

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**Evaluación de la presión del viento en edificios de poca altura
con coberturas metálicas a escala real en la ciudad de Juliaca**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

Por:

Eli Rony Choquehuanca Yapura

Dianet Roxana Itusaca Maldonado

Rody Smith Montesinos Tamara

Asesor:

Ing. Herson Duberly Pari Cusi

Juliaca, diciembre de 2022

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL INFORME DE TESIS

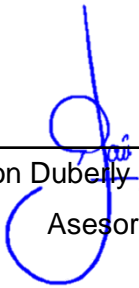
Herson Duberly Pari Cusi, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“EVALUACIÓN DE LA PRESIÓN DEL VIENTO EN EDIFICIOS DE POCA ALTURA CON COBERTURAS METÁLICAS A ESCALA REAL EN LA CIUDAD DE JULIACA”** constituye la memoria que presentan los Bachilleres **Eli Rony Choquehuanca Yapura; Dianet Roxana Itusaca Maldonado y Rody Smith Montesinos Tamara** para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad de los autores, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Juliaca, a los 15 días del mes de diciembre del año 2022.



Herson Duberly Pari Cusi
Asesor

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiari, a 15 día(s) del mes de diciembre del año 2022 siendo las 11:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Juliaca, bajo la dirección del (de la) presidente(a):

Ing. Juana Beatriz Aquis Pari, el (la) secretario(a): Mg. Henry Antonio Aguilar Chuquimia y los demás miembros: Dr. Leonel Suasaca Pelino y el (la) asesor(a) Ing. Herson Deberly Pari Cusi

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: Evaluación de la presión del viento en edificios de poca altura con coberturas metálicas a escala real en la ciudad de Juliaca

del(los) bachiller(es): a) Eli Rony Choquehuanca Yapura b) Dianet Roxana Itusaca Maldonado c) Rody Smith Montesinos Tamara

conducente a la obtención del título profesional de: Ingeniero Civil (Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller (a): Eli Rony Choquehuanca Yapura

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	14	C	Aceptable	Bueno

Bachiller (b): Dianet Roxana Itusaca Maldonado


CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	14	C	Aceptable	Bueno

Bachiller (c): Rody Smith Montesinos Tamara

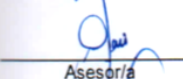
CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	14	C	Aceptable	Bueno


(7) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

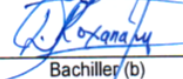

Presidente/a

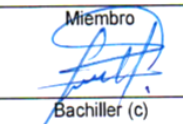

Secretario/a


Asesor/a


Miembro


Bachiller (a)


Bachiller (b)


Bachiller (c)

DEDICATORIA

La investigación se realizó en dedicación a nuestros padres y familiares porque nos ayudaron moralmente en todo el proceso de tesis y de nuestra formación académica en las aulas de nuestra Universidad Peruana Unión.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos principalmente a nuestro creador Dios, es el que sustenta nuestras vidas y nos permite tener salud, también a nuestros familiares por estar presentes en los momentos más importantes de nuestra formación como profesionales.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN:	10
ABSTRACT:.....	11
1. INTRODUCCIÓN	12
2. METODOLOGIA	13
2.1 Descripción de la cobertura metálica	13
2.2 Evaluación probabilística de una estructura metálica	14
2.2.1 Adquisición de Datos.....	14
2.2.2 Selección de estructuras para el estudio.....	16
2.2.4 Tratamiento de los datos y Modelaje de las estructuras	20
2.3. Análisis en interpretación de los datos.....	20
3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	21
3.1 Procesamiento de datos	21
3.2 Procedimiento de cálculo.....	23
3.3 Modelamiento con robot estructural	28
3.3.1 Modelamiento con entorno	30
4 RESULTADOS.....	38
5 BIBLIOGRAFIA.....	39
ANEXOS	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coberturas para las muestras de estudio	16
Tabla 2. Descripción de factor adimensional según el tipo de cobertura.	20
Tabla 3. Resumen estadístico de la regresión – cobertura tipo 1	33
Tabla 4. Resumen estadístico de análisis de la varianza – cobertura tipo 1	33
Tabla 5. Análisis estadístico de coeficiente de intercepción e incremento de velocidad – cobertura tipo 1	34
Tabla 6. Resumen estadístico de la regresión – cobertura tipo 2	35
Tabla 7. Resumen estadístico de análisis de la varianza – cobertura tipo 2	35
Tabla 8. Análisis estadístico de coeficiente de intercepción e incremento de velocidad – cobertura tipo 2	35
Tabla 9. Resumen estadístico de la regresión – cobertura tipo 3	36
Tabla 10. Resumen estadístico de análisis de la varianza – cobertura tipo 3	37
Tabla 11. Análisis estadístico de coeficiente de intercepción e incremento de velocidad – cobertura tipo 3	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Procedimiento General del Estudio.	14
Figura 2. Cobertura a una agua modelada a usar en la investigación /cobertura real.	15
Figura 3. Cobertura modelada a dos aguas modelada a usar en la investigación / cobertura real. .	15
Figura 4. Cobertura parabólica modelada a usar en la investigación / cobertura real.	15
Figura 5. Esquema de distribución de punto de lectura en la cobertura tipo 1 según la altura.	17
Figura 6. Esquema de distribución de punto de lectura en la cobertura tipo 1 con las respectivas presiones(kg/m ²) en cada punto.	17
Figura 7. Esquema de distribución de punto de lectura en la cobertura Tipo 2 según la altura.	18
Figura 8. Esquema de distribución de punto de lectura en la cobertura Tipo 2 con las respectivas presiones (kg/m ²) en cada punto.	18
Figura 9. Esquema de distribución de punto de lectura en la cobertura Tipo 3 según la altura.	19
Figura 10. Esquema de distribución de punto de lectura en la cobertura Tipo 3 con las respectivas presiones (kg/m ²) en cada punto.	19
Figura 11. Velocidades registradas en la cobertura Tipo I.	21
Figura 12. Velocidades registradas en la cobertura Tipo 2.	22
Figura 13. Velocidades registradas en la cobertura Tipo 3.	22
Figura 14. Velocidades Mínimas y Máximas registradas en la cobertura Tipo 1.	22
Figura 15. Velocidades Mínimas y Máximas registradas en la cobertura Tipo 2.	23
Figura 16. Velocidades Mínimas y Máximas registradas en la cobertura Tipo 3.	23
Figura 17. Velocidades de diseño en la cobertura Tipo 1.	25
Figura 18. Velocidades de diseño en la cobertura Tipo 2.	26
Figura 19. Velocidades de diseño en la cobertura Tipo 3.	26
Figura 20. Cálculo de presiones en la cobertura Tipo 1.	26
Figura 21. Cálculo de Presiones en la cobertura Tipo 2.	27
Figura 22. Cálculo de presiones en la cobertura Tipo 3.	27
Figura 23. Velocidades/Presión vs altura en la cobertura Tipo 1.	27
Figura 24. Velocidades/Presión vs altura en la cobertura Tipo 2.	28
Figura 25. Velocidades/Presión vs altura en la cobertura Tipo 3.	28
Figura 26. Simulación de la cobertura Tipo 1 en Robot Estructural.	29
Figura 27. Simulación de la cobertura Tipo 2 en Robot Estructural.	29
Figura 28. Simulación de la cobertura Tipo 3 en Robot Estructural.	30
Figura 29. Simulación de la cobertura Tipo 1 con edificios cercanos en Robot Estructural.	30
Figura 30. Simulación de la Cobertura Tipo 3 con edificios cercanos en Robot Estructural.	31
Figura 31. Comparación de presiones entre Robot Estructural y Cálculo manual de la cobertura Tipo 1.	31
Figura 32. Comparación de presiones entre Robot Estructural y Cálculo manual de la cobertura Tipo 2.	32
Figura 33. Comparación de presiones entre Robot Estructural y Cálculo manual de la cobertura Tipo 3.	32
Figura 34. Curva de regresión lineal para la cobertura tipo 1.	34
Figura 35. Curva de regresión lineal para la cobertura tipo 2.	36
Figura 36. Curva de regresión lineal para la cobertura tipo 3.	37

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A . Evidencia de sumisión a una revista indexada	41
Anexo B. Cobertura a Una Agua (TIPO 1)	41
Anexo C. Cobertura a Dos Aguas (TIPO 2)	412
Anexo D. Cobertura Parabolico (TIPO 3)	412

Evaluación de la presión del viento en edificios de poca altura con coberturas metálicas a escala real en la ciudad de Juliaca

RESUMEN:

El estudio de las cargas producto de la acción del viento en edificaciones es uno de los aspectos relevantes del diseño estructural, por lo cual, su correcta consideración en el diseño, así como, el estudio de casos reales aporta un gran valor al campo de la construcción civil. En este sentido, se desarrolló el presente trabajo con el fin de evaluar presión del viento en edificios de poca altura con coberturas metálicas a escala real en la ciudad de Juliaca. El mismo fue de corte cuantitativo y de tipo experimental; donde, como objeto de estudio de se tomaron 3 estructuras, las cuales fueron evaluados desde el nivel terreno natural hasta la cúspide la cobertura; siendo las siguientes: Coliseo de la Universidad Peruana Unión [UPeU] de 13.13 m de altura con cobertura parabólica, Comedor los Uros de la Universidad Peruana Unión de 4.75 metros de altura con cobertura a una agua y Cancha Grass de la Universidad Peruana Unión de 7.30 metros de altura con cobertura a dos aguas. La toma y registro de los datos se realizó en intervalos de 30 minutos, por un periodo de 12 horas, en un arreglo de 6 filas por 7 columnas en cada cobertura, donde se obtuvieron 840 datos de velocidad del viento en los anemómetros digitales instalados en las coberturas. Como resultado del análisis estadístico mediante la aplicación del método de Correlación y regresión lineal se obtuvo que las 3 estructuras evaluadas cumplen con los parámetros establecidos en la Norma Técnica Peruana E-020 del Reglamento Nacional de Edificaciones para el diseño de cargas por viento. Se obtuvo un porcentaje al 95% de confiabilidad de que la correlación de dependencia de la presión de viento es dependiente de la velocidad de viento.

Palabras clave: Estructuras, Carga, Viento, Cobertura metálica.

Evaluation of wind pressure in low-rise buildings with full-scale metal roofs in Juliaca city

ABSTRACT:

The study of the loads resulting from the action of the wind in buildings is one of the relevant aspects of structural design, for which its correct consideration in the design, as well as the study of real cases, contributes great value to the field of Civil construction. In this sense, the present work will be developed in order to evaluate the wind pressure in low-rise buildings with metal roofs on a real scale in the city of Juliaca. It was of a quantitative and experimental type, where, as an object of study, 3 structures were taken, which were evaluated from the level of the natural terrain to the top of the coverage; being the following: Coliseum of the Peruvian Union University [UPeU] of 13.13 m high with parabolic coverage; Los Uros dining room of the Universidad Peruana Unión, 4.75 meters high with one water coverage and; Grass court of the Universidad Peruana Unión, 7.30 meters high with a gabled roof. The data was collected and recorded at 30-minute intervals, for a period of 12 hours, in an arrangement of 6 rows by 7 columns, for each coverage, where 840 wind speed data were acquired in the installed digital anemometers. in the toppings. As a result of the statistical analysis through the application of the Correlation and linear regression method, it was obtained that the 3 structures evaluated comply with the parameters established in the Peruvian Technical Standard E-020 of the National Building Regulations for the design of wind loads. A 95% reliability percentage was obtained that the connection depending on the wind pressure is dependent on the wind speed.

Keywords: Structure, load, wind, metallic cover.

1. INTRODUCCIÓN

Para el diseño de edificaciones y diseño estructural en general, uno de los aspectos de mayor relevancia es la influencia del viento sobre los edificios. Tal como lo expresa el Reglamento Nacional de Edificaciones según la NTP E.020 del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Reglamento Nacional de Edificaciones - NTP E.020, 2006, pág. 19) toda la edificación que se encuentra expuesta a la acción del viento debe considerarse un diseño estructural de acuerdo a la normativa que se da y que sea capaz de resistir todas las cargas positivas y negativas (presión y succión) producidas por la acción del viento y que actúan en varias direcciones; horizontales y perpendiculares entre sí. Sin embargo, tanto a nivel nacional como a nivel internacional son diversos los eventos inesperados que han generado como consecuencia daños estructurales y colapso de estructuras debido a las cargas del viento.

Por solo nombrar algunos casos como en las tormentas de viento en Australia que equivalen al 25% de las pérdidas económicas ocasionados por los desastres naturales (Hao & Mark G., 2019, págs. 2-3) y el Huracán Andrews que fue responsable de una pérdida de 20 millones de dólares en el año 1992 en los Estados Unidos (Adnan Enajar, Ashraf El Damatty, & Ashraf Nassef, 2021) así como las estructuras han cedido ante la presión del viento, tenemos al emblemático puente Tacoma de Estados Unidos en el año 1940 (INSTAINGENIERIA, 2020, pág. 2), el frecuente colapso de torres de transmisión en México en 2013 (Ibarra González & Tapia Hernández, 2014, págs. 1-4).

En el ámbito nacional tenemos; el colapso de estructuras metálicas ocasionadas por el viento en la ciudad de Arequipa por fallas en el diseño (Morón Flores & Milón Zevallos, 2019, págs. 27-47). Las edificaciones en la ciudad de Juliaca no están exentas a la acción del viento, debido a que llegan a experimentar velocidades del viento de hasta 126 km/h (Quiñonez Choquecota, Huanca Callata, & Holguino Huarza, 2019, pág. 2). Esta condición aumenta la exposición de las estructuras, sobre todo aquellas que por sus características propias de construcción o por fallas de diseño presenten mayor vulnerabilidad a las cargas debidas al viento, lo que ocasiona que aumente el riesgo para la vida y salud de las personas, así como para las pérdidas materiales por colapso parcial o total de las estructuras.

Este estudio pretende responder la interrogante de ¿Cómo afecta la presión del viento en las coberturas metálicas en edificios de poca altura en la ciudad de Juliaca? Para lo cual, tomando como referencia el trabajo de (Li, Hu, & QS Li, 2021, págs. 1-7) y (Terrés-Nícoli & Mans, 2014, págs. 2-4) se indagará sobre el efecto de la carga del viento para realizar un comparativo de las presiones del mismo sobre edificios de poca altura a gran escala.

2. METODOLOGIA Y DESARROLLO

2.1 Descripción de la cobertura metálica

En esta investigación de corte cuantitativo se consideró la influencia del viento sobre las estructuras metálicas de baja altura (Caracoglia & Jones, 2009, págs. 2-3), focalizando el análisis en el sistema de cobertura; el cual expresan investigadores como (López & Godoy, 2005, págs. 1-6) así como, (Lia & Ellingwood, 2006, págs. 2-3; Lia & Ellingwood, 2006; Lia & Ellingwood, 2006) constituye uno de los aspectos más vulnerables de estas estructuras ante la acción directa del viento. La velocidad del viento fue medida en campo, por lo cual, el diseño del trabajo fue experimental (Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, 2018, pág. 22).

El estudio se desarrolló en edificaciones a escala real pertenecientes a la “Universidad Peruana Unión – Campus Juliaca”. Esta se encuentra localizada en la ciudad de Juliaca a una altura de 3824 m.s.n.m. y pertenece al departamento Puno, Perú; y así conociendo también el análisis realizado para estas estructuras metálicas, dando a conocer los 3 tipos de coberturas para dicho trabajo que se está realizando: Coliseo de la Universidad Peruana Unión con una cobertura de tipo Parabólico que data su construcción en el año 1996 y su última remodelación de cobertura se realizó en el año 2019, el comedor Los Uros de la Universidad Peruana Unión con una cobertura a una agua que data su construcción en el año 2018 y la Cancha de Grass de la Universidad Peruana Unión con una cobertura a dos aguas que data su construcción en el año 2017 y las 3 coberturas se encuentran en uso actualmente. El procedimiento seguido para el estudio fue el mostrado a continuación.

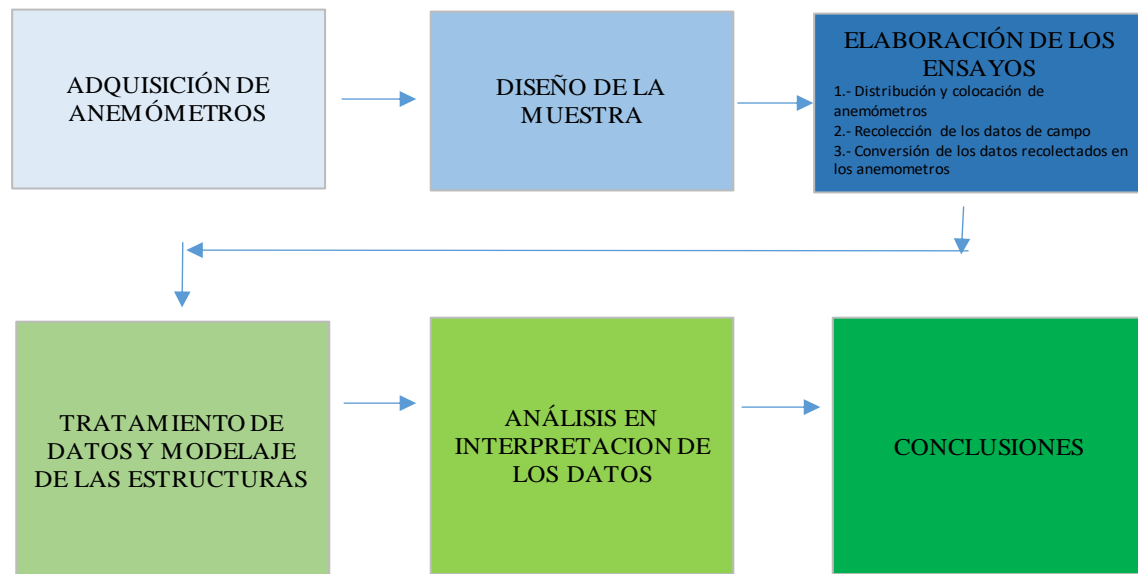


Figura 1. *Procedimiento General del Estudio.*

2.2 Evaluación Estadística de una estructura metálica

2.2.1 Adquisición de Datos.

Para la toma de velocidad real del viento sobre las coberturas, se realizó la distribución en 6 filas por 7 columnas en cada cobertura, empleándose un total de 42 Anemómetros digitales, realizándose el registro de velocidades en cada punto y en diferentes intervalos de tiempo, para así obtener la mayor velocidad en cada punto y con los datos obtenidos determinar la presión máxima sobre las coberturas, las características de los anemómetros usados se detallan a continuación:

- ✓ Marca: Benetech
- ✓ Modelo: GM816
- ✓ Rango: 0 a 126 km/h
- ✓ Precisión: $\pm 5\%$
- ✓ Resolución: 0.1 km/h

A su vez se utilizaron 3 tipos de cobertura las cuales se ven a continuación:

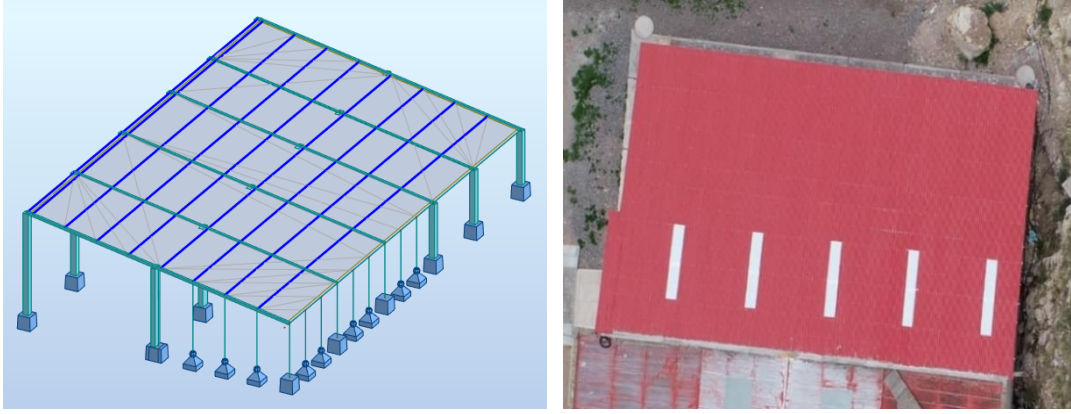


Figura 2. Cobertura a una agua modelada a usar en la investigación /cobertura real.

Fuente: Elaboración Propia.

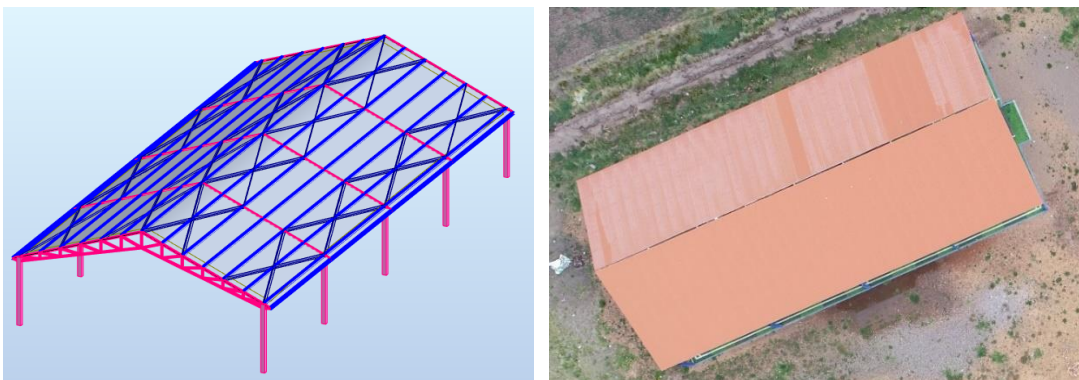


Figura 3. Cobertura modelada a dos aguas modelada a usar en la investigación /cobertura real.

Fuente: Elaboración Propia.

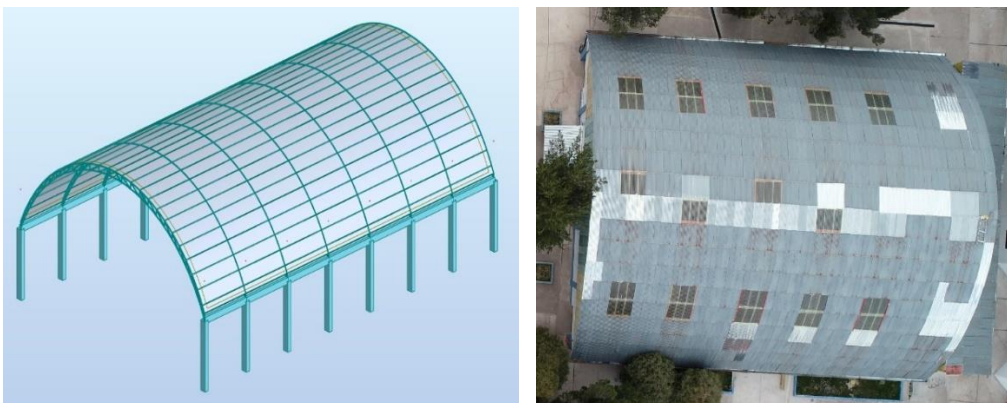


Figura 4. Cobertura parabólica modelada a usar en la investigación /cobertura real.

Fuente: Elaboración Propia.

2.2.2 Selección de estructuras para el estudio.

Previo a la elaboración de los ensayos, se realizó un proceso sistemático de inspección para la selección de 3 estructuras que servirán como objeto de estudio. Las edificaciones seleccionadas cumplieron con los requisitos mostrados a continuación:

- Poca altura (menor a 15 metros)
- Contar con una cobertura metálica.
- Edificaciones con sistemas de cobertura diferente.

Una vez identificados los objetos de estudio, se solicitó autorización y permisos a la entidad dueña de la infraestructura con cobertura metálica, se adquirió los planos en formato digital y fueron verificadas insitu para la medición de la velocidad del viento. Las edificaciones seleccionadas como muestra se indican en la tabla 1.

Tabla 1. coberturas para las muestras de estudio

Número	Nombre	Altura	Tipo de cobertura	Código
1	Comedor los Uros de la Universidad Peruana Unión	4.75 m	Una agua	Tipo 1
2	Cancha Grass de la Universidad Peruana Unión	7.30 m	Dos aguas	Tipo 2
3	Coliseo de la Universidad Peruana Unión	13.13 m	Parabólica	Tipo 3

Nota: Las coberturas se encuentran dentro del campus de la Universidad Peruana Unión – Juliaca.

2.2.3 Elaboración de Ensayos.

La medición de la velocidad del viento en las estructuras se realizó una a la vez, instalando un total de 42 anemómetros digitales por edificación a fin de lograr una medición completa. La distribución fue de 6 filas por 7 columnas en las 3 coberturas metálicas como se observa en las siguientes imágenes:

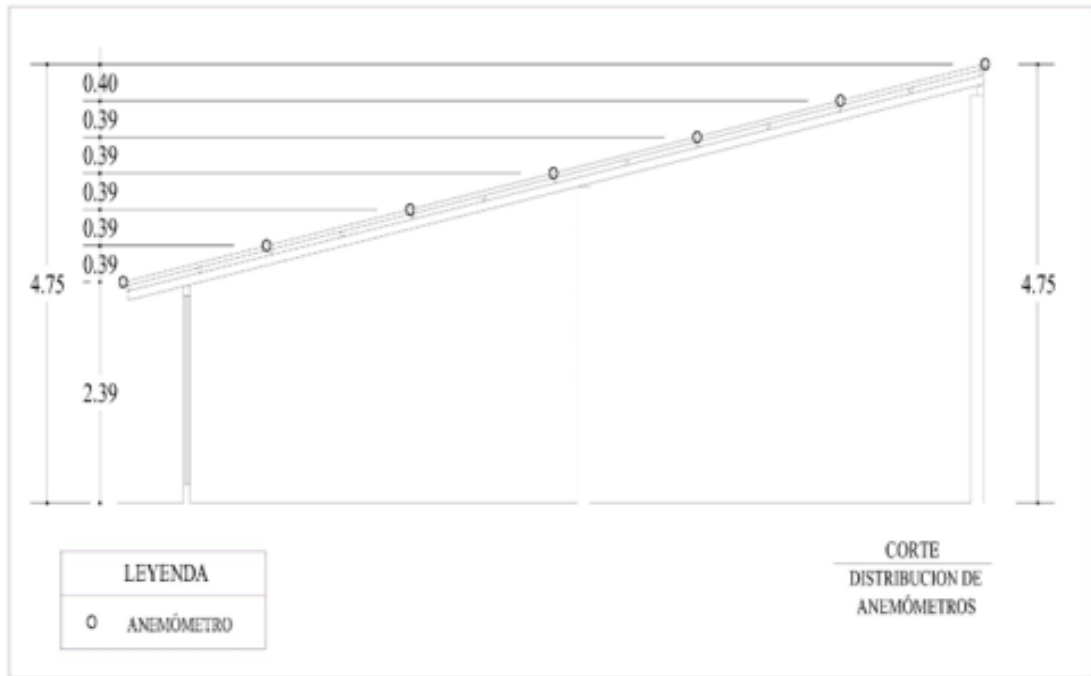


Figura 5. Esquema de distribución de punto de lectura en la cobertura tipo 1 según la altura.

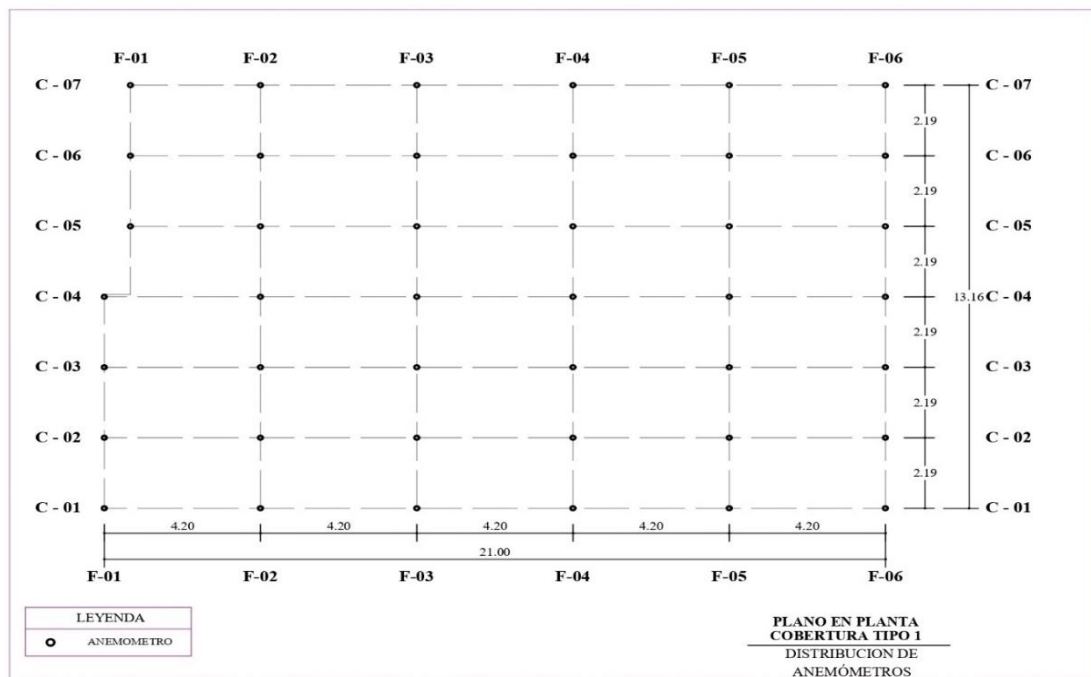


Figura 6. Esquema de distribución de punto de lectura en la cobertura tipo 1 con las respectivas presiones(kg/m²) en cada punto.

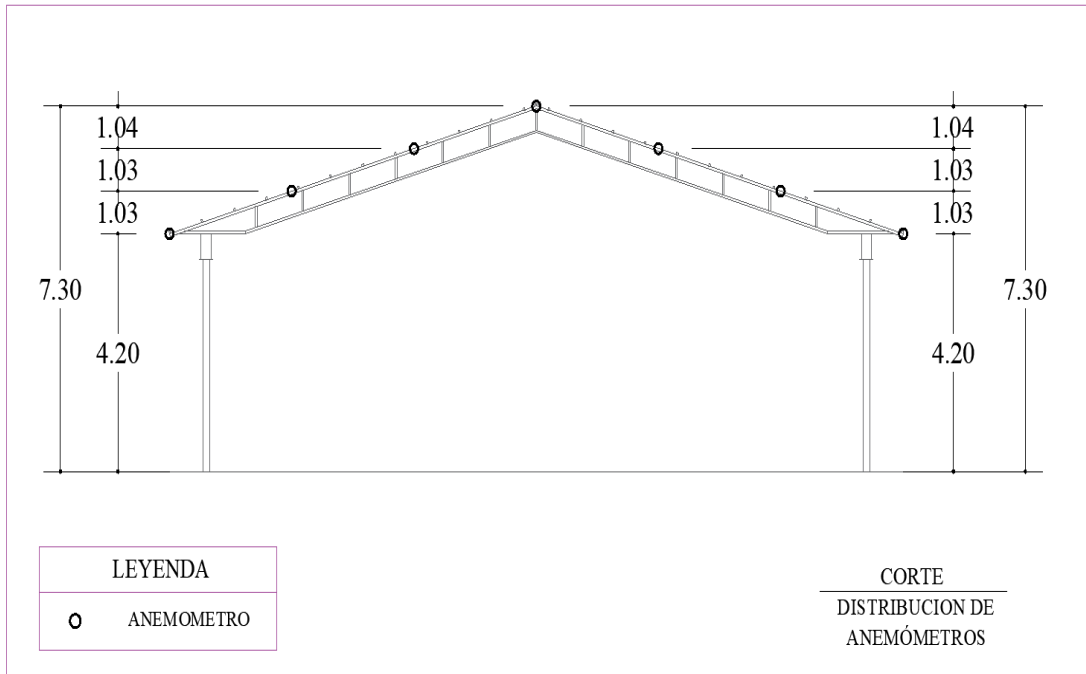


Figura 7. Esquema de distribución de punto de lectura en la cobertura Tipo 2 según la altura.

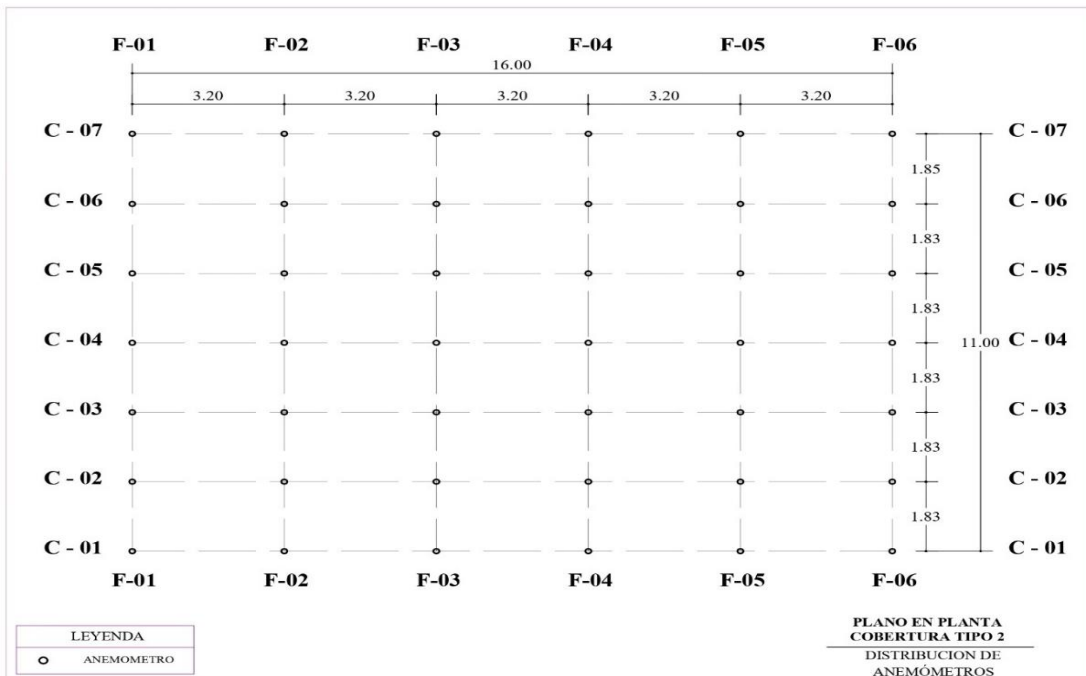


Figura 8. Esquema de distribución de punto de lectura en la cobertura Tipo 2 con las respectivas presiones (kg/m²) en cada punto.

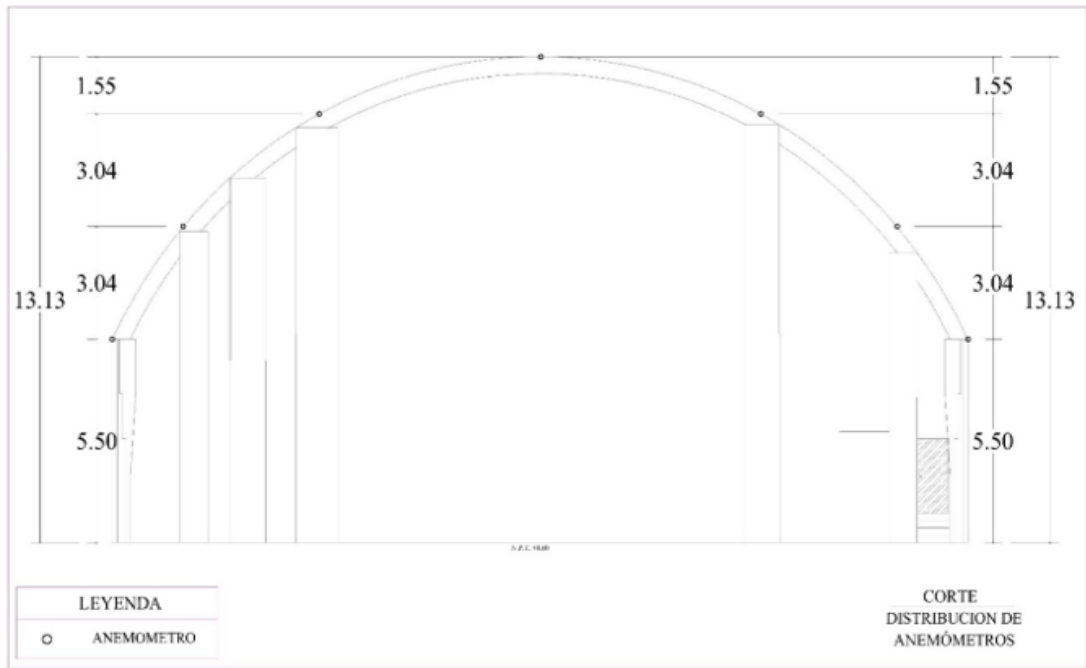


Figura 9. Esquema de distribución de punto de lectura en la cobertura Tipo 3 según la altura.

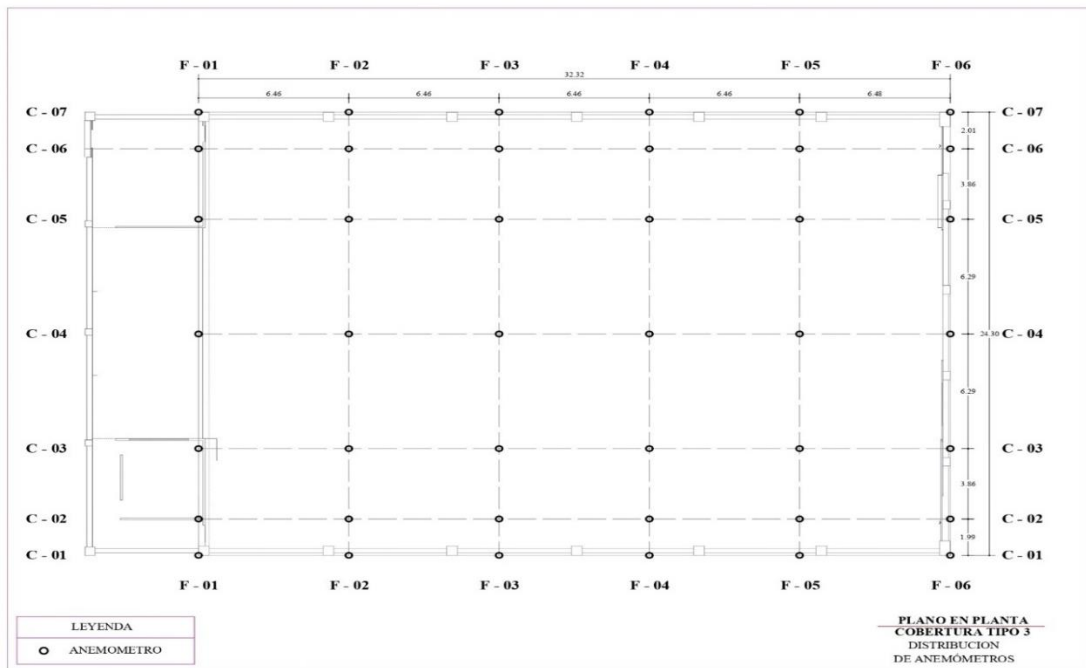


Figura 10. Esquema de distribución de punto de lectura en la cobertura Tipo 3 con las respectivas presiones (kg/m²) en cada punto.

2.2.4 Tratamiento de los datos y Modelaje de las estructuras.

Para tratamiento de los datos se tomó en consideración la Norma Técnica Peruana NTP E.020 “Cargas” (Reglamento Nacional de Edificaciones - NTP E.020, 2006, pág. 19) y la normativa internacional de la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Civiles SEI/ASCE 7-22 “Cargas mínimas de diseño y criterios asociados para edificios y otras estructuras, $P=qGC_p - q_i(GC_{pi})$ ” (Civiles, 2021, págs. 261-280). La presión ejercida por el viento se determinó con la ecuación según la Norma Técnica Peruana E.020 “Cargas”, Reglamento Nacional de Edificaciones:

Ecuación 1

Carga Exterior de viento

$$Ph = 0.005 * C * Vh^2$$

Fuente: (Reglamento Nacional de Edificaciones - NTP E.020, 2006, pág. 19)

Donde:

- Ph = presión o succión del viento a una altura h en Kg/m^2
- C = factor de forma adimensional indicado (-0.5 y 0.8)

Tabla 2. Descripción de factor adimensional según el tipo de cobertura.

<i>Característica</i>	Barlovento	Sotavento
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda 45°	+0.8	-0.5
Superficies inclinadas entre 15° y 60°	+0.7 -0.3	-0.6

- V_h = velocidad de diseño a la altura h

Con el uso de la herramienta MS Excel, se realizó el cálculo de la carga exterior del viento (Ph). Luego, se procedió a modelar las coberturas en el Programa de Análisis Robot Estructural.

2.3. Análisis en interpretación de los datos

Se tomaron 168 datos de velocidad del viento por cada cobertura desde las 8 horas hasta las 18 horas, obtenidos mediante los anemómetros digitales y transformados a presión

mediante la fórmula de carga según la NTP E.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones, los 168 datos de Presión del viento (kg/m²), las cuales muestran como la velocidad del viento influye sobre la presión del viento en las diferentes coberturas. El Análisis estadístico de la influencia de la velocidad sobre la presión del viento se realizó en el programa Microsoft Excel, mediante el método estadístico de regresión lineal, el cual nos da los resultados de la dependencia entre ambos (velocidad / presión). Para la obtención del modelamiento se empleó el software Robot Estructural para realizar el modelamiento de las cargas del viento (dinámico) y a su vez como influye el túnel de viento en los 3 tipos de coberturas.

3. RESULTADOS

3.1 PROCESAMIENTO DE DATOS

Se tomaron en campo las velocidades de viento sobre la cobertura con apoyo de los anemómetros digitales entre los horarios de 8:00 horas a 18:00 horas en los 3 tipos de cobertura en diferentes días; se seleccionó las velocidades mayores registradas en los intervalos de horas, siendo un total de 168 datos por cobertura.

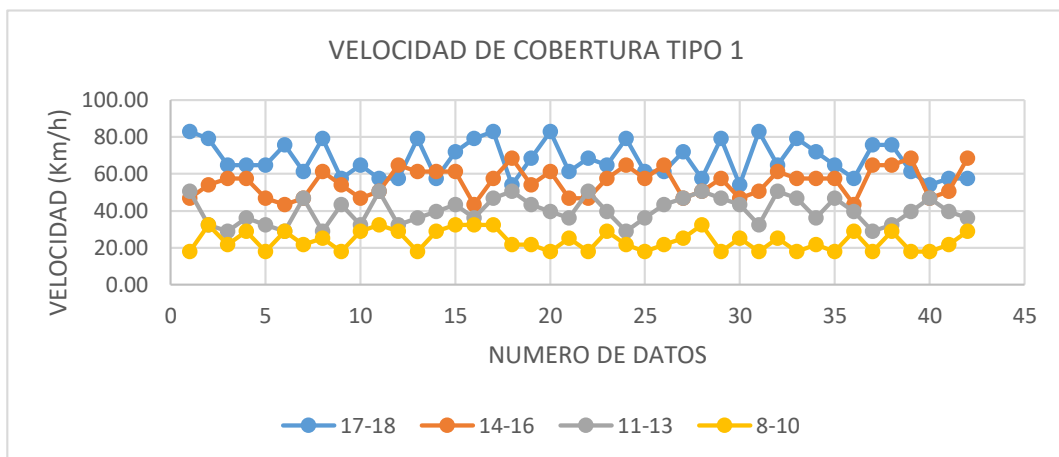


Figura 11. Velocidades registradas en la cobertura Tipo I.

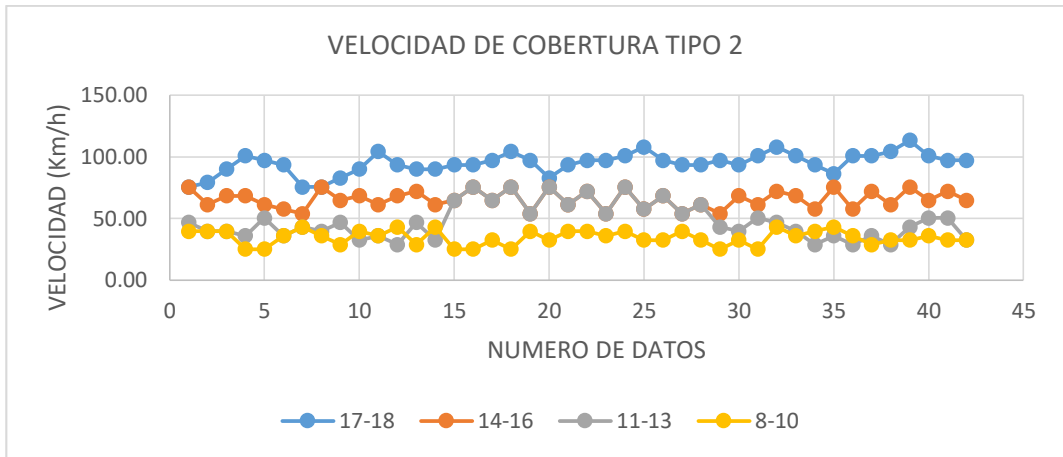


Figura 12. Velocidades registradas en la cobertura Tipo 2.

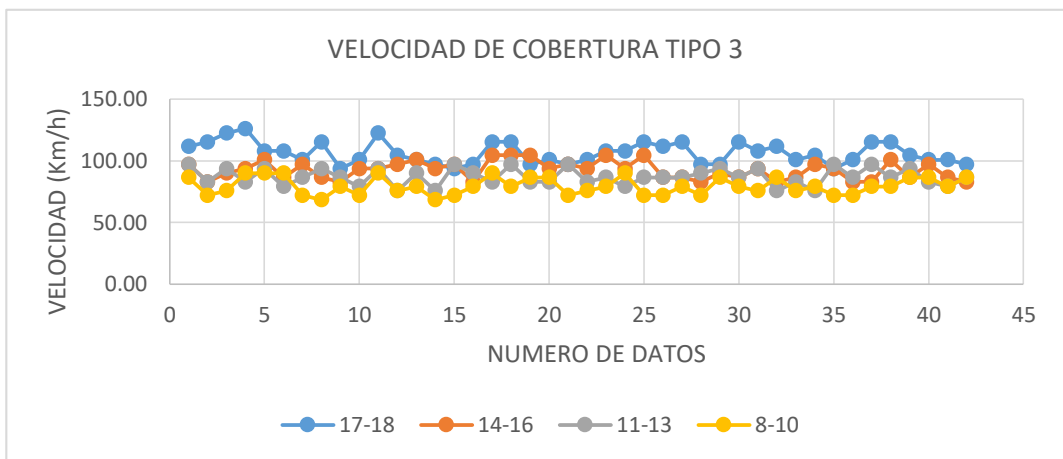


Figura 13. Velocidades registradas en la cobertura Tipo 3.

Con las velocidades obtenidas se realizó el cálculo de velocidades máximas, promedio y mínimas (km/h) para cada intervalo de tiempo en cada una de las coberturas usando el Software Microsoft Excel.

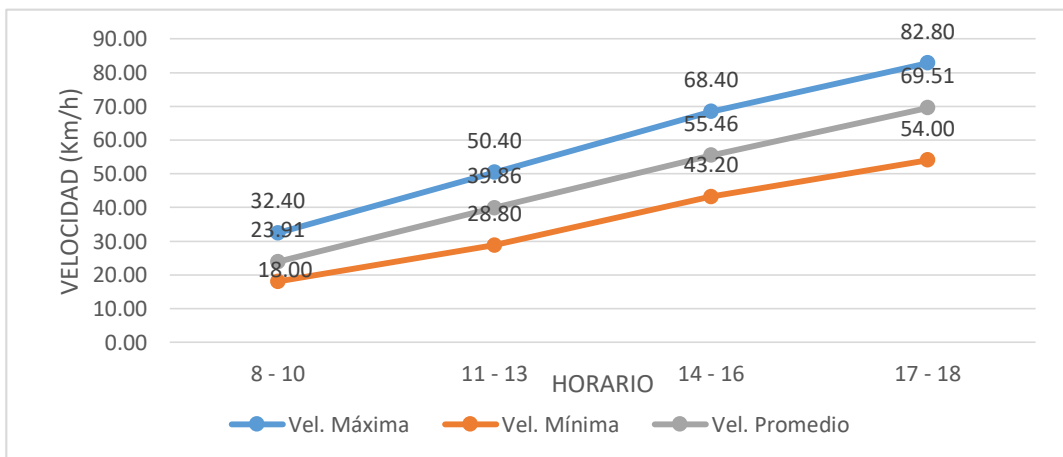


Figura 14. Velocidades Mínimas y Máximas registradas en la cobertura Tipo 1.

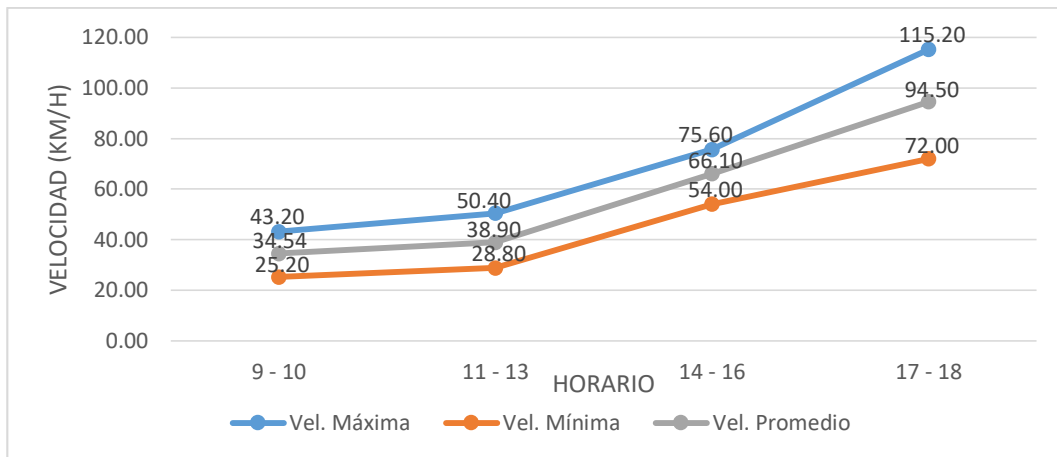


Figura 15. Velocidades Mínimas y Máximas registradas en la cobertura Tipo 2.

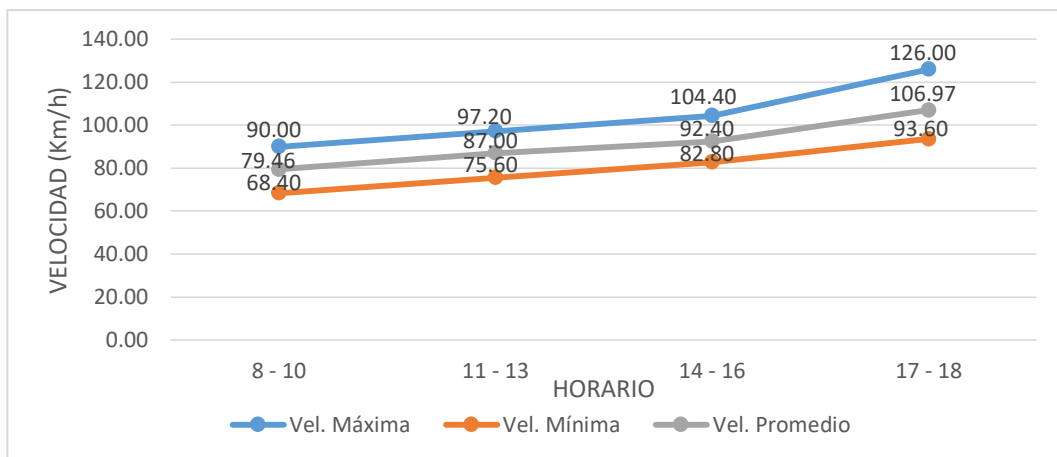


Figura 16. Velocidades Mínimas y Máximas registradas en la cobertura Tipo 3.

3.2 Procedimiento de Cálculo

Carga de viento; Para calcular la carga de viento se considera lo dispuesto en el RNE, artículo 12; la zona de estudio se encuentra en el altiplano peruano específicamente en la Región de Puno, la categoría de exposición es “C”, la clasificación de la edificación corresponde a Tipo 1 (de poca altura y robusta).

VELOCIDAD DE DISEÑO PARA COBERTURA UNA AGUA (TIPO 1)

Velocidad de diseño en la altura h en Km/h

$$v = 82.80 \text{ km/h}$$

Altura de edificación

$$h = 4.34$$

Velocidad de diseño

$$V_h = v * \left(\frac{h}{10}\right)^{0.22}$$

$$V_h = 82.80 * \left(\frac{4.34}{10}\right)^{0.22}$$

$$\mathbf{V_h = 68.91 km/h}$$

Carga exterior

Factor de forma C

$$C = 0.30(\text{presion})$$

$$C = -0.70(\text{succion})$$

Carga final de viento

$$P_h = 0.005 * C * v_h^2$$

$$P_h = 0.005 * -0.70 * 68.91^2$$

$$\mathbf{P_h = -16.62 kg/m^2}$$

VELOCIDAD DE DISEÑO PARA COBERTURA DOS AGUAS (TIPO 2)

Velocidad de diseño en la altura h en Km/h

$$v = 113.40 km/h$$

Altura de edificación

$$h = 7.30$$

Velocidad de diseño

$$V_h = v * \left(\frac{h}{10}\right)^{0.22}$$

$$V_h = 113.40 * \left(\frac{7.30}{10}\right)^{0.22}$$

$$\mathbf{V_h = 105.81 km/h}$$

Carga exterior

Factor de forma C

$$C = 0.70(\text{presion})$$

$$C = -0.60(\text{succion})$$

Carga final de viento

$$P_h = 0.005 * C * v_h^2$$

$$P_h = 0.005 * -0.60 * 105.81^2$$

$$\mathbf{P_h = -33.59 kg/m^2}$$

VELOCIDAD DE DISEÑO PARA COBERTURA PARABÓLICA (TIPO 3)

Velocidad de diseño en la altura h en km/m

$$v = 126.00 \text{ km/h}$$

Altura de la edificación

$$h = 13.13 \text{ m}$$

Velocidad de diseño

$$V_h = v * \left(\frac{h}{10}\right)^{0.22}$$

$$V_h = 126 * \left(\frac{13.13}{10}\right)^{0.22}$$

$$V_h = 133.78 \text{ km/h}$$

Carga exterior

Factor de forma C

$$C = 0.80(\text{presion})$$

$$C = -0.50(\text{succion})$$

Carga final del viento

$$P_h = 0.005 * C * v_h^2$$

$$P_h = 0.005 * -0.50 * 133.78^2$$

$$P_h = -44.74 \text{ kg/m}^2$$

Con el procedimiento mostrado se realizaron los cálculos de las velocidades de diseño utilizando el coeficiente indicado para cada tipo de cobertura.

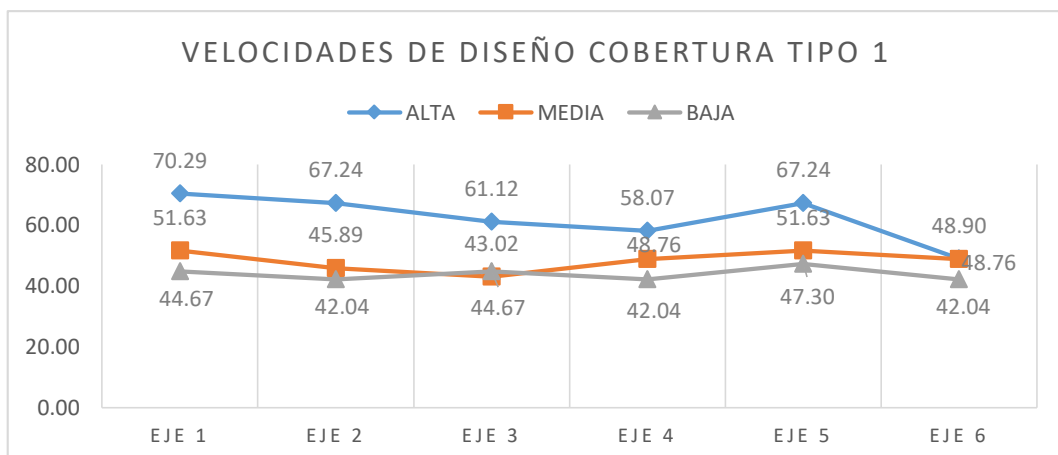


Figura 17. Velocidades de diseño en la cobertura Tipo 1.

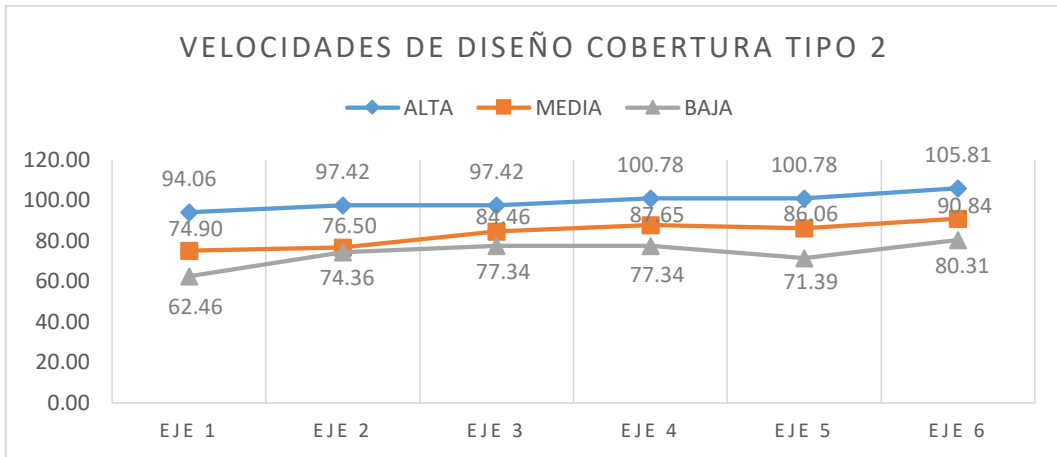


Figura 18. Velocidades de diseño en la cobertura Tipo 2.

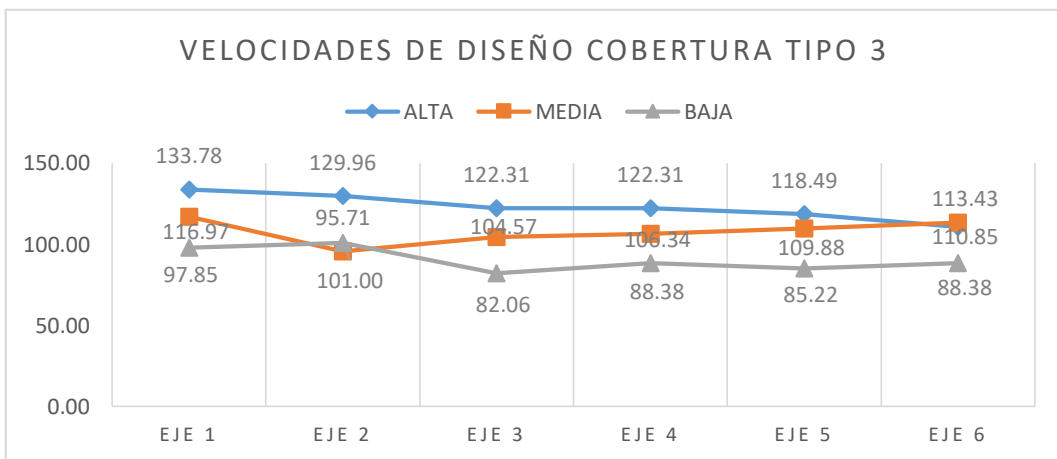


Figura 19. Velocidades de diseño en la cobertura Tipo 3.

Con las velocidades de diseño obtenidas se realizó el cálculo de presiones en cada punto.

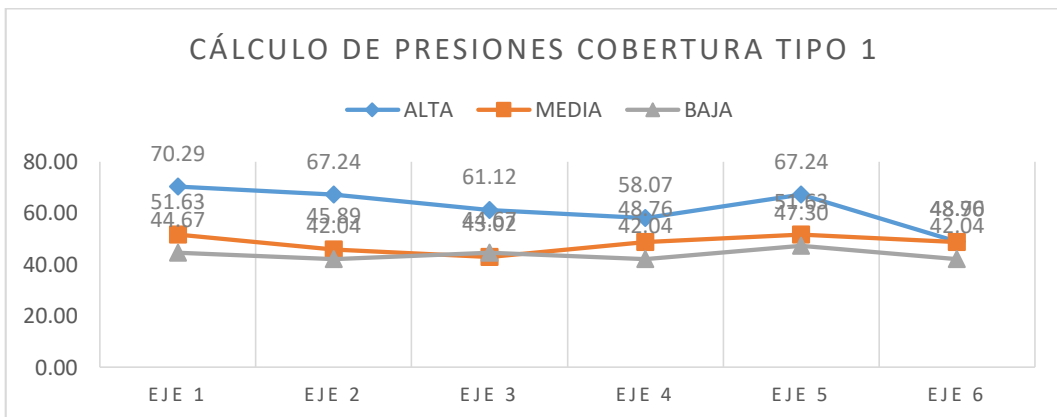


Figura 20. Cálculo de presiones en la cobertura Tipo 1.

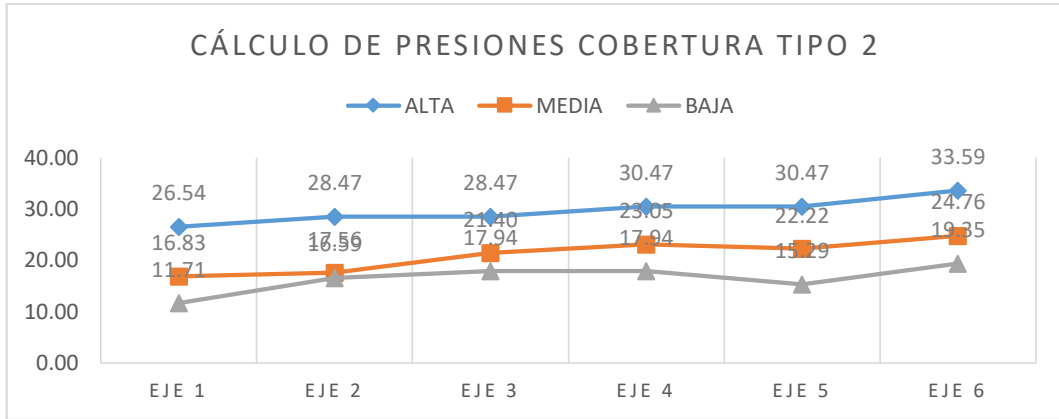


Figura 21. Cálculo de Presiones en la cobertura Tipo 2.

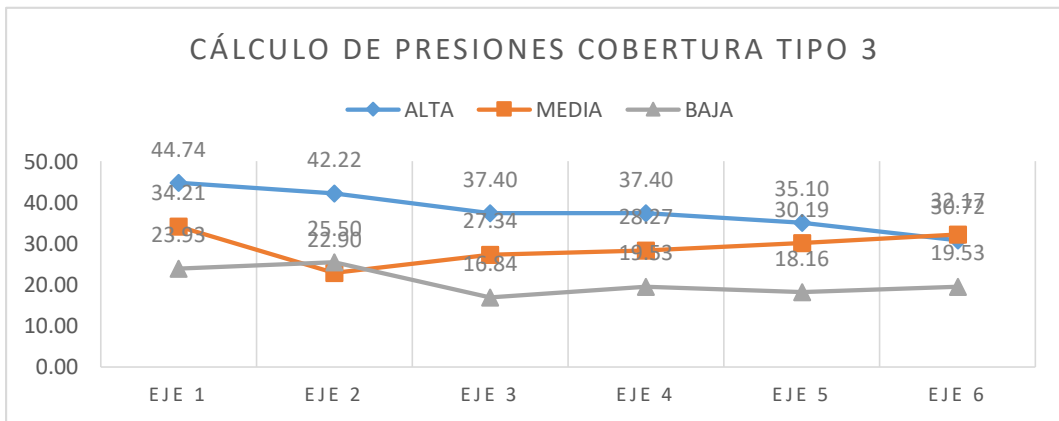


Figura 22. Cálculo de presiones en la cobertura Tipo 3.

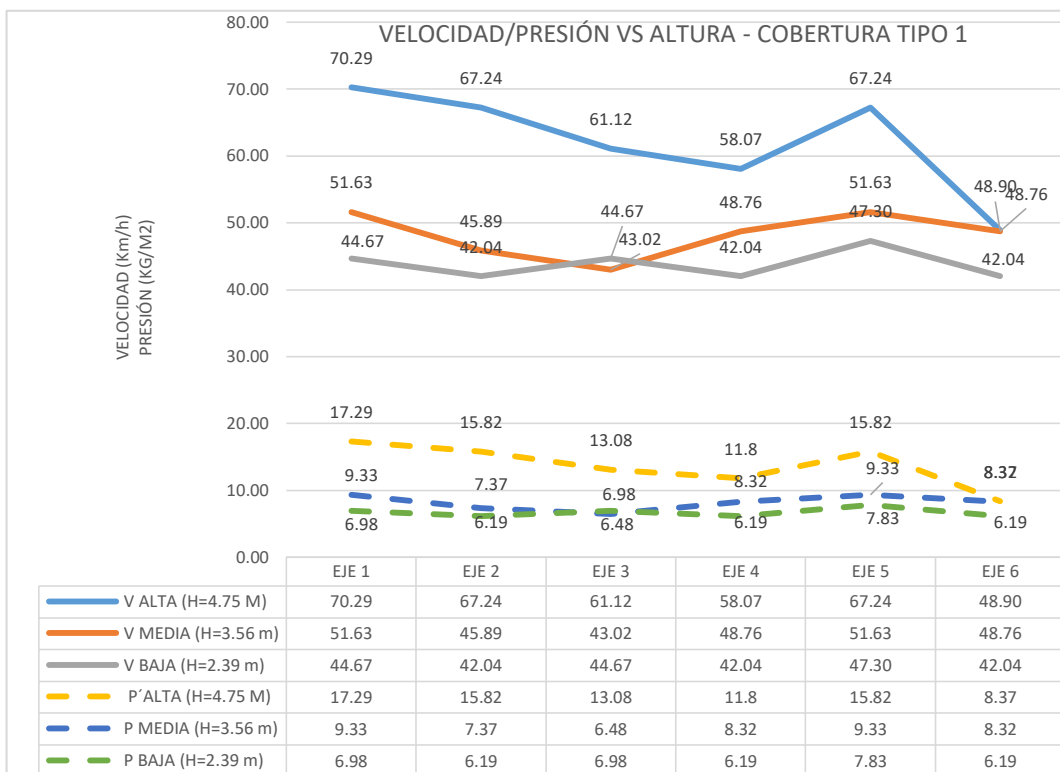


Figura 23. Velocidades/Presión vs altura en la cobertura Tipo 1.

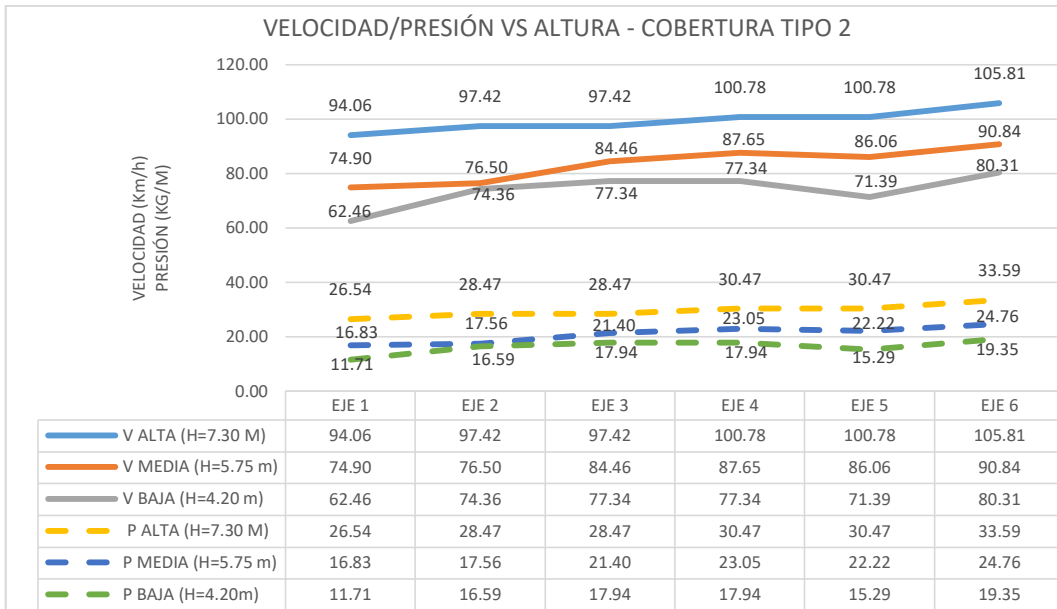


Figura 24. Velocidades/Presión vs altura en la cobertura Tipo 2.

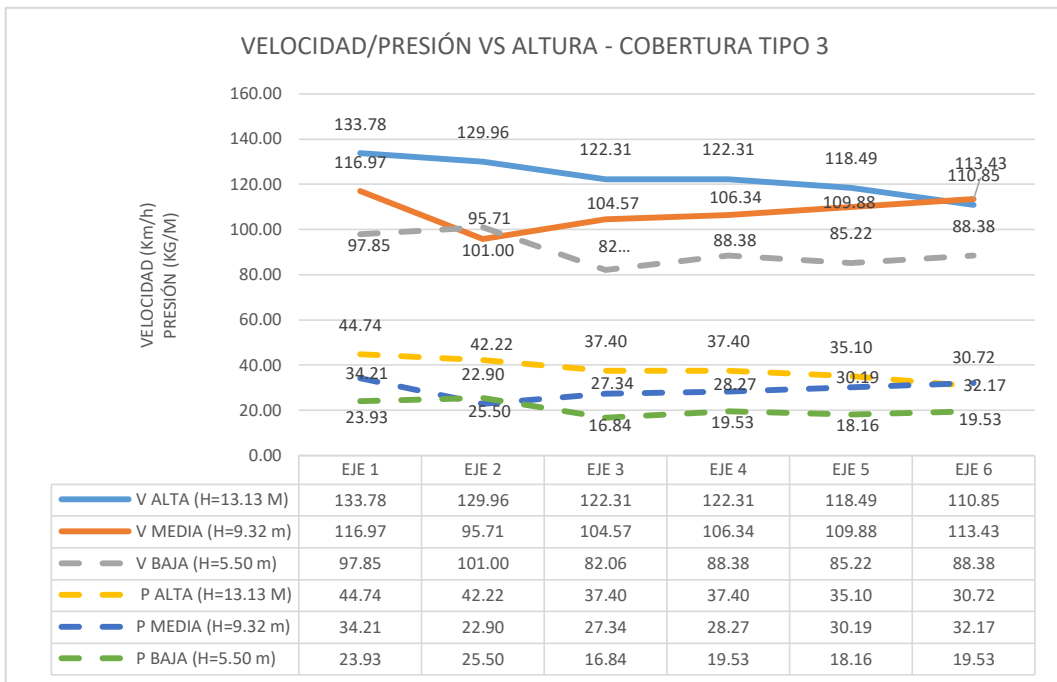


Figura 25. Velocidades/Presión vs altura en la cobertura Tipo 3.

3.3 MODELAMIENTO CON ROBOT ESTRUCTURAL

El cálculo de la carga exterior del viento se realizó con base a los registros del horario comprendido entre las 17 y 18 horas, las cuales se obtuvieron los mayores registros de velocidad de viento. Con base a esta data se simularon las 3 estructuras en el Robot Estructural para analizar el comportamiento de las coberturas frente a las presiones de viento.

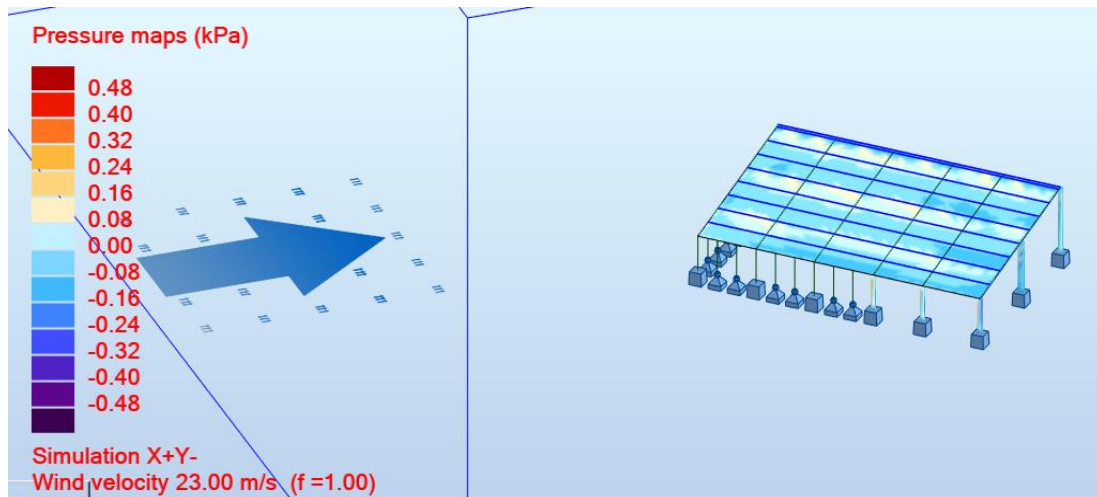


Figura 26. Simulación de la cobertura Tipo 1 en Robot Estructural.

La simulación se realizó a una velocidad de 82.80 km/h, se muestra la distribución de las presiones generadas en la dirección de X+ teniendo una presión de barlovento de 8.2 kg/m² a una altura de 2.39 m. generando una presión significativa dándose a conocer el desplazamiento del viento y aumentando dicha presión en la parte alta de la cobertura teniendo en la cumbre una presión de 17.85 kg/m² a una altura de 4.75 m. por lo que se observa en la cresta una mayor presión de viento sobre la cobertura.

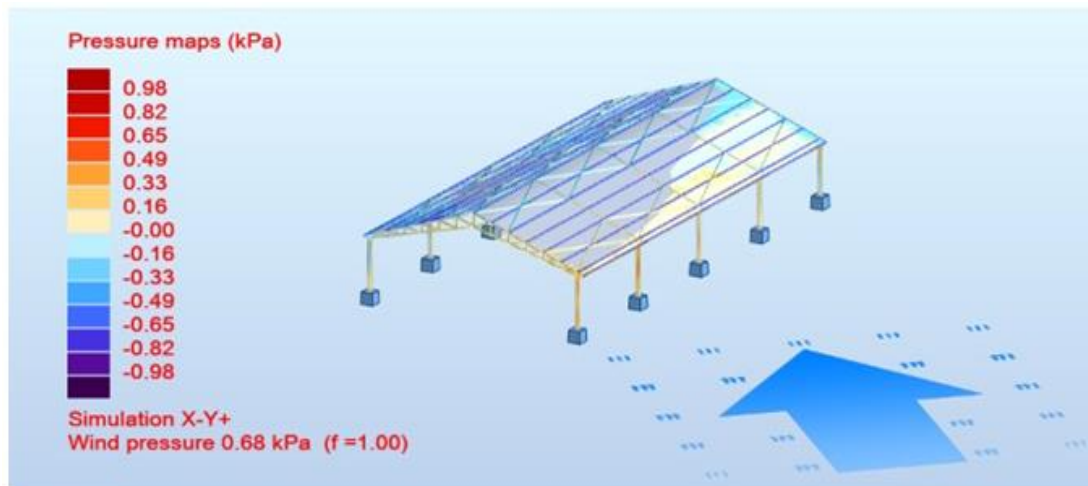


Figura 27. Simulación de la cobertura Tipo 2 en Robot Estructural.

El modelamiento se realizó con distribución de las presiones generadas en la dirección de X+ teniendo una presión de barlovento de 12.27 kg/m² a una altura de 2.80 m. generando una presión significativa dándose a conocer la distorsión del viento y aumentando dicha presión en la parte alta de la cobertura, teniendo en la cumbre una presión de 33.59 kg/m² a una altura de 7.30 m. por lo que se observa a sotavento una presión de succión que vendría a ser en valores negativos a los mostrados.

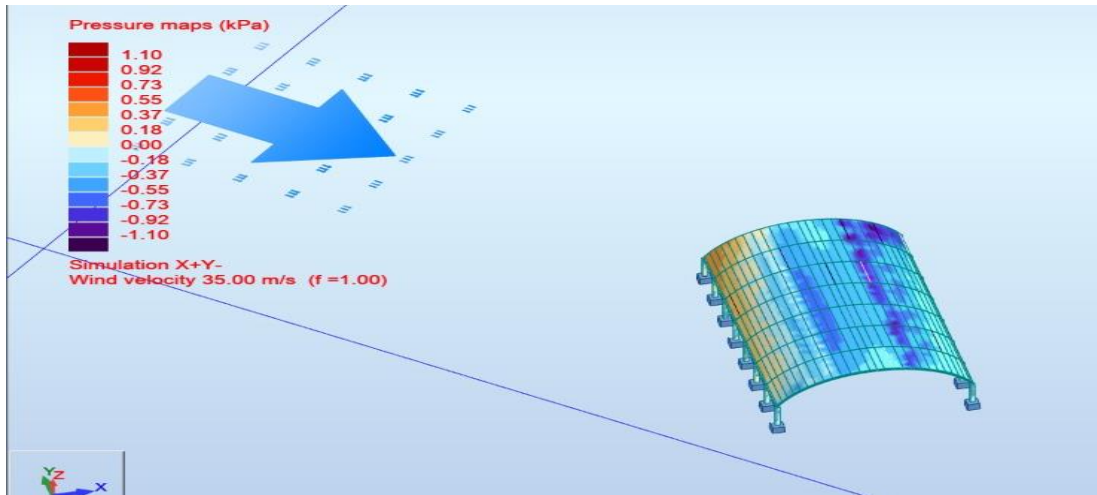


Figura 28. Simulación de la cobertura Tipo 3 en Robot Estructural.

El modelamiento se realizó con una velocidad de 126 km/h, se muestra la distribución de las presiones generadas en la dirección de X+ teniendo una presión de barlovento de 17.62 kg/m² a una altura de 5.50 m. generando una presión significativa dándose a conocer la desorganización del viento y aumentando dicha presión en la parte alta de la cobertura teniendo en la cumbre una presión de 56.08 kg/m² a una altura de 13.13 m. por lo que se observa a sotavento una presión de succión que vendría a ser en valores negativos a los mostrados.

3.3.1 Modelamiento con entorno

El modelamiento con entorno se realizó para la cobertura TIPO 1 y TIPO 3 debido a que la TIPO 2 se encuentra en lugar abierto sin edificios cercanos ni obstáculos.

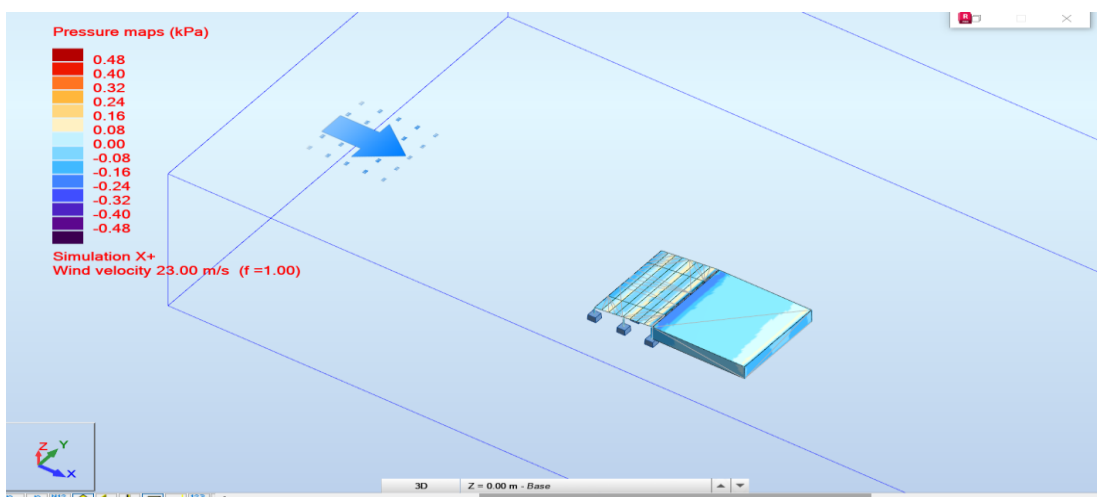


Figura 29. Simulación de la cobertura Tipo 1 con edificios cercanos en Robot Estructural.

Para la cobertura de Tipo 3 se tiene 4 edificios cercanos el cual se puede apreciar en el modelamiento en robot estructural.

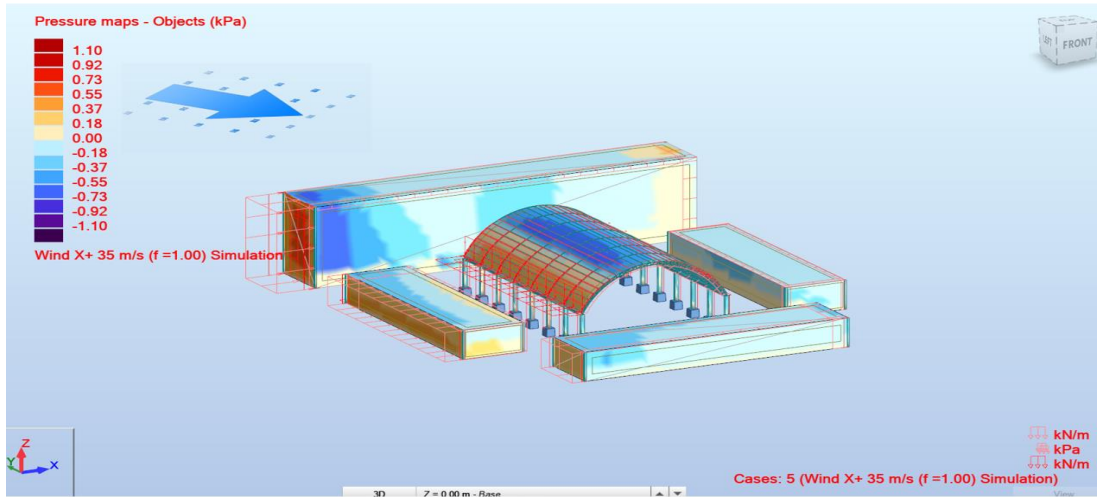


Figura 30. Simulación de la Cobertura Tipo 3 con edificios cercanos en Robot Estructural.

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante el cálculo manual de presiones según la NTP E-020 y el modelamiento en Robot Estructural, se observa que los resultados tienen una varianza entre sí, tal como se muestra en las figuras 31, 32 y 33.

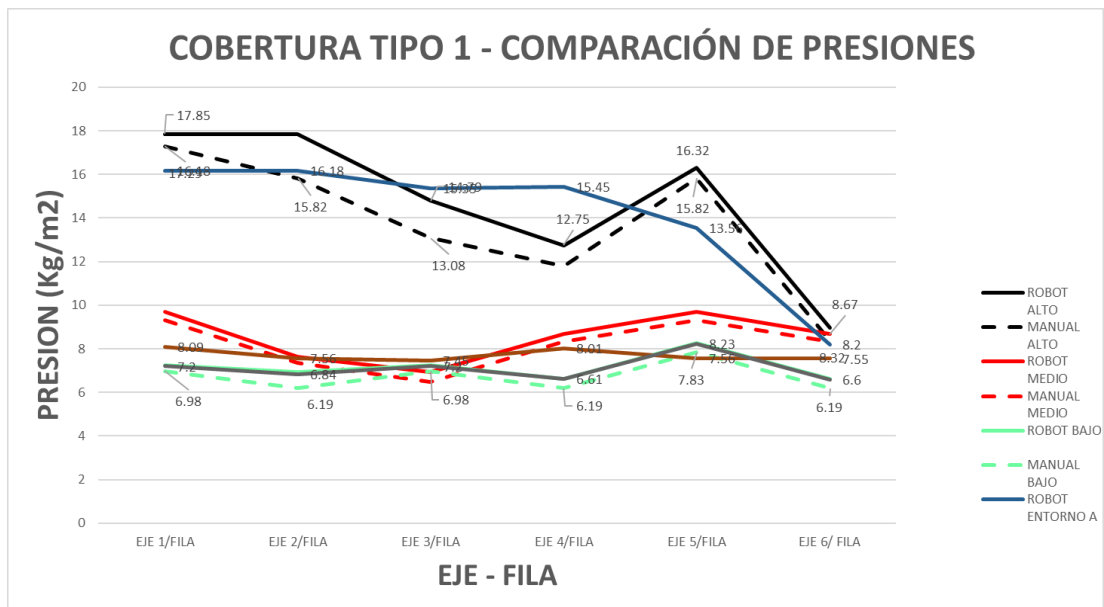


Figura 31. Comparación de presiones entre Robot Estructural y Cálculo manual de la cobertura Tipo 1.

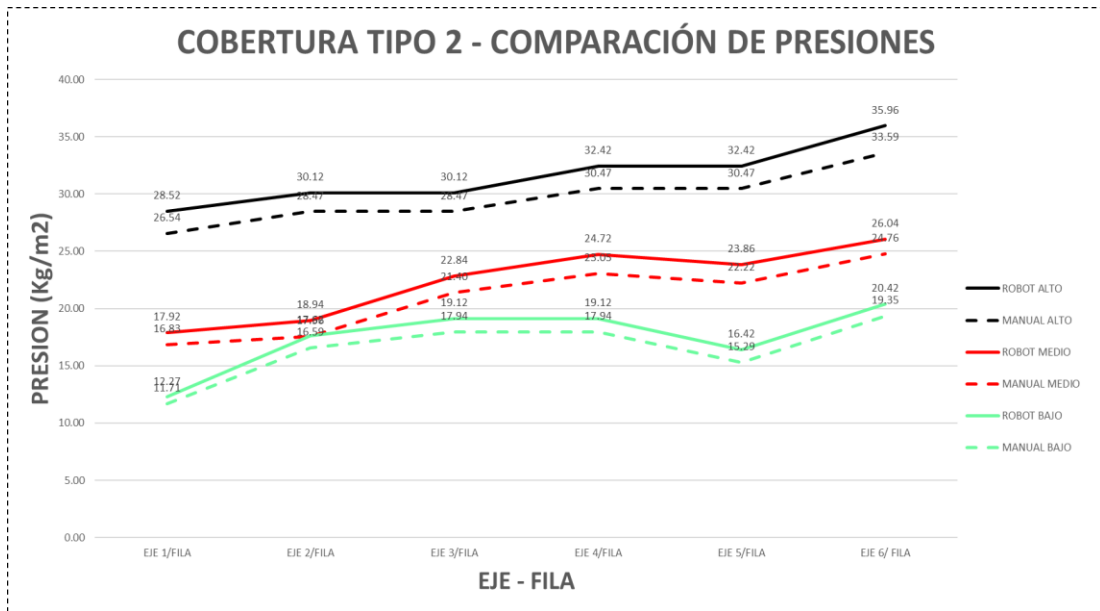


Figura 32. Comparación de presiones entre Robot Estructural y Cálculo manual de la cobertura Tipo 2.

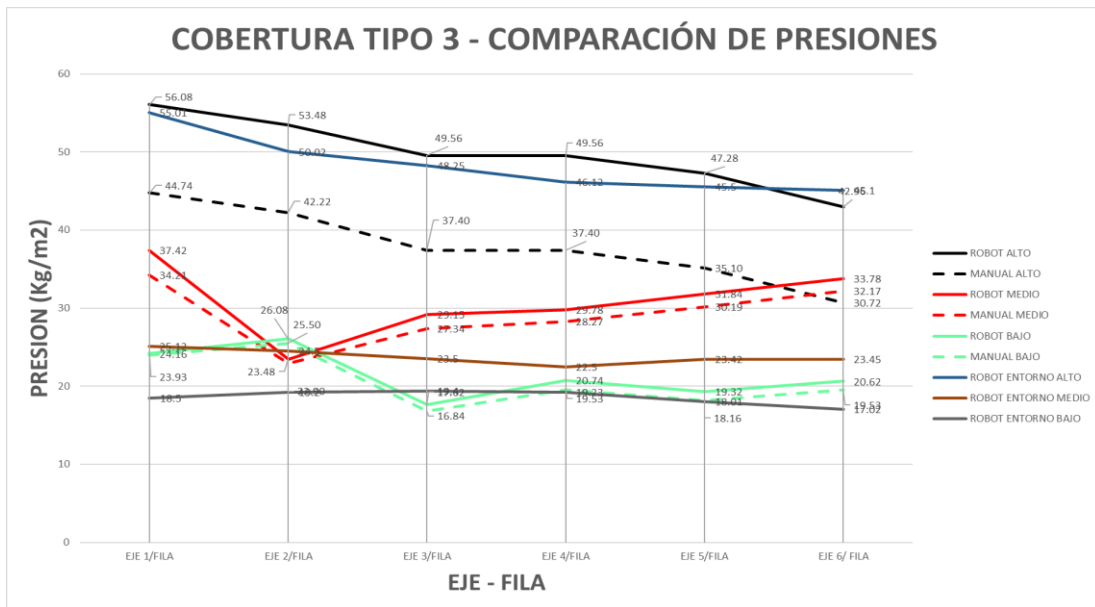


Figura 33. Comparación de presiones entre Robot Estructural y Cálculo manual de la cobertura Tipo 3.

La evaluación estadística de correlación y regresión lineal se da a conocer que la presión depende la de la velocidad del viento, en las siguientes tablas se dará a conocer los valores.

Tabla 3. Resumen estadístico de la regresión – cobertura tipo 1

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.97
Coefficiente de determinación R ²	0.95
R ² ajustado	0.95
Error típico	0.90
Observaciones	168

En el resumen estadístico de la regresión lineal el coeficiente de correlación es de 0.97 dando un significado que la presión de viento tiene una relación en forma directa positiva con la velocidad de viento, que a su vez el coeficiente de determinación tiene el 95% de variación del incremento de velocidad de viento respecto a la presión de viento y por último se tiene un error de margen mínimo de 0.90 de los 168 datos de análisis.

Tabla 4. Resumen estadístico de análisis de la varianza – cobertura tipo 1

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	2349.40	2349.40	2877.02	9.078E-107
Residuos	166	135.56	0.82		
Total	167	2484.96			

En el cuadro de análisis de varianza se tiene un valor crítico de F menor a 0.005 donde nos da a conocer que el modelo de regresión lineal estimado de nuestro análisis de varianza es significativo estadísticamente.

Tabla 5. Análisis estadístico de coeficiente de intercepción e incremento de velocidad – cobertura tipo 1

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	-4.12	0.19	-21.33	1.9665E-49	-4.50	-3.74
Velocidad del viento	0.21	0.00	53.64	0.00	0.20	0.21

Teniendo los coeficientes de intercepción e incremento de velocidad de viento nuestra ecuación lineal será (P=presión, V=velocidad) $P=-4.12+0.21*V$, donde la intercepción es -4.12 y su incremento de 0.21 por cada dato de velocidad de viento, a su vez la probabilidad en ambos es menor a 0.005 lo cual es significativo estadísticamente.

Por lo tanto, se podría hacer una predicción para una velocidad de 130 km/h dato extraído del mapa eólico para un periodo de retorno de 50 años según el RNE - E.020, Artículo 12 – en el departamento de Puno, se tendría una presión de 22.719 Kg/m² ($P=-4.12+0.21*130$ km/h) en la cobertura tipo 1 (una agua) de cobertura metálicas en la ciudad de Juliaca, lo cual es superior a la simulación de velocidad con una presión máxima de $P_h= 17.29$ Kg/m².

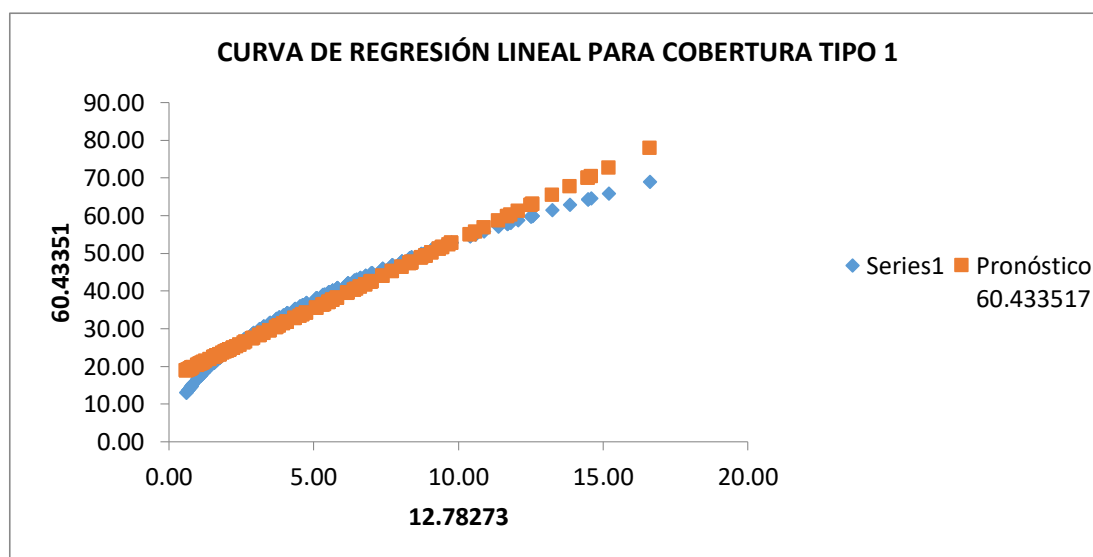


Figura 34. Curva de regresión lineal para la cobertura tipo 1.

Tabla 6. *Resumen estadístico de la regresión – cobertura tipo 2*

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.97
Coefficiente de determinación R ²	0.94
R ² ajustado	0.94
Error típico	1.85
Observaciones	168

Nota: Resumen estadístico de la regresión para coberturas tipo 2 en la Universidad Peruana Unión. Juliaca.

En el resumen estadístico de la regresión lineal el coeficiente de correlación es de 0.97 dando un significado que la presión de viento tiene una relación en forma directa positiva con la velocidad de viento, que a su vez el coeficiente de determinación tiene el 94% de variación del incremento de velocidad de viento respecto a la presión de viento y por último se tiene un error de 1.85 de los 168 datos de análisis.

Tabla 7. *Resumen estadístico de análisis de la varianza – cobertura tipo 2*

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	9333.20	9333.20	2720.70	7.238E-105
Residuos	166	569.45	3.43		
Total	167	9902.66			

En el cuadro de análisis de varianza se tiene un valor crítico de F menor a 0.005 donde nos da a conocer que el modelo de regresión lineal estimado de nuestro análisis de varianza es significativo estadísticamente.

Tabla 8. *Análisis estadístico de coeficiente de intercepción e incremento de velocidad – cobertura tipo 2*

	Coefficiente	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	-8.60	0.38	-22.45	3.671E-52	-9.35	-7.84
Velocidad del viento	0.30	0.01	52.16	7.238E-105	0.29	0.32

Teniendo los coeficientes de intercepción e incremento de velocidad de viento, nuestra ecuación lineal será (P=presión, V=velocidad) $P=-8.60+0.30*V$, donde la intercepción es -8.60 y su incremento de 0.30 por cada dato de velocidad de viento, a su vez la probabilidad en ambos es menor a 0.005 lo cual es significativo estadísticamente.

Por lo tanto, se podría hacer una predicción para una velocidad de 130 km/h dato extraído del mapa eólico para un periodo de retorno de 50 años según el RNE - E.020, Artículo 12 – en el departamento de Puno, se tendría una presión de 31.024 Kg/m² ($P=-8.60+0.30*130$ km/h) en la cobertura tipo 2 (dos aguas) de cobertura metálicas en la ciudad de Juliaca, lo cual es superior a la simulación de velocidad con una presión máxima de $Ph= 33.59$ Kg/m².

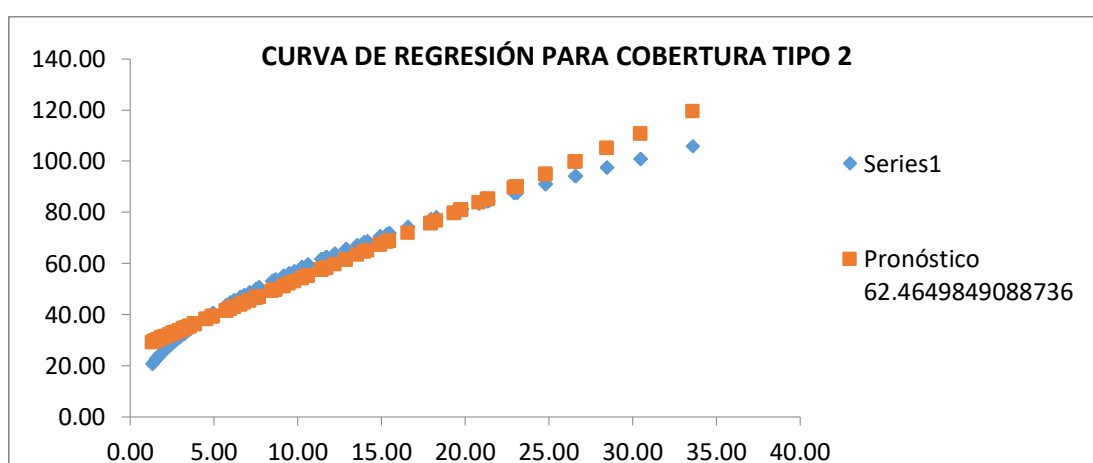


Figura 35. Curva de regresión lineal para la cobertura tipo 2.

Tabla 9. Resumen estadístico de la regresión – cobertura tipo 3

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.90
Coefficiente de determinación R ²	0.80
R ² ajustado	0.80
Error típico	3.02
Observaciones	168

En el resumen estadístico de la regresión lineal el coeficiente de correlación es de 0.90 dando un significado que la presión de viento tiene una relación en forma directa positiva con la velocidad de viento, que a su vez el coeficiente de determinación tiene el 80% de variación del incremento de velocidad de viento respecto a la presión de viento y por último

se tiene un error de margen de 3.02 de los 168 datos de análisis.

Tabla 10. Resumen estadístico de análisis de la varianza – cobertura tipo 3

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	6174.27	6174.27	675.37	2.1537E-60
Residuos	166	1517.57	9.14		
Total	167	7691.84			

En el cuadro de análisis de varianza se tiene un valor crítico de F menor a 0.005 donde nos da a conocer que el modelo de regresión lineal estimado de nuestro análisis de varianza es significativo estadísticamente.

Tabla 11. Análisis estadístico de coeficiente de intercepción e incremento de velocidad – cobertura tipo 3

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	-24.92	1.76	-14.19	1.9241E-30	-28.39	-21.45
Velocidad del viento	0.50	0.02	25.99	2.1537E-60	0.46	0.53

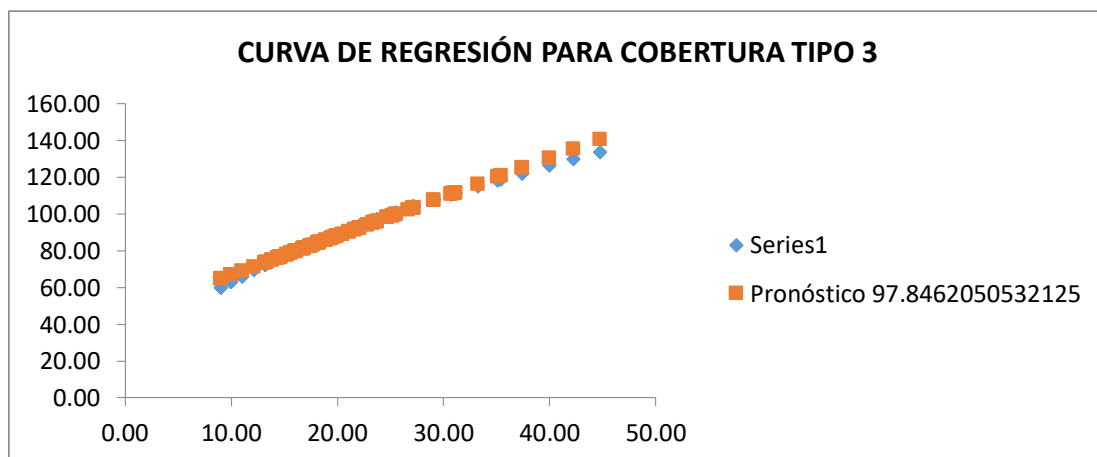


Figura 36. Curva de regresión lineal para la cobertura tipo 3.

Teniendo los coeficientes de intercepción e incremento de velocidad de viento nuestra ecuación lineal será (P=presión, V=velocidad) $P = -24.92 + 0.50 * V$, donde la intercepción es

-24.92 y su incremento de 0.50 por cada dato de velocidad de viento, a su vez la probabilidad en ambos es menor a 0.005 lo cual es significativo estadísticamente.

Por lo tanto, se podría hacer una predicción para una velocidad de 130 km/h dato extraído del mapa eólico para un periodo de retorno de 50 años según el RNE - E.020, Artículo 12 – en el departamento de Puno, se tendría una presión de 39.50 Kg/m² ($P = -24.92 + 0.50 * 130$ km/h) en este tipo 3 (Parabólica) de cobertura metálicas en la ciudad de Juliaca, lo cual es inferior a la simulación de velocidad con una presión máxima de $P_h = 44.74$ Kg/m².

4 CONCLUSIONES

- (1) La mayor velocidad de viento (126 km/h) se presentó en los horarios de la tarde (18 horas) en la cobertura Tipo 3 a una altura de 13.13 metros con respecto al piso natural, encontrándose dicha velocidad dentro del rango del mapa eólico que corresponde a la zona del altiplano (130 km/h) lo cual demuestra que los datos mostrados según la NTP E-020 son semejantes a la realidad.
- (2) Los cálculos realizados de forma manual y con el Robot Estructural tienen similitud en sus resultados contando con un rango de varianza menores al 3%, teniendo al Robot Estructural con un mayor resultado que los valores calculados según el RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones - NTP E.020, 2006) concluyendo que dichos coeficientes son aceptables en los 3 tipos de coberturas de menor altura.
- (3) El modelamiento en el Robot Estructural se realizó de manera independiente por cada punto (42 puntos por cobertura), a fin de poder obtener las cargas en cada punto (eje/fila) utilizando las diferentes velocidades obtenidas mediante los anemómetros digitales.
- (4) Como resultado del cálculo estadístico se obtiene que, para todos los casos, existe una correlación entre la acción de la velocidad y la presión del viento en las estructuras, observándose que cada vez que la velocidad del viento se incrementa en 01 km/h, las estructuras experimentan las siguientes variaciones de presión:
Parabólica 0.50 Kg/m².
Dos aguas 0.30 Kg/m².
Un agua 0.21 Kg/m².
- (5) Dando a conocer que la variación de presión de cada estructura depende de la

velocidad de viento según latitud climatológica, temperatura, ubicación geográfica y altura de la estructura.

5 BIBLIOGRAFIA

Adnan Enajar, Ashraf El Damatty, & Ashraf Nassef. (2021). Solución semianalítica para techos a dos aguas bajo cargas de viento ascendente. *Estructuras de Ingeniería*, 1-2

Caracoglia, L., & Jones, N. (2009). Análisis de mediciones de viento y presión a gran escala en un edificio de baja altura. *Revista de Ingeniería Eólica y Aerodinámica Industrial*, 157-173.

Civiles, S. E. (2021). *Cargas mínimas de diseño y criterios asociados para edificios y otras estructuras*. Reston: ASCE.

Hao, Q., & Mark G., S. (2019). Análisis de fragilidad del sistema del revestimiento del techo y cerchas para viviendas contemporáneas australianas sujetas a levantamiento por viento. *Seguridad Estructural*, 2-3.

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: Editorial Mc Graw Hill Education.

Ibarra González, S., & Tapia Hernández, E. (2014). Formación del Mecanismo de Colapso en Torres de Transmisión Ante Viento Intenso. *SOCIDAD MEXICANA DE INGENIERIA ESTRUCTURAL*, 1-4.

INSTAINGENIERIA. (27 de DICIEMBRE de 2020). *INSTAINGENIERIA*. Obtenido de INSTAINGENIERIA: <https://instaingenieria.com/por-que-se-derrumbo-el-puente-tacoma-narrows/>

Li, J., Hu, S., & QS Li. (2021). Estudio comparativo de mediciones de presión del viento a escala real y modelo. *Revista de Ingeniería Eólica y Aerodinámica Industrial*, 1-19.

Lia, Y., & rellingwood, b. (2006). Daños por huracanes en la construcción residencial en los EE. UU.: Importancia de los modelos de incertidumbre en la evaluación de riesgos.

Adnan Enajar, Ashraf El Damatty, & Ashraf Nassef. (2021). Solución semianalítica para techos a dos aguas bajo cargas de viento ascendente. *Estructuras de Ingeniería*, 1-2.

Caracoglia, L., & Jones, N. (2009). Análisis de mediciones de viento y presión a gran escala en un edificio de baja altura. *Revista de Ingeniería Eólica y Aerodinámica Industrial*, 157-173.

Civiles, S. E. (2021). *Cargas mínimas de diseño y criterios asociados para edificios y otras estructuras*. Reston: ASCE.

Hao, Q., & Mark G., S. (2019). Análisis de fragilidad del sistema del revestimiento del techo y cerchas para viviendas contemporáneas australianas sujetas a levantamiento por viento. *Seguridad Estructural*, 2-3.

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: Editorial Mc Graw Hill Education.

Ibarra González, S., & Tapia Hernández, E. (2014). Formación del Mecanismo de Colapso en Torres de Transmisión Ante Viento Intenso. *SOCIDAD MEXICANA DE INGENIERIA ESTRUCTURAL*, 1-4.

INSTAINGENIERIA. (27 de DICIEMBRE de 2020). *INSTAINGENIERIA*. Obtenido de INSTAINGENIERIA: <https://instaingenieria.com/por-que-se-derrumbo-el-puente-tacoma-narrows/>

Li, J., Hu, S., & QS Li. (2021). Estudio comparativo de mediciones de presión del viento a escala real y modelo. *Revista de Ingeniería Eólica y Aerodinámica Industrial*, 1-19.

Lia, Y., & rellingwood, b. (2006). Daños por huracanes en la construcción residencial en los EE. UU.: Importancia de los modelos de incertidumbre en la evaluación de riesgos. *Engineering Structures*, 1009-1018.

López, H., & Godoy, L. (2005). METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE DAÑOS ESTRUCTURALES OCASIONADOS POR VIENTOS HURACANADOS EN EDIFICACIONES INDUSTRIALES. *Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil*, 1-14.

Morón Flores, P., & Milón Zevallos, A. A. (15 de Octubre de 2019). *Repositorio Universidad Católica de Santa María*. Obtenido de Repositorio Universidad Católica de Santa María : <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/9533>

Quiñonez Choquecota, J., Huanca Callata, E., & Holguino Huarza, A. (2019). Caracterización del recurso eólico en la ciudad de Juliaca. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 1-4.

Reglamento Nacional de Edificaciones. (05 de MAYO de 2006). *REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES*. (MVCS, Editor) Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>

Terrés-Nícoli, J., & Mans, C. (2014). Estudio comparativo de aplicación de la norma EN1991-1-4 para el cálculo de la acción del viento en estructuras singulares. *Hormigón y Acero*, 151-156.

ANEXOS

ANEXO A. Evidencia de sumisión a una revista indexada

The screenshot displays the website for 'Revista Ingeniería de Construcción' from the Pontificia Universidad Católica de Chile. The page features a navigation menu with options like 'HOME', 'ACERCA DE', 'BUSCAR', 'ACTUAL', 'ARCHIVOS', and 'PRÓXIMOS ARTÍCULOS'. A search bar is present with the text 'Search Keywords' and a 'Buscar' button. Below the search bar, there are links for 'Enviar Manuscrito', 'Información útil para autores', 'Área personal', and 'Cerrar sesión'. The main content area shows a submission table with the following data:

ID.	DD-MM ENVIAR	SECC	AUTORES/AS	TÍTULO	ESTADO
1553	11-10	INV	ITUSACA MALDONADO, Choquehuanca...	EVALUACIÓN DE LA PRESIÓN DEL VIENTO EN EDIFICIOS DE POCA...	EN REVISIÓN

Below the table, there is a section titled 'Empezar un nuevo envío' with a link 'HAGA CLIC AQUÍ para ir al primer paso del proceso de envío en cinco pasos.' and another section 'Enlaces reback' with a table of links and a 'No hay ningún enlace reback.' message. The right sidebar includes an 'Idioma' section with flags for Spanish and English, a 'Nube de palabras clave' section with terms like 'concreto', 'durabilidad', and 'resistencia a la compresión', and a 'Contenido de la revista' section.

ANEXO B. Cobertura a Una Agua (TIPO 1)



ANEXO C. Cobertura a Dos Aguas (TIPO 2)



ANEXO D. Cobertura Parabolico (TIPO 3)

