TECHO AUTOSOPORTADO, SEGÚN EL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES APROBADO PARA CONSTRUCCIÓN EN EL PERÚ?

Existen dos tipos de modelos de techos autoportados, los tipos membrana y los semicirculares; sin embargo, según nuestros resultados del análisis estructural basado en el RNE y, de acuerdo a las características que presentan los espacios a cubrir, se optó por un modelo de techo tipo membrana que permitió utilizar las vigas presentes como soporte, sin la presencia de elementos estructurales como apoyos intermedios en luces de hasta 20 metros.

Podemos afirmar que la normativa peruana, nos permite elegir la mejor opción de material para cada sistema constructivo ya que nos condiciona a verificar sus propiedades mediante pruebas y ensayos, sin embargo, siempre van a existir limitaciones en cuanto a la falta de información, certificaciones o simplemente el miedo de optar por una nueva tecnología.

5.2 ¿CUÁLES SON LAS CONDICIONES FUNCIONALES DE LA COBERTURA AUTOSOPORTADA SELECCIONADA QUE PERMITEN SUSTENTAR SU COMPORTAMIENTO ADECUADO BAJO LAS CARGAS A LA CUAL ESTARÁ SOMETIDA?

Tomando como base la reglamentación y normas de diseño que se tuvieron en cuenta para el desarrollo estructural adecuado de este sistema de cobertura autosoportada, consideramos como condiciones funcionales el cálculo de cargas y sobrecargas que intervienen, incluyendo a las del viento, la resistencia requerida mediante combinaciones de cargas, el análisis sísmico teniendo en cuenta el factor de zona, el factor de uso, el factor de amplificación del suelo, factores de reducción de fuerza sísmica, las diferentes reacciones que se producen y los factores de forma.

Estos cálculos, nos permitieron sustentar el comportamiento adecuado de las cubiertas con respecto a las cargas que intervinieron asegurando que el diseño sea conforme y apto para su construcción, ya que consideramos cada uno de los parámetros de calidad para la correcta elección del material a utilizar.

Todo esto se logró gracias al uso de un software destinado para el cálculo estructural que analizó todas las variables que intervinieron.

5.3 ¿EN CUÁNTO SE REDUCE EL COSTO Y TIEMPO DE EJECUCIÓN UTILIZANDO TECHOS AUTOSOPORTADOS?

El uso de techos autosoportados tipo membrana nos permitió reducir el costo hasta en un 43.40% y el tiempo de ejecución en un 31.52% comparado con la propuesta de cubierta metálica convencional detallada en el expediente técnico. Sin embargo, en el análisis realizado a las partidas de control de las dos propuestas, la productividad fue baja para la propuesta optimizada, debido a que no se realizó un correcto diagnóstico para reducir el costo, obviando muchos de los recursos necesarios para poder ejecutarlas en un menor tiempo.

Por otro lado, cuando analizamos los ratios de mano de obra comprobamos que a menor cuadrilla se obtiene un mayor rendimiento; mientras que, los ratios

de equipos nos demostraron que para este sistema estructural el uso de maquinaria es fundamental durante todo el proceso constructivo. Siendo esto, el claro ejemplo de que las nuevas tecnologías utilizadas en los diferentes sistemas constructivos nos permitirán optimizar al momento de ejecutar un proyecto, siempre y cuando, se realice un análisis completo y minucioso de cada factor que pueda intervenir.

CONCLUSIONES

- Para la elección de un modelo de techo autoportado se debe tener en cuenta si los espacios presentan muros o vigas que actúan como soporte para las coberturas (tipo membrana), o si carecen de estos (semicirculares).
- Los techos autoportados, presentan condiciones funcionales tanto para su fabricación, construcción e instalación, ya que debido a sus características técnicas y de propiedades de materiales, son mucho más funcionales y tienen un mejor comportamiento que un sistema convencional, esto ayuda a reducir los pesos de los elementos estructurales, lo cual lo hace más dinámico a las cargas que producen el entorno tales como el viento, y lluvias.
- Los resultados del análisis estructural para el techo del patio de formación determinaron utilizar el calibre 22 (0.8 mm nominal) para que el techo curvo tenga un mejor desempeño, mientras que para las plataformas deportivas determinaron utilizar el calibre 23 (0.70 mm nominal), sin embargo, ese calibre no es comercial, además los ratios de esfuerzo indican valores cercanos a la unidad, por eso se decidió trabajar con el calibre inmediato superior, es decir, el calibre 22 (0.80 mm nominal).
- Es importante mencionar que para el modelamiento de cada estructura no se consideraron los atiesadores, ni las estriaciones que forman parte del perfil en toda su longitud proporcionando una mayor resistencia a la estructura en conjunto del techo autoportado.

- Las fuerzas de sismo obtenidas mediante el análisis sísmico estático debido a los pesos permanentes sobre la cubierta más el 25% del peso de la sobrecarga dieron como resultado que tanto para el patio de formación y las plataformas deportivas se usara calibre 22 obteniendo un peso de 253.12 kg/m considerado en el análisis y diseño de los elementos de apoyo.
- Según el presupuesto del expediente técnico hubo un incremento del 43.40% frente a la propuesta del techo autoportado, esto debido a que el uso de elementos estructurales de gran magnitud traería como consecuencia el aumento en los costos, mientras que la estructura autoportante al no contar con este sistema portante reduce los costos de producción y sobre todo no es necesario invertir en su armado y mantenimiento.
- Para el tiempo de ejecución, en la comparación de cronogramas hubo una mejoría en un 31.52% con respecto a la propuesta de techos autoportados, lo que la hace una alternativa ideal para poder reducir el tiempo muerto de producción y generar ingresos en menos tiempo.

RECOMENDACIONES

- Para elegir la mejor opción de modelo de techo autoportado es necesario analizar cada detalle del espacio que se debe cubrir, tomando como referencias las normativas aplicables.
- Para lograr obtener resultados más reales en la demostración de los requisitos funcionales de los techos autoportantes, es indispensable realizar ensayos con cargas a los perfiles, considerando las condiciones ambientales del lugar donde se realizará el proyecto como la velocidad del viento y la frecuencia de lluvias en la zona, todo esto para garantizar el perfecto funcionamiento de la estructura.
- Se debe tomar en cuenta la disponibilidad de materiales en la zona de ejecución del proyecto para evitar retrasos, es por eso que debe de tomar en cuenta todas las alternativas presentes en el mercado local y realizar un análisis de los pro y contra.

- Cada material utilizado debe de estar avalados por la normativa peruana vigente, además de contar con los certificados de calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Soria H. (2020). Análisis tecno económico entre galpones con cubiertas autoportantes y cubiertas a dos aguas con luces de 20 metros fabricadas en acero estructural. Ecuador [Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional de Ecuador]. Archivo digital.

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21294/1/CD%2010811.pdf>

Viveros, O. (2023). Análisis estructural de una nave industrial con cubierta tipo arcotecho sometida a cargas de viento en la ciudad de Veracruz, para determinar su estabilidad, mediante el uso del software STAADPRO. México [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México]. Archivo digital.

<https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000841560/3/0841560.pdf>

Bolaños, F. (2018). Análisis y diseño estructural comparativo entre techo de estructura portante de celosía y techo de membrana autoportante para el coliseo municipal Miguel Grau en el distrito de Paucarpata – Arequipa, Perú. [Tesis de pregrado, Universidad Alas Peruanas]. Archivo digital.

<https://repositorio.uap.edu.pe/jspui/handle/20.500.12990/5204>

Pacheco, J. (2018). Techos autoportados como nueva tecnología e innovación en sistemas constructivos no tradicionales. Lima, Perú. [Tesis de pregrado, Universidad Alas Peruanas]. Archivo digital.

[https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/2536/Tesis_Techos_Tecnolog%
c3%ada_Sistemas.pdf?sequence=1&isAllowed=
y](https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/2536/Tesis_Techos_Tecnolog%c3%ada_Sistemas.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Abad, H. & León, G. (2020). Evaluación estructural de un domo de acero de grandes luces con cobertura flexible en Paita, Piura. [Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma]. Archivo digital.

<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/3555>

ANEXOS

Planchas de Acero ASTM A36



PLANCHAS DE ACERO A36

Planchas de acero, también conocido como laminado en caliente (LAC) de acero en calidad A36. La plancha es una placa de acero estructural utilizado para la construcción en general y aplicaciones industriales.

Especificaciones: ASTM A36, AISI A36

Fácil de soldar, cortar, dar forma y maquinar.

Se mide en espesor x ancho x largo

Propiedades Mecánicas	Límite de Fluencia (kg/mm ²)	24 min.
	Resistencia a la Tracción (kg/mm ²)	41 min
	Alargamiento (%) en 50 mm	18 min.

NORMA TÉCNICA	GRADO B				
	C	Mn	P	S	Si
A36	0.25	0.8-1.2 máx	0.040 máx	0.050 máx	0.40 máx

Espesor		Ancho		Largo		Peso Teórico
mm	pulg	mm	pie	mm	pie	Kg/ plancha
1.5	1/16"	1200	4	2400	8	33.91
2.0	5/64"	1200	4	2400	8	44.05
2.5	3/32"	1200	4	2400	8	55.55
2.9	1/8"	1200	4	2400	8	67.08
3.0	1/8"	1200	4	2400	8	67.08
		1500	5	3000	10	109.2
4.4	3/16"	1200	4	2400	8	99.48
4.5	3/16"	1200	4	2400	8	100.50
		1500	5	3000	10	164.5
5.9	1/4"	1200	4	2400	8	133.39
6.0	1/4"	1200	4	2400	8	134.81
		1500	5	3000	10	212.00
		1500	5	6000	20	423.90
7.9	5/16"	1200	4	2400	8	178.34
8.0	5/16"	1200	4	2400	8	180.60
		1500	5	6000	20	565.20
		2400	8	6000	20	904.32
8.9	3/8"	1200	4	2400	8	201.00
9.0	3/8"	1200	4	2400	8	203.26
		1500	5	3000	10	318.00
		1500	5	6000	20	635.85
		2400	8	6000	20	10173.36
11.9	1/2"	1200	4	2400	8	278
12.0	1/2"	1200	4	2400	8	279.90
		1500	5	3000	10	424.00
		1500	5	6000	20	847.80
		2400	8	6000	20	1356.48
		3000	10	6000	20	1695.60
16	5/8"	1200	4	2400	8	363.74
		1500	5	6000	20	1130.40
		2400	8	6000	20	1808.64
		3000	10	6000	20	2260.80
19	3/4"	1200	4	2400	8	433.60
		1500	5	3000	10	671.175
		2400	8	6000	20	2147.76
		3000	10	6000	20	2684.70
25	1"	1500	5	6000	20	1766.25
		2400	8	6000	20	2826.00
		3000	10	6000	20	3532.50
32	1 1/4"	1500	5	6000	20	2260.80
		2400	8	6000	20	3617.28
		3000	10	6000	20	4521.60
38	1 1/2"	1500	5	6000	20	2684.70
		2400	8	6000	20	4295.52
		3000	10	6000	20	5369.40
50	2"	1500	5	6000	20	3532.50
		2400	8	6000	20	5652.00
		3000	10	6000	20	7065.00

* Equivalencias de conversión son aproximadas.

PROPUESTA N°02: INSTALACION DE COBERTURAS AUTOSOPORTANTES TIPO MEMBRANA

ITEM DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
1 OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD				16,528.45
1.1 OBRAS PROVISIONALES				620.60
1.1.1 ALMACÉN	m2	10.00	62.06	620.60
1.2 OBRAS PRELIMINARES				8,907.85
1.2.1 MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIA	GLB	1.00	1,500.00	1,500.00
1.2.2 LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	2610.56	0.68	1,775.18
1.2.3 FLETE TERRESTRE	GLB	1.00	2,500.00	2,500.00
1.2.4 TRAZO Y REPLANTEO (ESTRUCTURAS)	m2	2610.56	1.20	3,132.67
1.3 SEGURIDAD Y SALUD				7,000.00
1.3.1 EQUIPAMIENTO DE PROTECCIÓN	GLB	1.00	3,500.00	3,500.00
1.3.2 SEÑALIZACIÓN PARA SEGURIDAD EN OBRA	GLB	1.00	3,500.00	3,500.00
2 COBERTURAS EN PATIO DE FORMACION				170,920.61
2.1 SOPORTES PARA COBERTURAS CON TUBO DE 200MM Y PERNOS EXPANSIVOS	UND	20.00	1,384.56	27,691.20
2.2 VIGA DE PLANCHA DE ACERO PARA APOYO DE TECHO	ML	66.40	807.85	53,641.24
2.3 CONSTRUCCION DE CARTELAS EN SOPORTE CON PLANCHA DE FIERRO	UND	22.00	692.84	15,242.48
2.4 TECHO AUTOSOPORTADO CON COBERTURAS DE ACERO GALVANIZADO INC. ELEMENTOS DE SUJECION	M2	690.56	107.66	74,345.69
3 COBERTURAS EN PLATAFORMAS DEPORTIVAS				257,424.02
3.1 TECHO AUTOSOPORTADO CON COBERTURAS DE ACERO GALVANIZADO INC. ELEMENTOS DE SUJECION	M2	1920.00	107.66	206,707.20
3.2 PINTADO EN ESTRUCTURAS, COLUMNAS Y VIGAS	M2	601.26	30.40	18,278.30
3.3 DRENAJE PLUVIAL EN COLUMNAS CON MONTANTE EN ZONA DE COBERTURAS	UND	12.00	2,703.21	32,438.52
COSTO DIRECTO				444,873.08
GASTOS GENERALES (10%)				44,487.31
UTILIDAD (5%)				22,243.65
SUBTOTAL				511,604.04
I.G.V. (18%)				92,088.73
PRESUPUESTO TOTAL				603,692.77

PROPUESTA N°01: INSTALACION DE COBERTURAS METÁLICAS					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRA	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
1	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD				16,778.63
1.1	OBRAS PROVISIONALES				800.00
1.1.1	ALMACÉN	m2	10.00	80.00	800.00
1.2	OBRAS PRELIMINARES				8,978.63
1.2.1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIA	GLB	1.00	1,500.00	1,500.00
1.2.2	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	2294.30	0.68	1,560.12
1.2.3	FLETE TERRESTRE	GLB	1.00	2,500.00	2,500.00
1.2.4	TRAZO Y REPLANTEO (ESTRUCTURAS)	m2	2294.30	1.49	3,418.51
1.3	SEGURIDAD Y SALUD				7,000.00
1.3.1	EQUIPAMIENTO DE PROTECCIÓN	GLB	1.00	3,500.00	3,500.00
1.3.2	SEÑALIZACIÓN PARA SEGURIDAD EN OBRA	GLB	1.00	3,500.00	3,500.00
2	COBERTURAS METÁLICAS EN PATIO DE FORMACIÓN Y 03 LOSAS DEPORTIVAS				769,170.16
2.1	ESTRUCTURA METÁLICA Y COBERTURA				686,616.39
2.1.1	ARMADO Y SOLDADO DE ARCO PRINCIPAL	und	21.00	9,023.27	189,488.67
2.1.2	ARMADO Y SOLDADO DE VIGUETAS	m	1725.84	124.37	214,642.72
2.1.3	FABRICACIÓN DE TEMPLADORES	m	929.46	27.47	25,532.27
2.1.4	FABRICACION DE ARRIOSTRES PARA VIGUETAS(CRUZ DE SAN ANDRES)	m	1778.64	16.42	29,205.27
2.1.5	PERNOS DE EXPANSIÓN	und	126.00	18.11	2,281.86
2.1.6	PLANCHAS DE ANCLAJE DE ACERO	m2	7.56	130.00	982.80
2.1.7	TUBO CIRCULAR DE 6"	m	104.00	34.89	3,628.56
2.1.8	PLANCHAS DE POLICARBONATO 8 MM X 2.95 X 1.95	m2	3067.42	72.00	220,854.24
2.2	MONTAJE E INSTALACIÓN				59,045.63
2.2.1	MONTAJE E INSTALACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS Y COBERTURA	m2	2752.71	21.45	59,045.63
2.3	PINTADO Y ACABADO				23,508.14
2.3.1	PINTADO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	m2	2752.71	8.54	23,508.14
	COSTO DIRECTO				785,948.79
	GASTOS GENERALES (10%)				78,594.88
	UTILIDAD (5%)				39,297.44
	SUBTOTAL				903,841.11
	I.G.V. (18%)				162,691.40
	PRESUPUESTO TOTAL				1,066,532.51

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0102004 COBERTURAS AUTOSOPORTANTES TIPO MEMBRANA				Fecha presupuesto	13/08/2021
Subpresupuesto	001 COBERTURAS AUTOSOPORTANTES TIPO I					
Partida	1.01	ALMACÉN				
Rendimiento	glb/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000		Costo unitario directo por : glb	62.06
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1600	23.17	3.71
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.6400	16.56	10.60
						14.31
	Materiales					
02051900050004	AGUA	m3		0.2000	5.00	1.00
02051900050005	HORMIGON	m3		0.0300	75.00	2.25
0218010002	CLAVOS	kg		0.4200	3.52	1.48
0218010003	CLAVOS PARA CALAMINA	kg		0.0600	3.55	0.21
02920300010002	PUERTA DE MADERA DE EUCALIPTO DE 6"X6"	ML		0.9300	6.00	5.58
02920300010003	MADERA DE EUCALIPTO	p2		0.2137	4.50	0.96
02920300010004	CORREA DE MADERA DE 2"X2"	ML		1.1400	4.80	5.47
02920300010005	SOLERA DE MADERA DE 3"X2"	ML		0.5300	7.50	3.98
02920300010006	TRIPLAY LUPUNA DE 4'X8'X4 MM	pln		0.2604	23.00	5.99
02920300010007	CALAMINA # 30 DE 1.83M X 0.83M X 3MM	pza		0.6800	30.00	20.40
						47.32
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.0300	14.31	0.43
						0.43

Partida	01.02.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIA					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : glb	1,500.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Subcontratos						
0424010001	SC MOVILIZACION DE EQUIPOS	glb		1.0000	1,500.00	1,500.00	
						1,500.00	
Partida	01.02.02	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000		Costo unitario directo por : m2	0.68	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0400	16.56	0.66	
						0.66	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.0300	0.66	0.02	
						0.02	
Partida	01.02.03	FLETE TERRESTRE					
Rendimiento	glb/DIA	MO.	EQ.		Costo unitario directo por : glb	2,500.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Materiales						
0203020002	FLETE TERRESTRE	glb		1.0000	2,500.00	2,500.00	
						2,500.00	
Partida	01.02.04	TRAZO Y REPLANTEO (ESTRUCTURAS)					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000		Costo unitario directo por : m2	1.20	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0400	16.56	0.66	
						0.66	
	Materiales						
0203020003	ESTACAS DE MADERA	p2		0.1000	2.50	0.25	
						0.25	
	Subcontratos						
0400010002	ESTACION TOTAL	hm		0.0190	15.00	0.29	
						0.29	
Partida	01.03.01	EQUIPAMIENTO DE PROTECCIÓN					
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : und	3,500.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Subcontratos						
0416010001	SC SUMINISTRO DE INSTALACION DE EQUIPA	glb		1.0000	3,500.00	3,500.00	
						3,500.00	
Partida	01.03.02	SEÑALIZACIÓN PARA SEGURIDAD EN OBRA					
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : und	3,500.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Subcontratos						
416010002	SEÑALIZACIÓN EN OBRA	glb		1.0000	3,500.00	3,500.00	
						3,500.00	

Partida	02.01.00 SOPORTES PARA COBERTURAS CON TUBO DE 200MM Y PERNOS EXPANSIVOS					
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.8000	EQ. 1.8000	Costo unitario directo por : und		1,384.56
Código	Descripción Recurso	Unid Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	8.8889	23.17	205.96
0101010005	PEON	hh	2.0000	8.8889	16.56	147.20
						353.16
Materiales						
02920300010010	PERNO ANCLAJE d=1/2 plg l= VAR 4 -4 1/4"plg	und		4.0000	10.40	41.60
02920300010011	PLANCHA Ao.E= 12 MM (1/2") X1200MM X2400MM	pin		0.0543	1,520.00	82.54
02920300010012	SOLDADURA CELLOCORD	kg		10.0000	15.00	150.00
02920300010013	TUBO NEGRO CUADR. LAC 200MM X 1/4 (6.35) ML	ML		0.4000	200.00	80.00
						354.14
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.0300	353.16	10.59
0101010007	ELEVADOR TELESCOPICO	hm	1.0000	4.4444	120.00	533.33
0101010008	SOLDADORA ELECTRICA	hm	1.0000	4.4444	15.00	66.67
0101010009	TALADRO	hm	1.0000	4.4444	15.00	66.67
						677.26

Partida	02.02.00 VIGA DE PLANCHA DE ACERO PARA APOYO DE TECHO					
Rendimiento	ML/DIA	MO. 6.0000	EQ. 6.0000	Costo unitario directo por : ML		807.85
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	3.0000	4.0000	23.17	92.68
0101030009	PEON	hh	1.5000	2.0000	16.56	33.12
						125.80
Materiales						
02340600010005	PLANCHA ACERO e= 2.5MM(3/32") X 1200 MMX;	pin		0.0250	503.60	12.59
02340600010006	PLANCHA Ao (1/4")5.9 x1200MMX2400MM	pin		0.5380	615.28	331.02
0240020016	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal		0.0500	43.00	2.15
0291020003	SOLDADURA CELLACORD	kg		10.0000	15.00	150.00
						495.76
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.0500	125.80	6.29
0101010007	ELEVADOR TELESCOPICO	hm	1.0000	1.3333	120.00	160.00
0101010008	SOLDADORA ELECTRICA	hm	1.0000	1.3333	15.00	20.00
						186.29

Partida	02.02.05.02.03 CONSTRUCCION DE CARTELAS EN SOPORTE CON PLANCHA DE FIERRO					
Rendimiento	und/DIA	MO. 3.0000	EQ. 3.0000	Costo unitario directo por : und		692.84

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	2.6667	23.17	61.79
0101030009	PEON PEON	hh	1.0000	2.6667	16.56	44.16
105.95						
Materiales						
02340600010007	PLANCHA ACERO e=8.9MM (3/8") X 1200 X 3200 pin			0.0700	1,022.72	71.59
0291020004	SOLDADURA CELLACORD	kg		10.0000	15.00	150.00
221.59						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.0500	105.95	5.30
0101010008	SOLDADORA ELECTRICA	hm	1.0000	2.6667	15.00	40.00
03012100020001	ELEVADOR TELESCOPICO	hm	1.0000	2.6667	120.00	320.00
365.30						

Partida **02.04.00** **TECHO AUTOSOPORTADO CON COBERTURAS DE ACERO GALVANIZADO INC. ELEMENTOS DE SUJECION Y PERNOS DE ANCLAJE CALIBRE 22 (PATIO DE FORMACIÓN)**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **76.1000** EQ. **76.1000** Costo unitario directo por : m2 **107.66**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1051	23.17	2.44
2.44						
12.60						
Materiales						
0204030005	ACERO PRETENSAR GALVANIZADO E:0.80MM	m2		1.0000	80.00	80.00
80.00						
Equipos						
0101010007	ELEVADOR TELESCOPICO	hm	2.0000	0.2102	120.00	25.22
25.22						

Partida	TECHO AUTOSOPORTADO CON COBERTURAS DE ACERO GALVANIZADO INC. ELEMENTOS DE SUJECION Y PERNOS DE ANCLAJE CALIBRE 22 (PLATAFORMAS DEPORTIVAS)					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 76.1000	EQ. 76.1000	Costo unitario directo por : m2		107.66
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1051	23.17	2.44
						2.44
	Materiales					
0204030005	ACERO PRETENSAR GALVANIZADO E:0.80MM	m2		1.0000	80.00	80.00
						80.00
	Mano de Obra					
0101010007	ELEVADOR TELESCOPICO	hm	2.0000	0.2102	120.00	25.22
						25.22
Partida	02.02.05.02.05.02 PINTADO EN ESTRUCTURAS COLUMNAS Y VIGAS					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m2		30.40
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	23.17	6.18
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.1333	16.56	2.21
						8.39
	Materiales					
02380100030003	LJA	und		0.2500	2.50	0.63
0240020017	PINTURA LATEX	gal		0.0600	23.00	1.38
0240150001	IMPRIMANTE	gal		1.0000	20.00	20.00
						22.01
Partida	03.03.00 DRENAJE PLUVIAL EN COLUMNAS CON MONTANTE EN ZONA DE COBERTURAS					
Rendimiento	und/DIA	MO. 2.0000	EQ. 2.0000	Costo unitario directo por : und		2,703.21
Código	Descripción Recurso	Unid Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.

Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	8.0000	23.17	185.36
0101010004	OFICIAL	hh	3.0000	12.0000	18.31	219.72
0101010005	PEON	hh	5.0000	20.0000	16.56	331.20
						736.28
Materiales						
0204240030	ABRAZADERA DE Fo.Go. o 110mm	und		2.0000	7.00	14.00
02130100010004	CEMENTO PORTLAND TIPO I	bol		2.0000	28.50	57.00
02150200020005	CODO PVC O 100mm. x 45° INC INST	und		1.0000	11.69	11.69
02150200020006	CODO PVC O 100mm. x 90° INC INST	und		1.0000	16.06	16.06
0222080017	PEGAMENTO PARA PVC 1/4	gal		0.0030	91.50	0.27
222080018	TUBERÍA PVC DN 110 mm	ml		20.0000	47.13	942.60
0291020005	AFIRMADO	m3		1.8000	35.00	63.00
0291020006	AGUA	m3		0.1000	5.00	0.50
0291020007	ARENA GRUESA	m3		5.0000	45.00	225.00
						1,330.12
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.0500	736.28	36.81
0101010007	ELEVADOR TELESCOPICO	hm	1.0000	4.0000	150.00	600.00
						636.81

Presupuesto	1101004 INSTALACION DE COBERTURAS METÁLICAS				Fecha presupuesto	31/07/2023	
Subpresupues	001 INSTALACION DE COBERTURAS METÁLICAS						
Partida	01.01.01	ALMACEN (CONTAINER Y ESTRUCTURAS LIVIANAS)					
Rendimiento	m2/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : m2	80.00		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Equipos							
030135000100	CONTENEDOR ALMACEN	m2		1.0000	80.00	80.00	
						80.00	
Partida	01.02.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS					
Rendimiento	glb/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb	1,500.00		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales							
0272040031	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUI	glb		1.0000	1,500.00	1,500.00	
						1,500.00	
Partida	01.02.02	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL					
Rendimiento	m2/DIA	200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m2	0.68		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0400	16.56	0.66	
						0.66	
Materiales							
0277010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.66	0.02	
						0.02	

Partida	01.02.03	FLETE TERRESTRE					
Rendimiento	glb/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb		2,500.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales						
0203020002	FLETE TERRESTRE		glb		1.0000	2,500.00	2,500.00
							2,500.00
Partida	01.02.04	TRAZO Y REPLANTEO (ESTRUTURAS)					
Rendimiento	m2/DIA	120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2		1.49	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0667	16.56	1.10
	Materiales						1.10
0231040001	ESTACAS DE MADERA		und		0.1000	2.65	0.27
	Equipos						0.27
0301000009	ESTACION TOTAL		día	0.9975	0.0083	15.00	0.12
							0.12
Partida	01.03.01	EQUIPAMIENTO DE PROTECCIÓN					
Rendimiento	glb/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb		3,500.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Subcontratos						
0416010001	SC SUMINISTRO DE INSTALACION DE EQUIPAMIENTO SIST		glb		1.0000	3,500.00	3,500.00

3,500.00

Partida	01.03.02	SEÑALIZACIÓN PARA SEGURIDAD EN OBRA						
Rendimiento	gib/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : gib		3,500.00		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Materiales								
026711000400	SEÑALIZACIÓN PARA SEGURIDAD EN OBRA	gib		1.0000	3,500.00	3,500.00	3,500.00	

Partida	02.01.01	ARMADO Y SOLDADO DE ARCO PRINCIPAL						
Rendimiento	und/DIA	MO. 0.2500	EQ. 0.2500	Costo unitario directo por : und		9,023.27		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	64.0000	23.17	1,482.88		
0101010004	OFICIAL	hh	3.0000	96.0000	18.31	1,757.76		
0101010005	PEON	hh	5.0000	160.0000	16.56	2,649.60		
5,890.24								
Materiales								
020501000100	TUBO DE ACERO CUADRADO 2 1/2"X2 1/2"X3/16"	m		26.9200	25.16	677.31		
020501000100	TUBO DE ACERO CUADRADO 2"X2"X3/16"	m		67.2000	23.14	1,555.01		
0265010002	SOLDADURA ELECTRICA PUNTO AZUL	kg		6.0000	14.00	84.00		
2,316.32								
Equipos								
0277010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5,890.24	176.71		
0301000009	SOLDADURA ELECT. MONOF . ALTERNA 225 AMP	hm	1.0000	32.0000	20.00	640.00		
816.71								

Partida	02.01.02	ARMADO Y SOLDADO DE VIGUETAS						
Rendimiento	m/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m		124.37		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	4.0000	2.1333	23.17	49.43		
0101010005	PEON	hh	2.0000	1.0667	16.56	17.66		
67.09								
Materiales								
0205010002	TUBO DE ACERO CUADRADO 2"X2"X3/16"	m		1.0200	23.14	23.60		
0103020006	SOLDADURA ELECTRICA PUNTO AZUL	kg		1.5000	14.00	21.00		
44.60								
Equipos								
0277010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	67.09	2.01		
0301000009	SOLDADURA ELECT. MONOF . ALTERNA 225 AMP	hm	1.0000	0.5333	20.00	10.67		
12.68								

Partida	02.01.03		FABRICACION DE TEMPLADORES			
Rendimiento	m/DIA	15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m		27.47
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	23.17	12.36
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.5333	16.56	8.83
						21.19
Materiales						
0204030005	ACERO DE CONSTRUCCION LISO	kg		1.0250	5.50	5.64
						5.64
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	21.19	0.64
						0.64

Partida	02.01.04		FABRICACION DE ARRIOSTRES PARA VIGUETAS(CRUZ DE SAN ANDRES)			
Rendimiento	m/DIA	30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m		16.42
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	23.17	6.18
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.2667	16.56	4.42
						10.60
Materiales						
0204030006	ACERO DE CONSTRUCCION LISO	kg		1.0000	5.50	5.50
						5.50
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	10.60	0.32
						0.32

Partida	02.01.05	PERNOS DE EXPANSIÓN						
Rendimiento	und/DIA	12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : und		18.11		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.6667	23.17	15.45	
							15.45	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	15.45	0.46	
0301020006	PERNOS DE EXPANCIÓN 5/8" X 4"		und		1.0000	2.20	2.20	
							2.66	
Partida	02.01.06	PLANCHAS DE ANCAJE DE ACERO						
Rendimiento	m2/DIA		EQ.	Costo unitario directo por : m2		130.00		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Subcontratos							
041105000100	SC PLANCHA METALICA ESTRIADA DE 1/4" CON ASA DE 5/8 m2				1.0000	130.00	130.00	
							130.00	
Partida	02.01.07	TUBO CIRCULAR DE 6"						
Rendimiento	m/DIA	30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m		34.89		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.2667	23.17	6.18	
0101010005	PEON		hh	0.5000	0.1333	16.56	2.21	
							8.39	
	Materiales							
0272010087	TUBO CIRCULAR DE 6"		m		1.0500	25.00	26.25	
							26.25	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	8.39	0.25	
							0.25	
Partida	02.01.08	PLANCHAS DE POLICARBONATO 8 MM X 2.95 X 1.95						
Rendimiento	m2/DIA MO.	10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m2		72.00		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.8000	23.17	18.54	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.8000	18.31	14.65	
0101010005	PEON		hh	2.0000	1.6000	16.56	26.50	
							59.68	
	Materiales							
0210050003	POLICARBONATO TRANSLUCIDO E=8MM		m2		0.3200	28.92	9.25	
0251030002	TORNILLO DE ALUMINIO		und		4.0000	0.32	1.28	
							10.53	

		Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	3.0000	59.68	1.79		
					1.79		

Partida **02.02.01** **MONTAJE E INSTALACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS Y COBERTURA**

Rendimiento **m2/DIA** **1.0000** EQ. **1.0000** Costo unitario directo por : m2 **21.45**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Subcontratos						
0406020007	SC MONTAJE DE ESTRUCTURAS METALICAS	m2		1.0000	21.45	21.45
						21.45

Partida **02.03.01** **PINTADO DE ESTRUCTURA METÁLICAS**

Rendimiento **m2/DIA** **32.0000** EQ. **32.0000** Costo unitario directo por : m2 **8.54**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Subcontratos						
0406020006	SC PINTADO ESTRUCTURA METALICA	m2		1.0000	8.54	8.54
						8.54