



UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS

**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS
TECNOLÓGICAS PARA EL AUMENTO
DE PRODUCTIVIDAD EN FASE DE
TERMINACIONES GRUESAS PARA LA
CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO DE
VIVIENDA.**

**ANDREA PAZ DURÁN PERÉZ
NICOLE VALENTINA MALDONADO COBI**



5 **UNIVERSIDAD ACREDITADA**
Septiembre de 2021 - Septiembre de 2026
Gestión Institucional · Docencia de Pregrado
Investigación · Vinculación con el Medio
años **AVANZADA**

www.ulagos.cl

INSTITUTO TECNOLÓGICO REGIONAL PUERTO MONTT



UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA AUMENTO DE PRODUCTIVIDAD EN FASE DE TERMINACIONES GRUESAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO DE VIVIENDA.

**ANDREA PAZ DURÁN PERÉZ
NICOLE VALENTINA MALDONADO COBI**

2022
INSTITUTO TECNOLÓGICO REGIONAL PUERTO MONTT



**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA AUMENTO DE
PRODUCTIVIDAD EN FASE DE TERMINACIONES GRUESAS PARA LA
CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO DE VIVIENDA.**

**SEMINARIO DE TITULACIÓN FINAL
PARA OPTAR AL TÍTULO DE
CONSTRUTOR CIVIL**

**SR. JESÚS BERTOLO
CHANTENG
PROFESOR GUÍA**

**ANDREA DURÁN PEREZ
NICOLE MALDONADO COBI**

2022

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Cámara Chilena de la Construcción, por brindarnos la oportunidad y la confianza de realizar el estudio de alternativas tecnológicas para aumento de productividad.

Agradecemos a la empresa EBCO y Axis DC, por brindarnos la oportunidad de realizar el siguiente estudio en las dependencias de los respectivos proyectos constructivos, también, por la disponibilidad para el desplazamiento de los equipos al interior de la obra.

También, agradecemos a la empresa Trotec, y a la Constructora Cerro Moreno, por facilitar los equipos deshumidificadores para el desarrollo del estudio en ambas empresas y así poder analizar las respectivas alternativas tecnológicas y su comportamiento in situ.

INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
I. OBJETIVOS.....	3
1.1 OBJETIVO GENERAL	3
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
2.1 PROBLEMÁTICA.....	5
2.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	6
2.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	7
III. MARCO TEÓRICO.....	8
3.1 TIPOS DE HUMEDADES EN OBRA Y CÓMO AFECTAN A LOS EDIFICIOS EN CONSTRUCCIÓN.	9
3.1.1-HUMEDAD EN CONSTRUCCIÓN.	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3.1.2-HUMEDAD POR CONDENSACIÓN, HUMEDAD RELATIVA Y HUMEDAD ABSOLUTA.	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
HUMEDAD POR CONDENSACIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
HUMEDAD RELATIVA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
HUMEDAD ABSOLUTA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TEMPERATURA DE PUNTO DE ROCÍO.	9
RELACIÓN ENTRE LA TEMPERATURA, EL PUNTO DE ROCÍO Y LA HUMEDAD RELATIVA	10
3.1.3-HUMEDAD DE LLUVIA.	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3.1.4-LESIONES POR HUMEDAD Y COMO AFECTA A LOS EDIFICIOS.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3.2 IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA CONSTRUCCIÓN.	17
3.2.1-INCORPORACIÓN DE DESHUMIDIFICADORES COMO NUEVA TECNOLOGÍA PARA LA DISMINUCIÓN DE HUMEDAD EN FASE DE TERMINACIONES GRUESAS.	18
IV.- METODOLOGÍA	20
4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	20

4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	20
4.3 EQUIPOS.....	23
4.3.1-MEDIDOR DE HUMEDAD DE SUPERFICIE (BM40).	23
4.3.2- HIGRÓMETRO.....	24
4.3.3-DESHUMIDIFICADOR (TTK 355 S).	26
4.3.4- DRAGÓN DE CALOR.....	28
4.3.5-TURBO CALEFACTOR DIÉSEL KRAFTER TD50.	30
4.4- UNIDAD DE TRABAJO.	31
.V. - RESULTADOS	37
5.1- ESTUDIO EN TERRENO (OBRA EBCO VALLE VOLCANES).....	38
5.1.1- ANÁLISIS DE DATOS DE OBRA. CONSTRUCTORA EBCO	41
5.2- ESTUDIO EN TERRENO (OBRA AXIS DC ALTOS DE RELONCAVÍ).....	51
5.2.1. ANÁLISIS DE DATOS DE OBRA. CONSTRUCTORA AXIS DC.....	53
5.3- COMPARATIVA DE COSTOS DE USO DE EQUIPOS	60
5.3.1- CONSUMO ENERGÉTICO DEL DESHUMIDIFICADOR.....	61
5.3.2- CONSUMO ENERGÉTICO DEL TURBO CALEFACTOR.....	62
5.3.3- CONSUMO ENERGÉTICO DEL DRAGÓN DE CALOR.....	63
VI- CONCLUSIONES.....	66
BIBLIOGRAFÍA	70
ANEXOS	73

INDICE DE FIGURA

FIGURA 1. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE MURO CON CONTENIDO DE HUMEDAD RETENIDO Y MANCHAS PRODUCIDAS POR EL CONTENIDO DE AGUA EN ELLA.	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
FIGURA 2 REPRESENTACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD POR CONDENSACIÓN EN MUROS.	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
FIGURA 3: REPRESENTACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD POR LLUVIA. .	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
FIGURA 4: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE MURO INTERIOR DE VIVIENDA CON PRESENCIA DE MOHO Y MANCHAS PRODUCIDAS POR HUMEDAD.	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
FIGURA 5: IMAGEN DE PLANTA DE LOS MUROS QUE SE MIDIERON EN TERRENO. LOS MUROS DE COLOR ROJOS SON MUROS DE HORMIGÓN Y LO DE COLOR CELESTE SON LOS MUROS DE VOLCANITA.....	21
FIGURA 6: IMAGEN DE PLATA DE LOS MUROS QUE SE MIDIERON EN TERRENO. LOS MUROS DE COLOR ROJOS SON MUROS DE HORMIGÓN Y LO DE COLOR CELESTE SON LOS MUROS DE VOLCANITA.....	23
FIGURA 7: IMAGEN DEL MEDIDOR DE HUMEDAD DE SUPERFICIE, EN LA CUAL, SOLO SE UTILIZÓ LA OPCIÓN “B7” (CONCRETE) Y “H3” (CHIPBOARD).	24
FIGURA 8: IMAGEN DEL HIGRÓMETRO, EL CUAL, PERMITE LA OBTENCIÓN DE DATOS TALES COMO: TEMPERATURA AMBIENTE, HUMEDAD RELATIVA Y PUNTO DE ROCÍO.....	25
FIGURA 9: EQUIPO DE ESTUDIO DESHUMIDIFICADOR POR CONDENSACIÓN,	27
FIGURA 10: TUBO CALEFACTOR O DRAGÓN DE CALOR, UTILIZADO EN EL ESTUDIO EN LA CONSTRUCTORA AXIS DC, EL CUAL PERMITIÓ REALIZAR EL ESTUDIO EN LOS DEPARTAMENTOS MEDIDOS.	28
FIGURA 11: TURBO CALEFACTOR, MODELO UTILIZADO EN LA CONSTRUCTORA EBCO.....	30
FIGURA 12: TIPOLOGÍA DEL EDIFICIO “E”, CORREONDIENTE AL EDIFICIO DESTINADO AL ESTUDIO. (MODELO DEL DEPARTAMENTO, NUMERACION).	39
FIGURA 13: PLANO DE PLANTA GENERAL EDIFICIO “E”, CORRESPONDIENTE AL PROYECTO VISTA VOLCANES CONSTRUCTORA EBCO (NUMERACION, METROS CUADRADOS)	40
FIGURA 14: PLANTA GENERAL OBRA VISTA VOLCANES CON MARCACIÓN DE MUROS MEDIDOS.	40

FIGURA 15: PLANTA GENERAL OBRA ALTO RELONCAVÍ, CONSTRUCTORA AXIS DC.
.....52

FIGURA 16: ALZADO NORTE Y ALZADO ESTE OBRA ALTO RELONCAVÍ,
CONSTRUCTORA AXIS DC.....52

FIGURA 17: PLANTA DE TABIQUERÍA NIVEL 1 OBRA ALTO RELONCAVÍ,
CONSTRUCTORA AXIS DC.....53

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: DESCRIPCIÓN DE DEPARTAMENTOS MEDIDOS EN LA CONSTRUCTORA EBCO CON EL PROYECTO VALLE VOLCANES (N° DEPARTAMENTO, TIPO, M2, EQUIPO UTILIZADO, ORIENTACIÓN GEOGRÁFICA, HORARIO Y FECHA).....	21
TABLA 2: DESCRIPCIÓN DE DEPARTAMENTOS MEDIDOS EN LA CONSTRUCTORA AXIS DC CON EL PROYECTO ALTOS DE RELONCAVÍ (N° DEPARTAMENTO, TIPO, M ² , EQUIPO UTILIZADO, ORIENTACIÓN GEOGRÁFICA, HORARIO Y FECHA).....	22
TABLA 3: FICHA TÉCNICA DEL HIGRÓMETRO.	25
TABLA 4: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DEL DESHUMIDIFICADOR POR CONDENSACIÓN.....	28
TABLA 5: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL DRAGÓN DE CALOR UTILIZADO EN CONSTRUCTORA AXIS DC.....	29
TABLA 6: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TURBO CALEFACTOR UTILIZADO EN CONSTRUCTORA EBCO.....	31
TABLA 7. TABLA MODELO PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS.....	34
TABLA 8. TABLA DE TOLERANCIA DE HUMEDAD HIGRÓMETRO DE SUPERFICIE	35
TABLA 9: TIPOLOGÍA DEL EDIFICIO “E”, NÚMERO DE DEPARTAMENTOS MEDIDOS Y METROS CUADRADOS.....	38
TABLA 10: DESGLOSE DE DÍAS CON TOMAS DE DATOS EN EL PROYECTO VISTA VOLCANES. CONSTRUCTORA EBCO.	41
TABLA 11 VALORES PROMEDIO POR SUPERFICIE.....	43
TABLA 12: DATOS OBTENIDOS DEL HIGRÓMETRO DE SUPERFICIE, CONSTRUCTORA EBCO, DÍA 13 SEPTIEMBRE.....	44
TABLA 13: VALORES PROMEDIO POR SUPERFICIE. CONSTRUCTORA EBCO DÍA 22 SEPTIEMBRE.....	46
TABLA 14: DATOS OBTENIDOS DEL HIGRÓMETRO DE SUPERFICIE, CONSTRUCTORA EBCO, DÍA 22 SEPTIEMBRE.....	47
TABLA 15: ANÁLISIS COMPARATIVO GENERAL DE LA DISMINUCIÓN DE HUMEDAD EN LAS SUPERFICIES.	50
TABLA 16 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA DISMINUCIÓN DE HUMEDAD EN LAS SUPERFICIES, DÍAS 4 – 5 DE OCTUBRE.	50
TABLA 17: TIPOLOGÍA DE LA TORRE 1, NÚMERO DE DEPARTAMENTOS MEDIDOS Y METROS CUADRADOS.....	51
TABLA 18: DESGLOSE DÍAS CON TOMAS DE DATOS, PROYECTO ALTO DE RELONCAVI CONSTRUCTORA AXIS DC	53

TABLA 19: VALORES PROMEDIO POR SUPERFICIE.....	54
TABLA 20: DATOS OBTENIDOS DEL HIGRÓMETRO DE SUPERFICIE, OBRA ALTO DE RELONCAVI DÍA 22 NOVIEMBRE.	55
TABLA 21: VALORES PROMEDIO POR SUPERFICIE, DÍA 22 NOVIEMBRE CONSTRUCTORA AXIS DC.....	57
TABLA 22: DATOS OBTENIDOS DEL HIGRÓMETRO DE SUPERFICIE, OBRA ALTO DE RELONCAVI DÍA 24 NOVIEMBRE.	58
TABLA 23: RELACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA AMBIENTE, HUMEDAD RELATIVA, Y TEMPERATURA DEL PUNTO DE ROCÍO CONSTRUCTORA AXIS DC.	60
TABLA 24: CONSUMO ENERGÉTICO DEL DESHUMIDIFICADOR Y COSTO POR 1 MES DE USO.....	61
TABLA 25: CONSUMO ENERGÉTICO DEL TURBO CALEFACTOR Y COSTO POR 1 MES DE USO.....	62
TABLA 26: CONSUMO DE DIÉSEL EN LITROS Y COSTO POR EL USO DEL TURBO CALEFACTOR.	63
TABLA 27: CONSUMO ENERGÉTICO DEL DRAGÓN DE CALOR Y COSTO POR 1 MES DE USO.	63
TABLA 28: CONSUMO DE DIÉSEL EN LITROS Y COSTO POR EL USO DEL TURBO CALEFACTOR.	64
TABLA 29: RESUMEN CONSUMO EQUIPOS.	65

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. COMPORTAMIENTO DEL VAPOR DE AGUA CON RESPECTO A LA TEMPERATURA.	10
GRÁFICO 2: COMPORTAMIENTO PROMEDIO ENTRE LA HUMEDAD RELATIVA Y A TEMPERATURA.	15
GRÁFICO 3: RELACIÓN TEMPERATURA – HUMEDAD RELATIVA AMBIENTE.	45
GRÁFICO 4: DELTA DE TEMPERATURA ENTRE LA TEMPERATURA AMBIENTE Y EL PUNTO DE ROCÍO.	45
GRÁFICO 5: RELACIÓN TEMPERATURA AMBIENTE – HUMEDAD RELATIVA, CONSTRUCTORA EBCO, DÍA 22 SEPTIEMBRE.	48
GRÁFICO 6: GRÁFICO COMPORTAMIENTO DEL DELTA DE TEMPERATURA, CONSTRUCTORA EBCO, DÍA 22 SEPTIEMBRE.	49
GRÁFICO 7: RELACIÓN HUMEDAD RELATIVA – TEMPERATURA TARDE NOCHE DEL 22 NOVIEMBRE.	56
GRÁFICO 8: RELACIÓN TEMPERATURAS AMBIENTE Y DE PUNTO DE ROCÍO CON RESPECTO A LA HUMEDAD RELATIVA.	56
GRÁFICO 9: RELACIÓN ENTRE HUMEDAD RELATIVA Y TEMPERATURA AMBIENTE, DÍA 24 NOVIEMBRE, CONSTRUCTORA AXIS DC.	59
GRÁFICO 10: RELACIÓN ENTRE HUMEDAD RELATIVA Y TEMPERATURA AMBIENTE, DÍA 24 NOVIEMBRE, CONSTRUCTORA AXIS DC.	59

INDICE ANEXOS

ANEXO 1. MEDICIÓN CONSTRUCTORA EBCO, FECHA 13 SEPTIEMBRE 2022....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXO 2. MEDICIÓN CONSTRUCTORA EBCO, FECHA 14 SEPTIEMBRE 2022.....	75
ANEXO 3. MEDICIÓN CONSTRUCTORA EBCO, FECHA 20 SEPTIEMBRE 2022....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXO 4. MEDICIÓN CONSTRUCTORA EBCO, FECHA 21 SEPTIEMBRE 2022....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXO 5. MEDICIÓN CONSTRUCTORA EBCO, FECHA 22 SEPTIEMBRE 2022....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXO 6. MEDICIÓN CONSTRUCTORA EBCO, FECHA 213 SEPTIEMBRE 2022..	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXO 7. MEDICIÓN CONSTRUCTORA EBCO, FECHA 26 - 27 SEPTIEMBRE 2022	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

ANEXO 8. MEDICIÓN CONSTRUCTORA EBCO, FECHA 22 SEPTIEMBRE 2022.... **¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

ANEXO 9. MEDICIÓN CONSTRUCTORA EBCO, FECHA 03 OCTUBRE 2022... **¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

ANEXO 10. MEDICIÓN CONSTRUCTORA EBCO, FECHA 04 OCTUBRE 2022. **¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

ANEXO 11. MEDICIÓN CONSTRUCTORA EBCO, FECHA 05 OCTUBRE 2022 **¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

ANEXO 12. MEDICIÓN CONSTRUCTORA EBCO, FECHA 11, 14, 12 OCTUBRE 202276

ANEXO 13. MEDICIÓN CONSTRUCTORA EBCO, DESHUMIDIFICADOR FECHA 12 – 13 – 14 SEPTIEMBRE 202277

ANEXO 14. MEDICIÓN CONSTRUCTORA EBCO, DESHUMIDIFICADOR FECHA 22 – 23 – 26 SEPTIEMBRE 2022**¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

ANEXO 15. MEDICIÓN CONSTRUCTORA EBCO, DESHUMIDIFICADOR FECHA 27 SEPTIEMBRE 2022**¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

ANEXO 16. MEDICIÓN CONSTRUCTORA EBCO, DESHUMIDIFICADOR FECHA 28 SEPTIEMBRE 2022**¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

ANEXO 17. MEDICIÓN CONSTRUCTORA EBCO, DESHUMIDIFICADOR FECHA 29 SEPTIEMBRE 2022**¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

ANEXO 18. MEDICIÓN CONSTRUCTORA EBCO, DESHUMIDIFICADOR FECHA 30 SEPTIEMBRE – 1 OCTUBRE 2022.....**¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

ANEXO 19 MEDICIÓN CONSTRUCTORA EBCO, DESHUMIDIFICADOR FECHA 3 - 4 OCTUBRE 2022**¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

ANEXO 20. MEDICIÓN CONSTRUCTORA EBCO, DESHUMIDIFICADOR FECHA 5 OCTUBRE 2022**¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

ANEXO 21. MEDICIÓN CONSTRUCTORA EBCO, DESHUMIDIFICADOR FECHA 6 OCTUBRE 2022**¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

ANEXO 22. MEDICIÓN CONSTRUCTORA EBCO, DESHUMIDIFICADOR FECHA 7 OCTUBRE 2022**¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

ANEXO 23. MEDICIÓN CONSTRUCTORA EBCO, DESHUMIDIFICADOR FECHA 8 OCTUBRE 2022**¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

ANEXO 24. MEDICIÓN CONSTRUCTORA EBCO, DESHUMIDIFICADOR FECHA 9 OCTUBRE 2022**¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

ANEXO 25. MEDICIÓN CONSTRUCTORA EBCO, DESHUMIDIFICADOR FECHA 10 OCTUBRE 2022	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXO 26. MEDICIÓN CONSTRUCTORA EBCO, DESHUMIDIFICADOR FECHA 11 OCTUBRE 2022	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXO 27. MEDICIÓN CONSTRUCTORA EBCO, DESHUMIDIFICADOR FECHA 12 - 13 OCTUBRE 2022	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXO 28. RESUMEN DE VALORES MÁXIMOS, MÍNIMOS Y PROMEDIO DE TEMPERATURA AMBIENTE, % DE HUMEDAD Y TEMPERATURA DE ROCÍO OBTENIDOS CON EL HIGRÓMETRO DE AMBIENTE. CONSTRUCTORA EBCO.....	78
ANEXO 29. MEDICIÓN CONSTRUCTORA AXIS, FECHA 22 NOVIEMBRE 2022.....	79
ANEXO 30. MEDICIÓN CONSTRUCTORA AXIS, FECHA 23 - 24 NOVIEMBRE 2022.....	80
ANEXO 31. MEDICIÓN CONSTRUCTORA AXIS, FECHA 28 NOVIEMBRE Y 1 DICIEMBRE 2022	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXO 32. MEDICIÓN CONSTRUCTORA AXIS, DESHUMIDIFICADOR FECHA 22 NOVIEMBRE 2022 ..	81
ANEXO 33. MEDICIÓN CONSTRUCTORA AXIS, DESHUMIDIFICADOR FECHA 23 NOVIEMBRE 2022 ..	82
ANEXO 34. MEDICIÓN CONSTRUCTORA AXIS, DESHUMIDIFICADOR FECHA 24 NOVIEMBRE 2022 ..	83
ANEXO 35. MEDICIÓN CONSTRUCTORA AXIS, DESHUMIDIFICADOR FECHA 25 NOVIEMBRE 2022	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXO 36. MEDICIÓN CONSTRUCTORA AXIS, DESHUMIDIFICADOR FECHA 26 NOVIEMBRE 2022	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXO 37 MEDICIÓN CONSTRUCTORA AXIS, DESHUMIDIFICADOR FECHA 27 NOVIEMBRE 2022	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXO 38 MEDICIÓN CONSTRUCTORA AXIS, DESHUMIDIFICADOR FECHA 28 NOVIEMBRE 2022	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXO 39. MEDICIÓN CONSTRUCTORA AXIS, DESHUMIDIFICADOR FECHA 29 NOVIEMBRE 2022	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXO 40. MEDICIÓN CONSTRUCTORA AXIS, DESHUMIDIFICADOR FECHA 30 NOVIEMBRE 2022	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXO 41. MEDICIÓN CONSTRUCTORA AXIS, DESHUMIDIFICADOR FECHA 1 DICIEMBRE 2022	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXO 42. MEDICIÓN CONSTRUCTORA AXIS, DESHUMIDIFICADOR FECHA 2 DICIEMBRE 2022	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

ANEXO 43. MEDICIÓN CONSTRUCTORA AXIS, DESHUMIDIFICADOR FECHA 3 DICIEMBRE 2022
.....**¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

ANEXO 44. MEDICIÓN CONSTRUCTORA AXIS, DESHUMIDIFICADOR FECHA 4 DICIEMBRE 2022
.....**¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

ANEXO 45 MEDICIÓN CONSTRUCTORA AXIS, DESHUMIDIFICADOR FECHA 5 DICIEMBRE 2022
.....**¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

ANEXO 46. RESUMEN DE VALORES MÁXIMOS, MÍNIMOS Y PROMEDIO DE TEMPERATURA AMBIENTE,
% DE HUMEDAD Y TEMPERATURA DE ROCÍO OBTENIDOS CON EL HIGRÓMETRO DE AMBIENTE.
CONSTRUCTORA AXIZ DC..... 84

RESUMEN

El desarrollo de esta investigación consiste en la realización de un estudio que pretende aumentar la productividad en las obras en fase de terminaciones para la construcción de edificación, el muestreo de trabajo se ejecutara en terreno, analizando los cambios de temperatura y humedad de las superficies de los departamentos en rondas realizadas cada 1 hora, con el fin de obtener información sobre el comportamiento de la humedad de las superficies a partir de los distintos equipos de medición utilizados en terreno.

Como punto de partida para el planteamiento de las estrategias es poder mejorar la productividad de cada partida a desarrollar, para así presentar una metodología que mejore el desempeño de las actividades de terminación gruesa en la construcción de edificios. Este estudio nace como una iniciativa de parte de la CChC de Puerto Montt, en conjunto a la Corporación de Desarrollo Tecnológico y la Universidad de Los Lagos, con el objetivo de analizar y disponibilizar hacia los socios, de nuevos elementos tecnológicos que permitan mejorar los niveles actuales de productividad, empleando para ello soluciones y alternativas a las actuales utilizados en fase húmeda de terminaciones gruesas en obras de edificación.

La hipótesis a validar es el beneficio en ahorro de tiempos, combustible y energía, utilizando nuevas soluciones tecnología implementada en comparación a las metodologías actuales, para acelerar el secado de los proyectos.

El estudio se llevó a cabo en las obras Vista Volcanes de la Constructora Ebco, ubicada en Valle Volcanes, y en la obra Altos de Reloncaví de la Constructora Axis DC, ambas ubicadas en la ciudad de Puerto Montt.

Los resultados del estudio evidencian las variaciones que se obtiene a través de las mediciones, referente a la humedad relativa, temperatura punto de rocío y temperatura ambiente que existe en cada departamento donde se midió. Igualmente determinar la posible disminución de tiempo, costo y consumo de energía.

INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción se ha visto obligada a lo largo de los años, adoptar las nuevas tecnologías y así incrementar el desarrollo del país. A raíz de esto, se han podido obtener herramientas eficientes y de apoyo al avance productivo del desempeño laboral.

La región de los lagos es una de las regiones con condiciones climáticas evidentemente desfavorables al desempeño constructivo, lo cual, genera de manera abrupta retrasos en las diversas partidas siendo una de las más recurrentes las continuas precipitaciones producidas en la zona, por lo cual, la industria de la construcción se ha visto en la necesidad de utilizar tecnologías de apoyo al secado de las estructuras, para así lograr un avance productivo en los tiempos estimados del proyecto.

Las nuevas tecnologías han permitido dar paso a la aparición de productos para el desarrollo constructivo de obra, una de estas tecnologías industriales son los Deshumidificadores, el cual, permite acelerar los procesos de secado de las superficies de los departamentos a través de proceso de condensación que ocurre dentro del equipo, por el cual entra aire húmedo condensándose la humedad, quedando las partículas de agua que se generan dentro del recipiente que posee el equipo saliendo aire seco. La investigación va a determinar de manera cuantitativa que tan eficiente es no, el uso de este y otros equipos en comparación a los métodos tradicionales de secado. Además, pretende entregar un análisis de costo, que ayude a determinar qué solución utilizar según las condiciones de las obras.

I. OBJETIVOS

1.1 Objetivo General

Estudiar las diferentes alternativas en equipos de secado para mejorar el rendimiento y productividad en obras de construcción.

1.2 Objetivos específicos

- Analizar diferentes equipos tecnológicos como solución de apoyo al secado de las superficies de terminaciones gruesas en la región.
- Comparar los beneficios de la utilización de los deshumidificadores y cañones de calor como solución para disminuir los tiempos de ejecución, aumentando la productividad en las obras de construcción.
- Evaluar comparativamente los gastos económicos que implica la utilización de estas soluciones tecnológicas, como solución para disminuir la humedad en la ejecución de las obras.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La humedad ha provocado que las empresas constructoras se vean en la obligación de incorporar alternativas que aceleren los procesos de secado en etapas de terminaciones gruesas e incluso para iniciar la fase de terminaciones finas. Es por ello que las nuevas tecnologías, equipos y maquinarias, se presentan como caminos claves para lograr el correcto desempeño constructivo.

La humedad aumenta la aparición de patologías en la edificación las cuales, se transforman en un problema constructivo habitual, generalmente se identifica en etapas de proyectos y de ejecución.

Pero, ¿Como afecta la humedad al proceso constructivo?

La humedad es una situación no visible a la vista humana, pero se encuentra presente en las estructuras constructivas, debido a que, en el proceso de edificación aparecen condiciones climáticas adversas que aumentan el índice de humedad en los materiales. Provocando que estas soluciones no se encuentren en condiciones óptimas para la iniciación de las partidas posteriores.

Al producirse este aumento de humedad en las superficies, las empresas constructoras se han visto en la necesidad de incrementar el secado de las áreas construidas, a través de distintas alternativas tecnológicas con la finalidad de reducir los tiempos de secado, así mismo aumentar la productividad y conservar la calidad de las obras.

Ante esta necesidad la siguiente investigación dará a conocer los beneficios o no, de la incorporación del deshumidificador industrial, el cual, promueve el secado de los diferentes espacios en fase de terminación gruesa ayudando aminorar los tiempos de secado, aumentando la productividad, disminuyendo la humedad de un recinto, y aumentando el ahorro energético por su utilización.

2.1 Problemática

La construcción se ve directamente afectada, debido a las condiciones climáticas adversas que producen por un aumento significativo de humedad de las superficies construidas. La Región de Los Lagos no se encuentra indiferente a este problema. Considerando que es una de las regiones de Chile con mayores índices de humedad en el año.

Esto, ha provocado que las empresas constructoras se vean directamente afectadas por esta condición climática, a través de:

- Aumento en el proceso de secado de la estructura: Debido al contenido de humedad retenido en los materiales a utilizar en faena, el método de secado natural no logra ser eficaz en su desempeño, debido a no poder tener la estructura disponible en los tiempos que se requiere.
- Aumento en el tiempo para la iniciación de partidas posteriores; dado que, al retrasar las faenas de terminación gruesa, el secado de las superficies se verá directamente afectadas para las labores de terminaciones finas. Debido a que las superficies no se encuentran apta para la iniciación de la partida posterior, afectando así los tiempos para la ejecución de la obra.
- Irregularidades en la programación inicial de la obra: toda obra de construcción cuenta con una programación inicial y tiempos destinados para la realización de los trabajos, debido al contenido de humedad retenido en las soluciones constructivas estas programaciones se ven afectadas por el incremento del tiempo para culminar el secado estructural. (en mayor o menor proporción)

Es por ello, las empresas constructoras se ven obligadas a adoptar medidas para acelerar los procesos de secado, en la actualidad se dispone de equipos que ayudan al proceso de secado, tal como lo son los dragones de calor (a gas o combustible), ahora se dispone de deshumidificadores por condensación.

La investigación expondrá cómo funcionan, cuál es su rendimiento, y así poder dar un análisis que ayuda a las empresas constructoras a determinar qué equipo es más recomendable para la ejecución de sus obras.

2.2 Delimitación del Problema

En solución a la problemática de la humedad en obra, se procederá a realizar una comparativa de los métodos utilizados para el secado de las superficies de terminación gruesa (Dragones de calor y secado natural), en comparación al deshumidificador.

El deshumidificador es un equipo que se encuentra en fase en inserción al rubro constructivo en Chile, con este estudio se dará a conocer cómo se utiliza el equipo, cuál es su desempeño en terreno (in situ), se entregarán datos obtenidos con la utilización del equipo, gastos de consumo energético y cuál es el tiempo en que logra dejar un recinto en las condiciones adecuadas para la iniciación de las partidas posteriores.

El siguiente estudio se realizará de manera in situ en dos obras de construcción (Valle Volcanes de la constructora Ebco y Altos de Reloncaví de la constructora Axis DC), en las cuales, se procedió a realizar mediciones diarias que facilitarán la obtención de datos entregados por los equipos en estudio.

Los equipos dispondrán de recintos (departamentos), en proceso de terminación gruesa, cada departamento cuenta con distintos modelos y superficies en metros cuadrados, no tienen la misma orientación geográfica y tampoco disponen de la misma altura (edificios de 4-5 pisos). Los equipos funcionaran de manera diaria, y se medirá su comportamiento de humedad cada 1 hora aproximadamente.

2.3 Justificación del Problema

La implementación de los equipos como el deshumificador y el dragón de calor, nos ayudara con la disminución de humedad de las superficies de las dos obras que visitamos en terreno, de esta manera podremos obtener los datos confiables a través de los instrumentos adicionales instalados, como el higrómetro de ambiente e higrómetro de superficie, midiendo los muros de hormigón y de volcánita in situ.

El siguiente estudio va dirigido al aumento de la productividad en obra disminuyendo los tiempos de secado en fase de terminación gruesa, realizando un análisis comparativo que permita ver qué equipo es recomendable para dar solución a las necesidades de las empresas del área de la construcción a la problemática existente con la presencia de humedad en los procesos constructivos.

Este estudio se realizó en conjunto con la Cámara Chilena de la Construcción, Corporación de Desarrollo Tecnológico y la Universidad de Los Lagos.

Los equipos de estudio fueron facilitados por la empresa Trotec y empresas socias de la Cámara Chilena de la Construcción, el espacio físico de estudio fue en las obras Valle Volcanes (constructora Ebco) y Altos de Reloncaví (constructora Axis DC).

III. MARCO TEÓRICO.

Según la definición que realiza el estudio Humedades en Edificación (Pipiraite, 2017)

Definición.

El agua que se encuentra en los elementos del edificio, en forma de humedad, a lo largo del proceso constructivo. Debido a la presencia de este componente, se ven afectadas las características físicas de los materiales de construcción y puede producir unos cambios negativos en ellos hasta llegar a su destrucción.

Por lo que se puede clasificar según la manera en la que está contenida el agua en los materiales, que sería la siguiente:

- Químicamente combinada: Es el agua necesaria para preparar los diferentes materiales constructivos o estructurales como podría ser el hormigón, mortero de cemento, yeso, etc.
- Agua absorbida: Los elementos tienen la tendencia a aspirar el agua. Esta humedad la pueden absorber hasta el entumecimiento máximo de los mismos.
- Agua capilar: Es agua que se filtra por la estructura porosa del material, cuanto más poroso y permeable es, mayor es el contenido del agua. Todo lo contrario, a un material poco poroso e impermeable.
- Agua adherida: Es el agua que se puede eliminar del material con dejarla escurrir o con procedimientos de secado.

Después de haber visto las diferentes maneras en las que se puede encontrar el agua en los materiales, al respecto se debe tener en cuenta las siguientes cuestiones:

- Antes de la ejecución de la obra: Recibir los materiales en su humedad de equilibrio.
- En la ejecución de la obra: Controlar la cantidad del agua, para no excederse y proporcionar los tiempos adecuados del secado y su facilidad.
- En una obra nueva o rehabilitada: Comprobar que el ambiente tenga una humedad correcta para el confort e higiene del interior.

Esta definición que se realizó detallada de la humedad en obra, hace referencia de que es difícil que desaparezca la humedad desde su origen, pero si se mantiene un buen manejo de

la preparación, la mantención y ejecución durante el proceso constructivo podemos llegar a que la humedad no llega afectar de manera invasiva al material y a la superficie como tal.

3.1 Tipos de humedades en obra y cómo afectan a los edificios en construcción.

La mayor parte de los daños que aparecen en los edificios están relacionados con el agua. Hablamos de lesiones por humedades en los materiales, las cuales se deben de tratar como lesiones en sí mismas o como causa de determinados procesos de deterioro.

Por un motivo o por otro, la presencia de humedades no controladas debe limitarse y darle la importancia que se merece. Mediante el correcto diseño y ejecución de la realización de tareas periódicas de mantenimiento o de reparación, incluso sustitución con la utilización de equipos que se utilizando dentro del proyecto.

La real academia española define que humedad es el agua que se encuentra impregnada a un cuerpo o que vaporizada se mezcla con el aire.

La humedad se encuentra en gran parte de nuestro entorno, ya sea, espacios abiertos o cerrados especialmente en viviendas habitacionales e incluso en exceso si esta no dispone de ventilación, la humedad será un problema si se presenta y no se toman medidas preventivas para evitar su propagación.

De acuerdo a su naturaleza, la humedad puede clasificarse en los siguientes tipos:

1. Humedad de construcción.
2. Humedad de condensación.
3. Humedad de lluvia.
4. Humedad accidental.
5. Humedad proveniente del suelo o por ascensión capilar.

Temperatura de punto de rocío.

El punto de rocío es la temperatura a la que se forma el rocío (condensación) y es una medida de la humedad atmosférica. Esta es la temperatura a la que se debe enfriar el aire a presión y contenido de agua constantes para alcanzar la saturación. Los puntos de rocío se expresan en temperatura. Los puntos de rocío más altos se correlacionan con un mayor contenido de humedad, también conocida como humedad absoluta.

El punto de rocío representa la temperatura más baja a la que se puede enfriar el aire con valores específicos de temperatura y humedad relativa (HR). En el punto de rocío, el aire tiene una humedad relativa de 100% y un enfriamiento adicional produce condensación en lugar de reducir la temperatura del aire.

Relación entre la temperatura, el punto de rocío y la humedad relativa.

La humedad se define como la cantidad de vapor de agua contenido en el aire

La humedad atmosférica varía con la altitud, la temperatura y las características geográficas, en los niveles más bajos, el aire puede contener hasta un 3% de vapor de agua por unidad de volumen; ahora bien la cantidad de vapor de agua que puede contener un cierto volumen de aire depende principalmente de su temperatura de tal forma que a mayor temperatura el aire puede contener mayor cantidad de vapor de agua, mientras que a menor temperatura el aire tiene una menor capacidad de contener vapor de agua.

A continuación, podemos una tabla que relaciona la cantidad de vapor de agua en gramos por m^3 que puede contener el aire a una cierta temperatura de acuerdo con esto a $30^{\circ}C$ el aire tiene la capacidad de contener hasta 28 g de vapor de agua por m^3 de aire. Así mismo si reducimos la temperatura del aire a $20^{\circ}C$ el aire tiene la capacidad de contener tan solo 15g de vapor de agua. De la misma manera si la temperatura se del aire se disminuye a $10^{\circ}C$ tan solo presenta la capacidad de contener 8g por m^3 de vapor de agua.

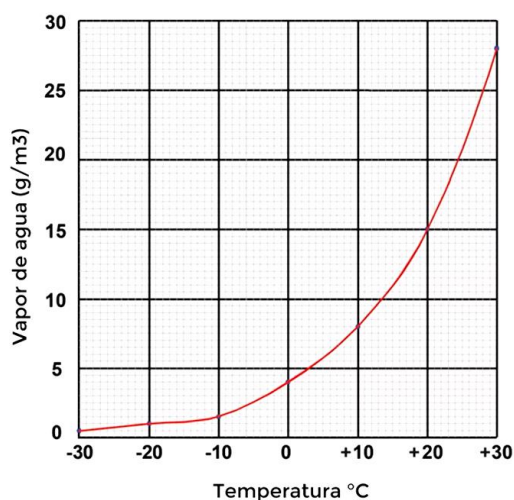


Gráfico 1. Comportamiento del vapor de agua con respecto a la temperatura.

Ahora bien, que sucede cuando el aire no puede contener más vapor de agua, es decir que pasa cuando ha llegado a su límite en ese caso el aire se encuentra saturado, es decir cuando un volumen de aire a una cierta temperatura no puede contener más vapor de agua, se dice que está saturado.

Resumiendo, contenido de vapor de agua en el aire entonces se puede expresar de diferentes formas:

- Humedad Absoluta: Cantidad de vapor de agua en gramos por metro cubico de aire seco.
- Humedad especifica: Cantidad de vapor de agua n gramos por kg de aire húmedo.
- Presión de Vapor: Presión parcial ejercida por el vapor de agua en el aire.
- Humedad Relativa: Cantidad de vapor de agua contenida en el aire en relación a la cantidad máxima que puede contener a una cierta temperatura.
- Punto de rocío: Temperatura a la cual se debe enfriar el aire para que se sature.

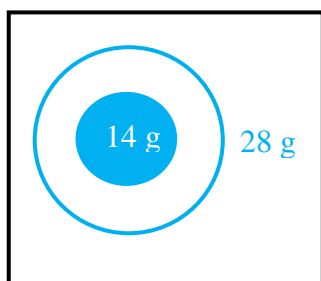
Ahora bien, la humedad absoluta, la humedad especifica y la presión de vapor son conceptos utilizados principalmente en laboratorios donde se manejan volúmenes controlados sin embargo los conceptos de humedad relativa y punto de rocío algunos de los conceptos que veremos con mayor detenimiento en el presente trabajo.

La humedad relativa normalmente se expresa por su abreviatura en inglés como RH y corresponde a la relación entre la cantidad de vapor de agua contenido en el aire y la cantidad máxima que puede contener a esa temperatura, expresado como un porcentaje.

$$RH = \frac{\text{Humedad actual}}{\text{Humedad máxima posible}} \times 100$$

Veámoslo con un ejemplo:

Supongamos que tenemos 1m³ de aire a una temperatura de 30°C, según la tabla anterior este volumen de aire es capaz de contener hasta 28g de vapor de agua, supongamos que el aire en ese momento solo contiene 14g de vapor de agua,

1 m³ de aire

30 °C

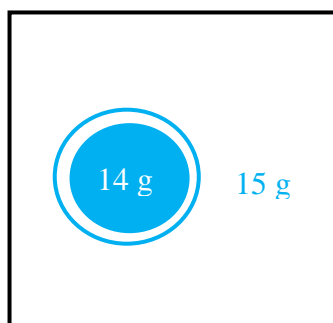
$$RH = \frac{\text{Humedad actual}}{\text{Humedad máxima posible}} \times 100$$

$$RH = \frac{14 \text{ g/m}^3}{28 \text{ g/m}^3} \times 100$$

$$RH = 50\%$$

Es decir, el aire contiene la mitad del vapor de agua que podría llegar a contener, es decir la humedad relativa no mide directamente la cantidad de humedad sino la relación entre la humedad actual y la humedad máxima posible a una cierta temperatura.

Ahora bien, supongamos el mismo volumen de 1m³, pero en esta ocasión a 20°C, lo que significa que el aire puede contener una menor cantidad de vapor de agua en este caso tan solo puede contener 15g, digamos ahora que este volumen de aire contiene 14g de vapor de agua

1 m³ de aire

30 °C

$$RH = \frac{\text{Humedad actual}}{\text{Humedad máxima posible}} \times 100$$

$$RH = \frac{14 \text{ g/m}^3}{15 \text{ g/m}^3} \times 100$$

$$RH = 93\%$$

Como se puede apreciar la cantidad de vapor de agua contenida en el aire es exactamente la misma en ambos casos que sería de 14g por m³ sin embargo el valor de la humedad relativa cambia debido a que cambió la capacidad del aire de contener vapor de agua justamente debido al cambio de temperatura, ya que no es lo mismo una relación de 20 a 14 que tenemos a 30°C a una relación 15 a 14 que se obtiene a 20°C.

Ahora bien, si como se ha dicho anteriormente, cuando la humedad relativa alcanza el 100% significa que tenemos aire saturado a 20°C que puede contener 15g por m³ de vapor de agua y contiene exactamente 15g de vapor de agua significa que tenemos una HR del 100% y por lo tanto a partir de ese punto el vapor de agua empezará a condensarse en agua líquida sobre la superficie más cercana disponible.

Ahora como podemos inferir, el valor de la HR puede cambiar dependiendo de la temperatura o de la cantidad de vapor de agua contenida en el aire, por ejemplo, si este volumen de aire aumenta su temperatura, significa que podrá aumentar su capacidad de contener vapor de agua, lo cual hará que la humedad relativa sea menor; mientras que por otro lado si este volumen de aire disminuye su temperatura significa que se reduce su capacidad de contener vapor de agua, lo cual hará que la humedad relativa aumente, en este caso de cambio de temperatura la cantidad real de vapor de agua contenida en el volumen de aire es constante lo que cambia realmente es la capacidad del aire de contener vapor de agua; un caso contrario sería un cambio en la cantidad real de vapor de agua.

Supongamos que tenemos un volumen de aire a temperatura constante y empezamos a aportar humedad, en este caso que la temperatura permanece constante, la capacidad del aire de contener vapor de agua aumenta.

Veamos ahora lo referente al punto de rocío, que viene del inglés new point y se abrevia como DP, este corresponde a la temperatura a la cual se debe enfriar un volumen de aire para que alcance la saturación, es decir que alcance una humedad relativa del 100%; es decir supongamos un m³ de aire a una temperatura de 30°C con lo cual según la tabla vista a esa temperatura puede llegar a contener hasta 28g de vapor de agua, sin embargo supongamos que este volumen de aire contiene solamente 8g de vapor de agua, dando como resultado una humedad relativa del 29%, según o visto si la temperatura cambia la humedad relativa también va a cambiar, por ejemplo si la temperatura del aire baja a 20°C la capacidad de contener vapor de agua se reduce a 15g dando una humedad relativa del 53%, desde este punto de vista la pregunta es hasta que temperatura debemos enfriar el aire para que alcancemos una humedad relativa del 100%, pues bien ya que la cantidad de vapor de agua contenida en el aire es de 8g podemos observar en la tabla que para que 8g

obtenemos la saturación el aire debe de enfriarse hasta los 10°C, ya que a 8g la capacidad del aire de contener vapor de agua será exactamente de 8g, obteniendo así una humedad del 100%, es por esto que decimos que el punto de rocío es de 10°C.

De acuerdo con esto podemos inferir que si la temperatura actual y el punto de rocío están muy alejados esto indicará una baja humedad relativa, mientras que, si la temperatura actual y el punto de rocío están muy cerca, esto indica un alto valor de humedad relativa.

Así por ejemplo en el caso anterior en donde la temperatura es de 30°C y el punto de rocío es de 10g, la diferencia entre estas dos temperaturas es muy alta, en este caso de 20°C, lo cual nos indica una humedad relativa bastante baja, pues el aire está muy lejos de saturarse ya que para alcanzar una humedad relativa del 100% el aire tendría que enfriarse de 30°C a 10°C.

Por otro lado, supongamos que tenemos una temperatura de 30°C y un punto de rocío de 29°C, aquí la diferencia entre estas dos temperaturas es bastante pequeña, solo de 1°C lo cual nos indica una humedad relativa bastante alta pues el aire está a punto de saturarse, ya que la temperatura solo debería de enfriarse de 30°C a 29°C, para alcanzar una humedad del 100%; con esto podemos deducir que cuando la temperatura y el punto de rocío son iguales esto indica que el aire está saturado (RH = 100%).

Bajo esta condición el vapor de agua comenzará a condensarse en agua líquida sobre las superficies más cercanas

Veamos entonces como se relaciona la temperatura el punto de rocío y la humedad relativa.

Supongamos que tenemos 1m³ de aire a una temperatura de 30°C, donde la cantidad máxima de vapor de agua que se puede contener es de 28g y supongamos que realmente contiene 8g lo cual nos da como resultado una humedad relativa de 29%; y un punto de rocío de 10°C. Bajo estas condiciones si la temperatura empieza a disminuir la humedad relativa empieza a aumentar hasta que alcance la temperatura del punto de rocío y por lo tanto el aire se satura; ahora por el contrario si la temperatura empieza a aumentar la humedad relativa va a empezar a disminuir progresivamente, hasta este punto solo hemos cambiado la temperatura del aire.

Veamos ahora que sucede si mantenemos la temperatura constante y cambiamos la cantidad de vapor de agua en el aire; si aumentamos la humedad relativa el punto de rocío igualmente aumentará progresivamente hasta alcanzar la saturación; mientras que por otro lado si la cantidad de vapor de agua empieza a disminuir tanto la humedad relativa como el punto de rocío comenzaran a reducirse.

Es por ello que el comparar el punto de rocío y la temperatura ambiente es un buen método para determinar qué tan cerca está el aire de saturarse.

La humedad varía principalmente con la temperatura a lo largo del día dando como resultado un gráfico como este

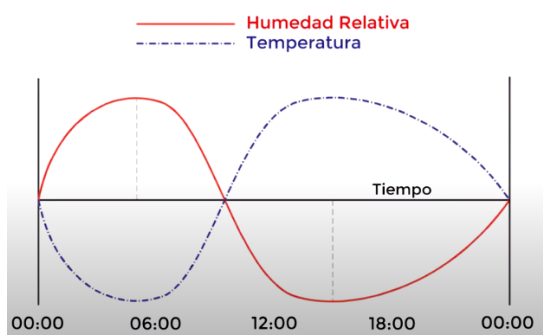


Gráfico 2: Comportamiento promedio entre la humedad relativa y a temperatura.

donde se puede observar que la temperatura y la humedad se comportan de manera opuesta, pues en el momento que obtenemos la menor temperatura del día es el momento en el cual obtenemos los valores de mayor humedad relativa, debido a que cuando la temperatura disminuye la humedad relativa aumenta. Pues la capacidad del aire de contener vapor de aire es menor y por lo tanto el aire se acerca a la saturación.

De forma contraria en los momentos que obtenemos la temperatura más alta del día es también el momento en el cual la humedad es más baja esto sucede debido a que cuando la temperatura aumenta la capacidad del aire de contener vapor de aire también aumenta haciendo que la humedad relativa también disminuya y por lo tanto el aire se aleje de la saturación.

Es importante aclarar que este es el comportamiento natural de la humedad, sin embargo, factores tales como la precipitación, o la evaporación de ciertos cuerpos de agua pueden que la humedad se comporte de forma ligeramente distinta.

Es conocido que para la correcta ejecución de las faenas de terminación se necesario poder contar con unas condiciones ambientales óptimas en cada uno de los departamentos u obras a trabajar. Estas condiciones ambientales son esenciales para la preparación de la superficie, la aplicación y el curado de los distintos revestimientos y recubrimientos para maximizar su rendimiento.

La preparación de la superficie y la aplicación de revestimientos y recubrimientos deben realizarse en condiciones ambientales óptimas para ayudar a prevenir fallos posteriores evitando con ellos rehacer trabajos innecesariamente, para ellos se deben observar, controlar fundamentalmente:

- Temperatura del aire
- Temperatura de la superficie
- Humedad relativa (HR)
- Temperatura del punto de rocío
- Delta o diferencia entre las temperaturas de la superficie y del punto de rocío

Es de sobra conocido que la mayoría de los revestimientos no se secan correctamente a bajas temperaturas y con una elevada humedad relativa (HR), menos conocido es el impacto que tiene la humedad superficial en la vida y el rendimiento de los materiales. Como es sabido la humedad se forma en una superficie cuando entre en contacto con ella el aire caliente y húmedo, un proceso llamado condensación.

Los primeros parámetros necesarios para evaluar el riesgo de formación de humedad en un sustrato son la temperatura de la superficie que se va a preparar o revestir y la temperatura del aire cerca de esa superficie. Dado que la temperatura de la superficie es a menudo diferente de la temperatura del aire, deben medirse ambas temperaturas para evitar problemas de aplicación en caso de que la temperatura del aire o de la superficie sea

demasiado caliente o demasiado fría para una formación satisfactoria de la película. La aplicación a temperaturas incorrectas puede causar defectos tales como: ampollas, agujeros, cráteres, pulverización seca y agrietamiento.

Los índices de curado se ven directamente afectados por la HR, es decir, la cantidad de humedad en el aire expresada como porcentaje de la cantidad total (saturación) posible a una temperatura determinada, la HR máxima a la que se pueden aplicar y curar los revestimientos o recubrimientos se recomienda generalmente en el 85%. Sin embargo, algunos revestimientos necesitan humedad para curarse, por lo tanto, es importante comprobar las especificaciones del revestimiento.

Por su parte la temperatura del punto de rocío es la temperatura a la que empieza a formarse humedad en una superficie, es la temperatura a la que debe enfriarse un volumen de aire para alcanzar la saturación. Es una función de la temperatura del aire y de la HR.

Por último, hay que tener en cuenta es el delta o grado de separación entre la temperatura de la superficie y la temperatura del punto de rocío, es probable que se forme humedad si son iguales. Incluso si están cerca, el riesgo de que se forme humedad puede ser inaceptablemente alto. Se recomienda que la temperatura de la superficie debe estar como mínimo 3°C por encima de la temperatura del punto de rocío durante las tres fases críticas del revestimiento: preparación, aplicación y curado.

3.2 Implementación de Nuevas Tecnologías en la Construcción.

El mercado de la construcción se encuentra en constante desarrollo, y debe a proveer las diversas necesidades de los proyectos, brindar soluciones para lograr un mejoramiento en la productividad de la obra, ajustarse al tiempo del desarrollo del proyecto, reducir emisiones contaminantes y mantener costos de ejecución de obra.

El uso de las nuevas tecnologías es cada vez más importante debido a que no dependemos tanto de los tipos de edificios estándar, más bien, se está recurriendo a proyectos de construcción prototipo únicos.

Al mencionar las nuevas tecnologías en la construcción, se refiere directamente a las nuevas técnicas y materiales para el desarrollo constructivo. En general se consideran las

herramientas, maquinarias, equipos semiautomáticos o automatizados y software que conduzcan al avance en la construcción. (PbcToday, CDT, 2021)

En función a las necesidades de los clientes se ha incentivado la incorporación de nuevos equipos para aminorar los tiempos de secado en obra, disminuir humedad en terminaciones gruesas con apoyo de deshumidificadores potenciando así, el aumento de la productividad de la obra, ahorro de tiempo e incluso costos.

3.2.1-Incorporación de Deshumidificadores como nueva tecnología para la disminución de humedad en fase de terminaciones gruesas.

3.2.1.1-Deshumidificadores para uso en la construcción.

Para facilitar y agilizar los procesos constructivos, se han desarrollado diversos equipos y materiales, que han permitido que la ejecución de trabajos en obra se optimice mediante el uso de las tecnologías.

El secado de las estructuras es un factor predominante al comenzar con las partidas de terminaciones gruesas y por consiguiente las terminaciones finas. En la actualidad existen dos métodos utilizados en obra los cuales son: los dragones de calor o el secado de la estructura a temperatura ambiente. Por lo cual, se ha incluido un tercer método que permite el secado de la estructura por condensación.

Los deshumidificadores por condensación, son equipos que secan las estructuras reteniendo las partículas de humedad y depositándolas en un recipiente (el cual, logra retener 5 litros generando el paro automático del equipo), equilibran la humedad del aire y elimina las impurezas tales como los ácaros, bacterias y hongos que son responsables de la destrucción de los materiales.

3.2.1.2-Beneficios del uso del Deshumidificador

¿Qué puede hacer el deshumidificador, para optimizar su obra?

- Disminuye la humedad de un recinto debido a que recopila las partículas de humedad y las deposita en un recipiente que logran abarcar 6 litros de agua, provocando que la humedad que se retira de un recinto no aumente de manera desproporcional al quitar el equipo del espacio, más bien, mantener una humedad óptima para la vivienda.

- No es invasivo a la estructura, ya que, funciona como un ventilador, no actúa de manera fija a la estructura sino disminuye la humedad de manera uniforme.
- No necesita estar en constante observación en comparación a los dragones de calor, debido a que, este equipo cuenta con apagado automático, es decir, al topar los 5 litros se detendrá para poder ser vaciado (se ha inferido que tarda aproximadamente 7 horas en llenar el recipiente).
- No interrumpe el desarrollo de la obra, ya que, el equipo trabaja fijo y no ocupa mayor espacio en un recinto.
- No genera mayor gasto energético, ni de combustible en comparación a los dragones de calor (que consumen energía eléctrica y combustible o gas). Debido a que solo funciona con corriente eléctrica y su consumo es de 1,4 kw/h (en 8 h el deshumidificador consume 11,2 kw).
- Es de fácil movilización, ya que cuenta con neumáticos de gaucha para el transporte y manija de agarre.

IV.- METODOLOGÍA

4.1 Tipo de investigación.

La investigación ayudará con el análisis y disponibilidad de nuevos elementos tecnológicos existentes, que permitirán mejorar los niveles de productividad, utilizando equipos que sirven como opciones actuales para el secado de la estructura en fase de terminación gruesa.

El estudio es explicativo debido a que es un estudio primario que está analizando el comportamiento de los equipos (existentes y nuevos) y estimando información con los datos recopilados.

También se considera un estudio descriptivo, ya que, se entregará la información recopilada de los equipos que se estudiarán, tales como: el dragón de calor, deshumidificador y secado natural. Dando a conocer los datos adquiridos en terreno los cuales no están adulterados y son estimativos para los resultados.

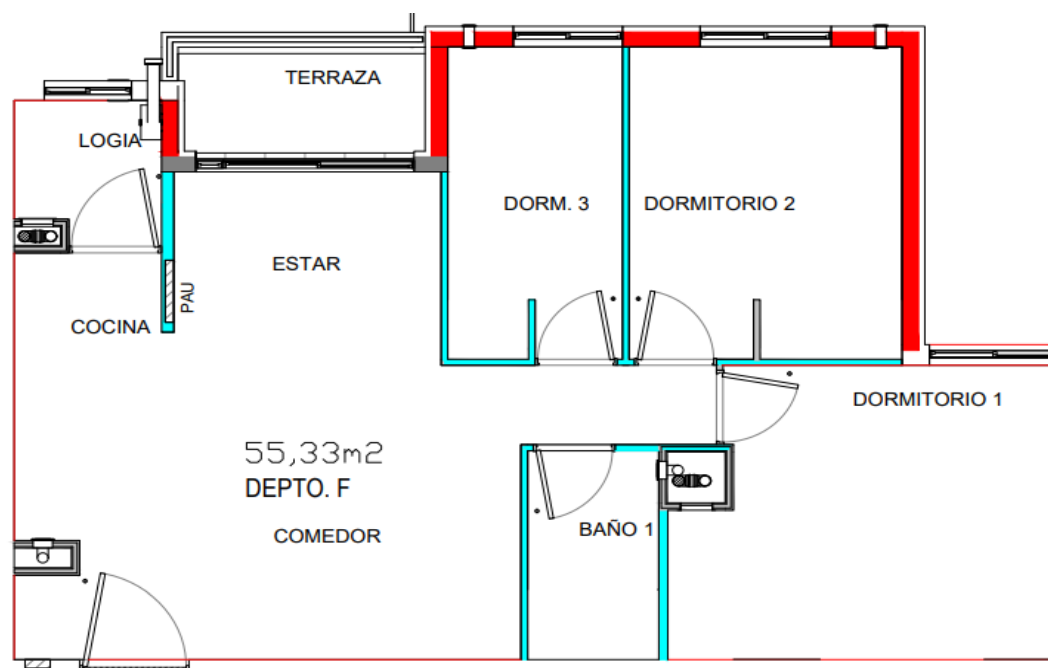
4.2 Población y muestra

Para la obtención de los datos recopilados se estudiaron dos obras de construcción, la primera fue el Proyecto Vista Volcanes de la constructora EBCO. El proyecto contaba con siete torres, de las cuales se midió el Edificio E. Para la obtención de los datos del proyecto Vista Volcanes, se realizó mediciones en 6 departamentos desde el 1^{er} piso hasta el 4^{to} piso. Para la representación de las mediciones obtenidas en la obra Vista Volcanes, hemos filtrado la información, y va a considerar el modelo (A-2), el cual se mostrará en la Tabla 1.

Tabla 1, Departamentos medidos Obra Edificación EBCO						
N° Departamento	Tipo	M ² departamento	Equipo	Orientación	Hora de medición	Fecha.
106	A-2	55,33	Dragón de calor	norte	9:55 a 13:55	20-09-22
106	A-2	55,33	Deshumificador	norte	11:00 a 13:00	14-10-22
206	A-2	55,33	Secado Natural	norte	11:00 a 16:36	22-09-22
306	A-2	55,33	Deshumificador	norte	12:30 a 16:30	26-09-22
406	A-2	55,33	Secado Natural	norte	11:00 a 15:15	03-10-22
101	A-2	55,33	Deshumificador	Sur	14:25 a 15:25	11-10-22
201	A-2	55,33	Deshumificador	Sur	10:15 a 16:55	21-09-22
301	A-2	55,33	Deshumificador	Sur	9:30 a 12:00	29-09-22
301	A-2	55,33	Secado Natural	Sur	15:50 a 15:50	27-09-22
401	A-2	55,33	Dragón de calor	Sur	10:30 a 16:47	04-10-22

Fuente Elaboración propia.

Tabla 1: Descripción de departamentos medidos en la constructora EbcO con el proyecto Valle Volcanes (N° departamento, tipo, m2, equipo utilizado, orientación geográfica, horario y fecha).



Fuente: Constructora EbcO.

Figura 1: Imagen de planta de los muros que se midieron en terreno. Los muros de color rojos son muros de hormigón y lo de color celeste son los muros de volcánita.

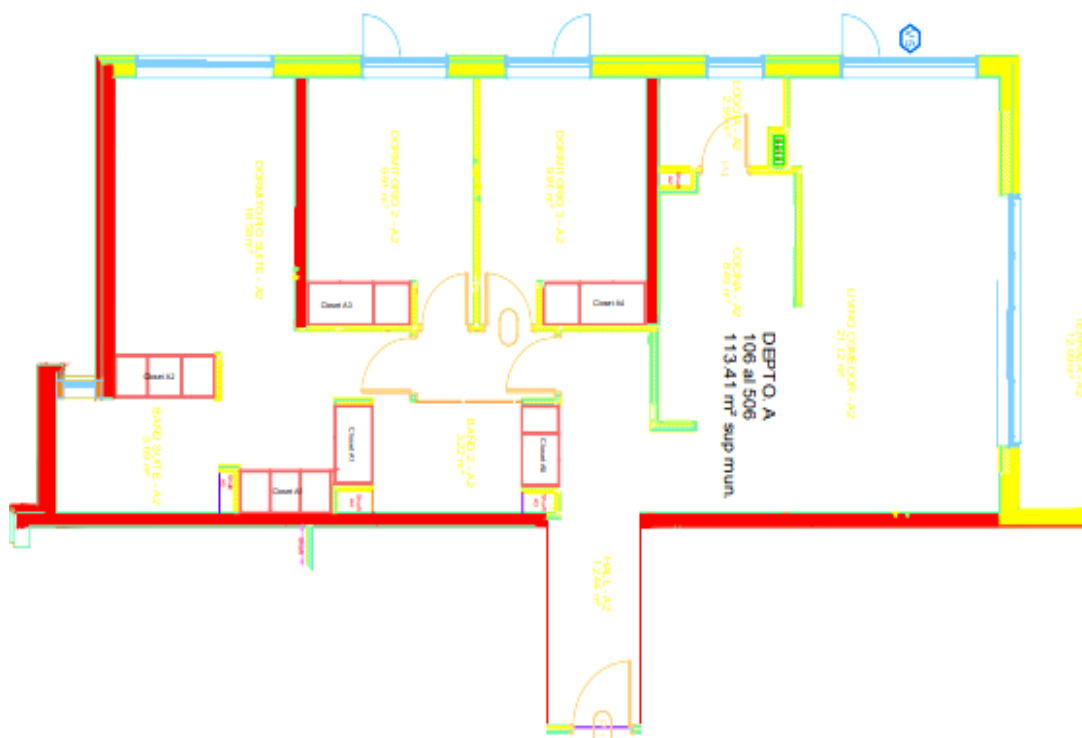
Para la obra Altos de Reloncaví de la constructora Axis DC, se recopiló datos a través de mediciones realizadas en terreno, en el cual, se midió una de las tres torres de dicho

proyecto, correspondiente a la Torre N° 1. Los datos adquiridos en el proyecto se ejecutaron en un periodo de análisis de dos semanas seguidas, de las cuales, solo se analizó 4 departamentos del primer piso.

Tabla 2, Departamentos medidos Obra Edificación AXIS DC					
N° Departamento	M ² Departamento	Equipo	Orientación	Hora de medición	Fecha.
106	113,41	Deshumificador + Ventilador	Sur	09:48 a 16:55	22-11-22
106	113,41	Deshumificador + Ventilador	Sur	09:11 a 15:55	23-11-22
106	113,41	Deshumificador + Ventilador	Sur	09:09 a 16:20	24-11-22
106	113,41	Deshumificador + Ventilador	Sur	09:10 a 12:23	28-11-22
106	113,41	Deshumificador + Ventilador	Sur	10:38 a 14:42	29-11-22
106	113,41	Deshumificador + Ventilador	Sur	10:22 a 12:54	01-12-22
105	77,51	Dragón de calor	Oeste	10:20 a 16:00	22-11-22
105	77,51	Dragón de calor	Oeste	12:30 a 15:30	23-11-22
104	76,72	T ° ambiente	Oeste	10:40 a 15:15	22-11-22
104	76,72	T ° ambiente	Oeste	09:40 a 16:40	23-11-22
104	76,72	T ° ambiente	Oeste	10:10 a 16:10	24-11-22
104	76,72	T ° ambiente	Oeste	10:10 a 12:10	28-11-22
104	76,72	T ° ambiente	Oeste	11:30 a 14:30	29-11-22
104	76,72	T ° ambiente	Oeste	10:44 a 12:10	01-12-22
102	113,41	Deshumificador + Ventilador	Norte	11:50 a 13:00	23-11-22
102	113,41	Deshumificador + Ventilador	Norte	09:50 a 11:50	24-11-22
102	113,41	Deshumificador+ Ventilador	Norte	09:40 a 12:50	28-11-22
102	113,41	Deshumificador + Ventilador	Norte	11:20 a 14:10	29-11-22
102	113,41	Deshumificador + Ventilador	Norte	10:50 a 12:30	01-12-22

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2: Descripción de departamentos medidos en la constructora Axis DC con el proyecto Altos de Reloncaví (N° departamento, tipo, m², equipo utilizado, orientación geográfica, horario y fecha)



Fuente: Constructora Axis DC.

Figura 6: Imagen de plata de los muros que se midieron en terreno. Los muros de color rojos son muros de hormigón y lo de color celeste son los muros de volcánita.

4.3 Equipos.

Instrumentos.

Para el desarrollo de la investigación se utilizó equipos que facilitaron la obtención de los datos e índices de humedad y temperatura en la que se encontraban los departamentos que se estudiaron, por lo cual, se dará la descripción de los instrumentos utilizados para el estudio.

4.3.1-Medidor de humedad de superficie (BM40).

El medidor de humedad de superficie, es un equipo que facilitó la obtención de los datos recopilados en terreno, ya que, al posicionar este equipo en el muro (hormigón o volcánita), nos entregaba información relevante para el estudio, la cual era, la temperatura a la que se encontraba la superficie y la humedad de esta misma. Para poder medir una superficie de hormigón se debe seleccionar la opción “B7” determinada para el concreto. Y “H3” para medir superficie de volcánita.

En terreno se pudo inferir que al para el caso del hormigón (B7), al contener un porcentaje del 10% de humedad selecciona el margen de error (OL), indicando el porcentaje máximo que puede inferir el equipo. En tanto para la volcánita (H3), al contener un porcentaje del 50% de humedad marca como error (OL) indicando así el porcentaje máximo que recopila el equipo.

El medidor de humedad de superficies (BM40), cuenta con factores benéficos esto se debe a su, fácil y rápida obtención de datos, por no ser destructivo e invasivo a la superficie a medir, su manejo sencillo y contar con durabilidad de la batería.



Fuente: Trotec

Figura 7: Imagen del medidor de humedad de superficie, en la cual, solo se utilizó la opción “B7” (Concrete) y “H3” (Chipboard).

4.3.2- Higrómetro.

La utilización del higrómetro en terreno fue significativa para el desarrollo de la investigación, debido a que permitió poder recopilar las lecturas de la temperatura del recinto (°C), humedad relativa (%) y punto de rocío (°C).

El higrómetro en conjunto trabajo con el deshumidificador potencio a las lecturas del equipo y permitió prolongar curvas representativas en los gráficos de toma de lecturas del higrómetro. También su larga duración permitió que, en el proyecto de Altos de Reloncaví, funcionara por dos semanas consecutivas sin interrupciones.



Fuente: Aliexpress, UNIT T

Figura 8: Imagen del Higrómetro, el cual, permite la obtención de datos tales como: temperatura ambiente, humedad relativa y punto de rocío.

Modelo	87798
Rango de temperatura	-10 – 70° C
Temperatura de la resolución	0,1 °C, 0,1°C
Presión de temperatura	±1°C
Rango de humedad	0 ~ 99.9% RH
Precisión de humedad	± 3% RH (a 25°C. 10~ 90% RH otros ± 5%RH)
Punto de rocío, temperatura rango de	-20 °C ~ 70°C
Tarjeta SD	Tarjeta SD o tarjeta SDHC (las tarjetas MMC y SDXC no son compatibles)
Tasa de muestreo	DE 1 a 720 minutos. Predeterminado: 10minutos.
Beeper (dB)	~ 65 dB
RH % de auto-calibración	Si, a través de la cámara de listones
Consumo de energía	< 0,4 mA
Tamaño de LCD	70 (largo) x 63(ancho) mm
Temperatura de funcionamiento	0 ~ 50 °C
De RH%	Humedad < 90%
Temperatura de almacenamiento	-10°C~ 50°C
De almacenamiento de RH%	Humedad <90%
Tamaño del medidor	111(largo) x 91(ancho) x 30 (alto)mm
Peso	~ 200g
De la batería	Adaptador AA* 3 uds o 5v
Paquete estándar	Medidor, adaptador, manual, caja de papel, tarjeta SD (no de batería)

Fuente: Aliexpress, UNIT T

Tabla 3: Ficha técnica del Higrómetro.

4.3.3-Deshumidificador (TTK 355 S).

El deshumidificador potencio el desarrollo del estudio, y se pudo determinar que su trabajo en cada departamento fue beneficioso.

Cuando hay un exceso de humedad en un ambiente, el agua se deposita en los muros, pisos y techos.

El deshumidificador, ver figura 9; es un aparato de climatización que combate la humedad mediante un extractor de aire o ventilador, logrando temperar el ambiente. Esto lo hace absorbiendo el aire y logrando que el agua que contenga se condense y se acumule en un depósito, que se debe vaciar periódicamente. Su principal función es reducir la humedad relativa del aire, pero no solo eso, a su vez mantiene el porcentaje de humedad en el ambiente de manera controlada y constante. Una humedad relativa de hasta el 50-55% se considera correcta.

El deshumidificador evitara que la condensación del agua en las paredes, evite que se forme moho.

Este tipo de equipos contiene una potencia que es proporcional al tamaño de la habitación que se quiere deshumedecer, así se pueda garantizar un buen funcionamiento según cada ambiente.

Contiene un filtro de protección que asegura la calidad del aire y la temperatura optima, que deben estar siempre limpios y en buenas condiciones. Además, mantiene nivel de ruido que no debe sobrepasar de los 50 decibeles.

Para el estudio se utilizó el modelo de la serie TTK-S, el TTK 355 S que nos facilitó la empresa Trotec, funciona con energía eléctrica y cuenta con dos ruedas para su desplazamiento y una manija de movilización



Fuente: Trotec

Figura 9: Equipo de Estudio Deshumificador por condensación,

Anexo técnico	Datos técnicos		
Parámetros	Valor		
Modelo	TTK 175 S	TTK 175 S	TTK 355 S
Numero de articulo	1.120.000.157	1.120.000.159	1.120.000.163
Capacidad de deshumificador 30° C/80 %h.r	40 l/ 24 h	40 l/ 24h	55 l/ 24 h
Capacidad de deshumificador máx.	50 l/ 24h	50 l/24 h	70 l/ 24h
Rango de funcionamiento (temperatura)	5 °C a 32° C	5° C a 32° C	5° C a 32° C
Humedad relativa del aire en la zona de trabajo	50% a 90% h.r	50% a 90% h.r	50% a 90% h.r
Presión máx. Autorizada	3,0 MPa	3,0 MPa	3,0 MPa
Presión lado admisión	0,6 MPa	0,6 MPa	0,6 MPa
Presión lado de salida	2,1 MPa	2,1 MPa	2,2 MPa
Caudal de volumen de aire	580 m3/h	580 m3/h	1.000m3/h
Conexión a la red eléctrica	220-240 v /50Hz	110/230 v ~ 50 Hz	220-240 v/ 50 Hz
Consumo de potencia Max.	0,6 kw	0,6 kw	1,4 kw
Corriente nominal	2,8 A	5,7 / 2,7 A	6,1 A
Fusible	-	10 A	-

Tipo de protección	IPXO	IPXO	IPXO
Nivel de recogida del depósito de agua	6 l	6 l	6 l
Refrigerante	R290 (propano)	R290 (propano)	R454C(gas fluorado)
Cantidad de refrigerante	150 g	150 g	650 g
Factor PCG	3	3	146
Equivalente de CO2	0,00045 t	0,00045 t	0,09490 t
Nivel de intensidad sonora LpA (1 conforme a DIN 45635-KL3)	52 dB(A)	52 dB(A)	54 dB(A)
Dimensiones (largo x ancho x alto)			
Separación mínima respecto a paredes u objetos	50 cm	50 cm	50 cm
Arriba (A)	50 cm	50 cm	50 cm
Atrás (B)	50 cm	50 cm	50 cm
Lateral (C)	50 cm	50 cm	50 cm
Adelante(D)			
Peso	35 kg	39 kg	39 kg

Fuente: Trotec

Tabla 4: Especificación Técnica del Deshumidificador por condensación.

4.3.4- Dragón de calor.



Fuente: MakTora, Krafter

Figura 10: Tubo calefactor o dragón de calor, utilizado en el estudio en la constructora Axis DC, el cual permitió realizar el estudio en los departamentos medidos.

Es un calefactor que tiene un sistema de quemado de gas es el tipo micro perforado, siendo apto para gas, proporcionando una combustión completa, libre de CO, contribuyendo a la

no contaminación ambiental. En cuanto a su nivel sonoro, es el mismo debido a la correcta aplicación del desarrollo de sus hélices de ventilación. Diseñado para satisfacer todas sus exigencias de calefacción y secado, proporcionando grandes resultados, sin dejar de lado la seguridad. Tienen un sencillo mantenimiento y son fáciles de transportar, cuenta con la temperatura designada, al llegar a dicha temperatura el equipo se apaga automáticamente se utiliza con corriente eléctrica y gas.

Por su sistema de combustión directo, consume oxígeno ambiental, solo puede funcionar en ambiente con ventilación permanente. No apto para intemperie ya que debe protegerse.

Los Turbocalefactores son la solución para calefaccionar o secar grandes superficies, donde se requieran resultados rápidos y eficientes.

- ENCENDIDO PIEZOELÉCTRICO.

Sistema automático de encendido para dar mayor seguridad al funcionamiento.

- SENSOR DE LLAMA.

Sensor que evita las fugas en el equipo.

- INDICADOR DE TEMPERATURA.

Panel que indica la temperatura a programar discada y la temperatura ambiente

- POTENCIÓMETRO.

Selector de temperatura deseada para operar.

Especificaciones Técnicas.			
Potencia (entrada de calor)	30 kW	Peso neto	6,6 kg
Voltaje/ frecuencia	220-240v/ 50 Hz	Dimensiones	579 x 220 x 340 mm
Tasa de flujo de aire	650 (m ³ /h)	Ignición	Encendido directo
Tipo de combustible	Gas	Manilla	1
Consumo de combustible	2,18 L/h	Protección sobrecalentamiento	Si
Área de calefacción	100-200 m ²	Control primario de llama	Válvula con gas de operación térmica probada
Presión de trabajo	700 bar	Potencia Eléctrica	340 w
Clasificación de fusible	T3,15 A		

Fuente: MakTotal, Krafster

Tabla 5: Especificaciones técnicas del dragón de calor utilizado en constructora Axis DC.

4.3.5-Turbo Calefactor Diésel Krafter td50.



Fuente: Empresa, Krafter

Figura 11: Turbo calefactor, modelo utilizado en la constructora EBCO.

El generador de aire caliente diésel ofrece una calefacción rentable para instalaciones de mayor superficie con una buena ventilación. Generando que el aire caliente que ocupa diésel y no puede ocupar bencina, esta herramienta fue utilizada para apoyar el secado de los departamentos en estudio y permitir la comparativa. Este modelo funciona con corriente eléctrica, además de necesitar de diese para su funcionamiento.

Es un calefactor de aire de gran capacidad que es alimentado por diésel con un quemador abierto y salida de gases de combustión al ambiente, automático, con ventilación forzada y encendido por alta tensión con cámara de combustión en acero inoxidable. Diseñado para satisfacer todas sus exigencias de calefacción y secado, proporcionando grandes resultados, sin dejar de lado la seguridad. Tienen un sencillo mantenimiento y son fáciles de transportar.

Los Turbocalefactores son la solución para calefaccionar o secar grandes superficies, donde se requieran resultados rápidos y eficientes.

- ENCENDIDOPIEZOELÉCTRICO.

Sistema automático de encendido para dar mayor seguridad al funcionamiento.

- INDICADOR DETEMPERATURA.

Panel que indica la temperatura a programar discada y la temperatura ambiente.

- SENSOR DE LLAMA.

Sensor que evita las fugas en el equipo.

- POTENCIÓMETRO.

Selector de temperatura deseada para operar.

Características Técnicas	
Modelo	TD50
Potencia (entrada de calor)	50 kW
Voltaje/ frecuencia	220-240v/ 50Hz
Tasa de flujo de aire	1.100 (m3/h)
Tipo de Combustible	Diésel
Consumo de combustible	4 L/h
Área de calefacción	150-300 m2
Potencia de motor	240 w
Clasificación de fusible	T3, 15 A
Peso neto	27 kg
Dimensiones	1.090 x 490 x 585 mm
Capacidad del estanque	56 L
Rango de operación	14 h
Válvula de combustible	Si
Manilla	1
Termostato ambiente	Incorporado
Luz detección de falla	Incorporado
Código interno	1810000160 150

Fuente: Empresa, Krafter

Tabla 6: Especificaciones Técnicas Turbo calefactor utilizado en constructora EBCO.

4.4- Unidad de Trabajo.

Para dar cumplimiento a los aspectos requeridos para las mediciones, se deberá conocer el grado de humedad de cada superficie en terreno, generando así, una crítica constructiva hacia la obra de tal manera que se considere una estrategia de trabajo.

La unidad de trabajo que se realizo fue la siguiente:

Las mediciones se enfocan en la obtención de datos característicos de un proyecto en ejecución. Para llevar a cabo esta actividad, se trabaja bajo una metodología en conjunto con la Cámara Chilena de la Construcción, Centro de Desarrollo Tecnológico y la Universidad de Los Lagos en obras de las Empresas Ebco y Axis DC. de la ciudad de Puerto Montt.

Se comienza a realizar visitas a terreno, bajo un esquema de trabajo elaborado previamente, para después iniciar el levantamiento de información y datos que arrojen los equipos (higrómetro de ambiente y de superficie, en espacios con deshumificadores, dragón de calor y a temperatura ambiente sin equipo) los cuales estudiaremos y analizaremos para la obtención posterior de datos.

El muestreo es realizado directamente por las tesistas en terreno, las cuales permanecen en obra durante una jornada determinada (desde las 8:30 am hasta las 18:00 pm). La toma de datos que realizan en rondas de cada 1 hora, que abarcan los lugares fijos donde se encuentran instalados los equipos en cada departamento en estudio.

De esta manera se entregará datos verídicos y cuantitativos para la obra, dando a conocer que equipo es más eficaz al momento de ser utilizado para la extracción de humedad de cada recinto a medir.

Equipos a utilizar en terreno.

- Deshumificador.
- Dragón de calor
- Higrómetro de ambiente
- Higrómetro de superficie.
- Ventilador Industrial.

Una vez que cada equipo sea instalado en el recinto, se procederá a recopilar la información con el higrómetro de ambiente que será instalado junto con el deshumificador para tomar la temperatura ambiente, temperatura de rocío y humedad relativa. A su vez, mientras funcionen los equipos nombrados anteriormente, se verificarán que muros deberán ser medidos con el higrómetro de superficie. De esta manera, se empezará a medir obteniendo las humedades de las superficies (temperatura ambiente y porcentaje de humedad del material) por medio del higrómetro de superficie, determinando así la temperatura y

porcentaje de humedad de los dos materiales, siendo estos los muros de volcanita y muros de hormigón.

Para la obtención de dichos datos se utilizará la siguiente planilla (ver tabla 7), de manera que se pueda contar con la información organizada por día, horas y superficies a medir, además se utilizará las mediciones que graba automáticamente el higrómetro de ambiente en su tarjeta de memoria la cual se programa para obtener lecturas cada 15 minutos.

Se recomienda que, para la utilización del deshumidificador, los departamentos puedan estar preferiblemente completamente cerrados, de manera que solo puedan acceder a ellos la persona encargada de tomar datos y verifique el estado del depósito de agua del mismo para ir vaciando constantemente, estamos consiente que por las características de las obras esto va a ser prácticamente imposible de lograr dado a la planificación del avance que tienen las obras.

No obstante, lo anterior para llevar a cabo esta actividad, cada obra tendrá que tener al menos ciertas condiciones aceptables para la ejecución del testeado en terreno, dicho esto las obras deberán mantener un espacio apto en cada departamento para poder instalar los equipos sin entorpecer las labores y los trabajos del día a día de las obras.

Condiciones de trabajo que deberán cumplir a menos cada obra al momento de comenzar las mediciones, estas deberán ser las siguientes:

- Tener instaladas todas las ventanas para que no haya aporte de humedad al recinto.
- Tener instalada la puerta de acceso, así no ingresa la humedad desde afuera.
- Mantener un espacio limpio para evitar accidente dentro del recinto.
- Mantener informado al equipo de trabajo (subcontrato y trabajadores de la casa), que hay ciertos departamentos en estudio para que así se tengan la precaución con los equipos instalados evitando de esta manera el uso indebido y la pérdida de los mismos.

De manera orientativa los valores de temperatura y por sobre todo el % de humedad de las superficies en las superficies de hormigón y de volcánita deben estar en el orden de valores de 0 – 20% de humedad en el caso de las superficies de hormigón y de 0 – 50 % las superficies de volcánita. Estos datos según el fabricante del modelo de Higrómetro de superficie utilizado. Además de recomendar una humedad relativa (HR) entre el 40 – 60 % y una temperatura alrededor de los 20°C. Ver siguiente tabla

Hormigón	
Gama de mediciones mínima hormigón (%)	0
Gama de mediciones máxima hormigón (%)	20
Precisión (%) Hormigón	<3
Volcánita	
Gama de mediciones mínima volcánita (%)	0
Gama de mediciones máxima volcánita (%)	50
Precisión (%) Volcánita	<5
Tolerancia de Humedad Óptima Higrómetro Ambiente	
Humedad relativa óptima es de 40% - 60% (para una temperatura del aire de 20°C - 22°C)	

Fuente: Empresa Trotec.

Tabla 8. Tabla de Tolerancia de Humedad Higrómetro de Superficie

A continuación, se analizan los resultados obtenidos en las superficies a medir para poder determinar cuando estas alcanzan los valores de humedad y temperaturas idóneas para poder realizar las faenas de terminación fina, determinando de esa manera algunos datos de rendimiento y eficiencia de los equipos utilizados en el secado y disminución de humedad en los departamentos.

Visitas a Terreno.

La visita de la obra de la constructora Ebco, comenzó el día 12 de septiembre 2022 dándole término el día 14 de octubre 2022, en donde se pudo apreciar las condiciones de la obra para dar comienzo al testeo en terreno. El proceso de toma de datos fue en la Torre E, desde el primer piso hasta el cuarto piso, ya que era la que estaba pasando de terminaciones gruesas a terminaciones finas. Una vez que estaba aceptable las condiciones de trabajo en terreno, se comenzó a medir. No fue fácil empezar a obtener los datos, ya que ninguna de las dos tesis tenía un conocimiento previo de cómo se debería hacer, por lo que se inició una investigación previa y así poder tener las habilidades necesarias para seguir con el estudio. Con el transcurso de los días, surgieron los primeros datos obtenidos de las visitas en obra, pero a su vez, se dieron ciertos inconvenientes, por lo que las condiciones no eran favorables para dejar funcionando los equipos, en varias ocasiones no se pudo dejar funcionando el dragón de calor por falta de combustible y el deshumificador, por no tener energía eléctrica por las noches para la toma de datos que se realizaban de manera nocturna en la obra, siendo esto algo desfavorable para el estudio. Debido a estas situaciones presentadas, se informó al residente de la obra, para que nos pueda solucionar esas falencias y no tener problemas al momento de medir.

Solucionado esto inconvenientes, las últimas semanas se pudieron sacar los datos sin ninguna dificultad, ya que todos los participantes de este estudio estaban comprometidos para que se puedan tener los resultados esperados.

En la visita que se realizó en la Constructora Axis DC., las condiciones fueron más favorables, como equipo de trabajo eran más organizados y todos los involucrados estaban instruidos de que se realizaría el estudio. Para esta ocasión los departamentos en estudio fueron tres el 104,105 y 106, cada departamento tenía las condiciones óptimas para tomar datos en cada una de las superficies, ya que contaba con ventanas y con puertas provisionarias

para mantener el recinto cerrado mientras se realizaba las mediciones. En esta ocasión, contábamos con dos deshumificadores instalados en dos departamentos, uno de los deshumificadores estaba instalado junto al higrómetro que toma la temperatura ambiental, y cada deshumificadores contaba con un ventilador industrial, que ayudaban a que el aire circule de mejor manera dentro del dpto. a su vez contábamos con un dragón de calor que no se pudo ocupar todos los días ya que la obra estaba en proceso de secado en los pisos superiores de la torre. Los días en que se llevaron a cabo las mediciones fueron desde el 22 de noviembre 2022 hasta el 05 de diciembre 2022.

De esta manera se pudo proceder las mediciones en terreno en cada obra, haciendo una leve descripción resumida de cuáles fueron las condiciones de trabajo y la metodología que utilizamos en terreno.

V. - RESULTADOS

La investigación realizada pretendía analizar dos métodos y/o tecnologías utilizadas frecuentemente por el rubro constructivo, y así obtener una comparativa en relación a una nueva tecnología industrial denominada Deshumidificador.

En relación a eso, la Cámara Chilena de la Construcción (CChC), en ayuda de la Universidad de los Lagos potenció el desarrollo de dicha investigación. Analizando equipos que fueron facilitados por la empresa Trotec y estudiando los edificios en construcción de las empresas EBCO con la denominada obra Valle Volcanes y la empresa AXIS con la obra de Altos de Reloncaví.

5.1- Estudio en Terreno (Obra EBCO valle volcanes)

EBCO es una empresa localizada en la ciudad de Puerto Montt, y ha logrado obtener prestigio en su trayectoria constructiva.

En esta ocasión la empresa contaba con la ejecución de siete torres que disponen de cuatro pisos habitacionales cada una. Para el desarrollo de la investigación se utilizó para el análisis el edificio denominado “E-D”, el cual contaba con 10 departamentos los cuales a su vez contenían 5 modelos diferentes que se replicaban al subir los niveles edificados.

Modelo	Departamentos	M ²
Tipo D-1	103-203-303-403 104-204-304-404	59,54
Tipo F	102-202-302-402 105-205-305-405	55,33
Tipo A-2	101-201-301-401 106-206-306-406	55,33
Tipo C	107-207-307-407 110-210-310-410	49,91
Tipo D-2	108-208-308-408 109-209-309-409	59,36

Fuente elaboración propia.

Tabla 9: Tipología del edificio “E”, número de departamentos medidos y metros cuadrados.

Para la realización del estudio en la constructora EBCO en el proyecto de Vista Volcanes, se contempló un periodo de tiempo desde los primeros días de septiembre hasta la primera semana de noviembre para la obtención de datos obtenidos en terreno.

Cada medición se realizó en secuencia de tres departamentos de un mismo piso. Los departamentos no contaban con ventanas instaladas, tampoco contaban con puertas. Cada modelo de departamento contaba con un departamento espejo, por lo cual los departamentos no contaban con igual condición de metros cuadrados.

La recopilación de datos dio inicio el día lunes 12 de septiembre en horario de las 09:00 am hasta las 18:00 pm aproximadamente, esta modalidad se utilizó durante todo el desempeño de la investigación.

Esta investigación dará a conocer los datos obtenidos de tres tipos de departamentos, los cuales, Departamento 101,201,301,401 (Tipo A-2), Departamento 102,202,302,402 (Tipo F) y Departamento 106,206,306,406 (Tipo A-2). Los departamentos fueron estudiados desde el primer nivel hasta el cuarto nivel de la obra Vista Volcanes de la constructora EBCO.

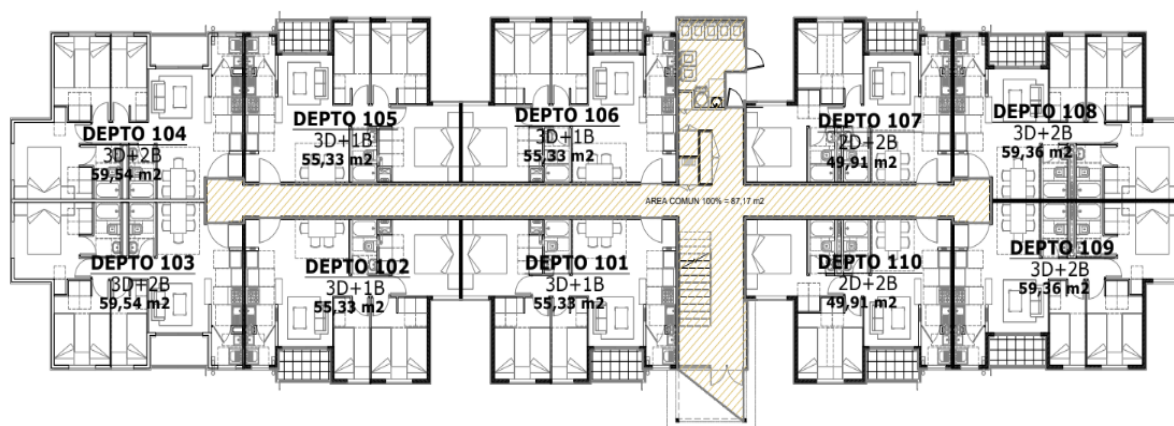
TIPOLOGIA 4 - EDIFICIOS E



Fuente: Constructora EBCO.

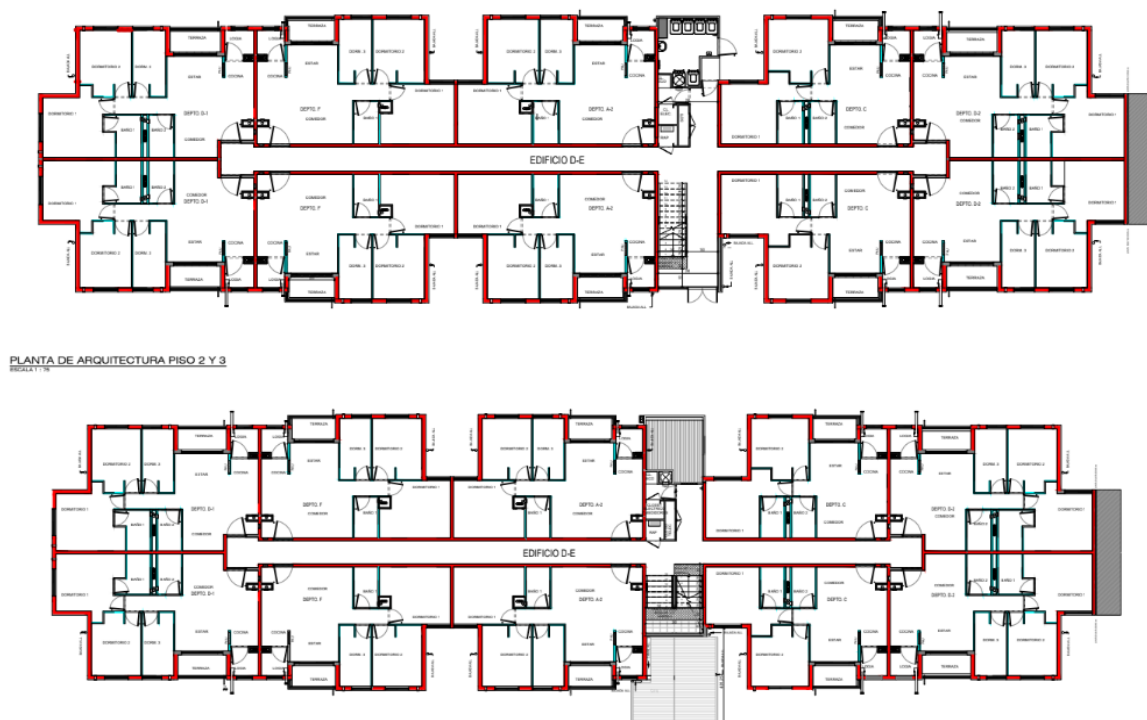
Figura 12: Tipología del edificio "E", correspondiente al edificio destinado al estudio. (modelo del departamento, numeración).

PISO 1



Fuente Constructora EBCO

Figura 13: Plano de planta general edificio "E", correspondiente al proyecto vista volcanes constructora EBCO (numeracion, metros cuadrados)



Fuente Constructora EBCO.

Figura 14: Planta General Obra Vista Volcanes con marcación de muros medidos.

5.1.1- Análisis de datos de obra. Constructora EBCO

En el proyecto Villa Volcanes de la constructora EbcO, se tomaron datos durante 21 días con el higrómetro de ambiente y 16 días con el higrómetro de superficies; el desglose de la toma de datos es la siguiente manera:

DIAS DE TOMA DE DATOS		21 DÍAS		
HIGROMETRO DE AMBIENTE	21 DIAS	SEPTIEMBRE	10 DIAS	14 mediciones
		OCTUBRE	11 DIAS	15 mediciones
HIGROMETRO DE SUPERFICIE	16 DÍAS	Deshumidificador, Dragón de calor y Temperatura Ambiente		10 DIAS
		Temperatura Ambiente - deshumidificador		2 DIAS
		Temperatura Ambiente – Dragón de calor		2 DIAS
		Deshumidificador - Dragón de calor		1 DIA
		Deshumidificador		1 DIA

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10: Desglose de días con tomas de datos en el proyecto Vista volcanes. Constructora EbcO.

Es significativo señalar que si bien en los inicios de la toma de datos hubo algunos problemas como ya se ha mencionado al analizar los datos desde su inicio podemos apreciar información bastante relevante para el estudio.

Se comenzó rellenando la planilla de toma de datos como se muestra a continuación:

Parametros	fecha :	14-9-2022	fecha :	14-9-2022	fecha :	11-10-2022	fecha :	11-10-2022
	hora:	14:15	hora:	16:15	hora:	14:40	hora:	15:40
	Dpto:	103	Dpto:	103	Dpto:	103	Dpto:	103
	T° Ambiente	12,3 °c	T° Ambiente		T° Ambiente		T° Ambiente	
	H relativa:	76,8%	H relativa:		H relativa:		H relativa:	
	T° rocío:	8,3 °c	T° rocío:		T° rocío:		T° rocío:	
Equipo:	Dragon de calor	Equipo:	Dragon de calor	Equipo:	Dragon de calor	Equipo:	Dragon de calor	
Volcanita:	T° Higrometro	%	T° Higrometro	%	T° Higrometro	%	T° Higrometro	%
Muro derecho Living -Comedor	17,6	6,7	19,4	5,4	16,4	9,9	15,4	3,5
Muro izquierdo Living -Comedor								
Muro lado ventana derecho living-comedor	17,7	10,2	19,5	6,7	18,4	6,4	15,7	7
Muro lado ventana izquierdo living-comedor								
Muro mocheta living comedor	17,8	6,4	19,5	3,3	18,1	8,7	17,3	8,7
Muro mocheta cocina	17,9	7,8	19,6	6,5	17,2	8,2	17,5	6,3
Muro pasillo derecho	21,7	5,9	19,2	6,5	27	3,3	24,5	4,3
Muro pasillo izquierdo	21,6	11,2	19,2	7,8	26,9	3,6	24,3	3,3
Muro derecho baño	21,8	6,8	19,2	7,1	26,7	6,8	24,6	7,2
Muro izquierdo baño	21,8	11,7	19,2	9,1	26,5	8,8	24,7	12,9
Muro izquierdo dormitorio 3	25,1	14,6	18,9	6,8	27,4	7,5	26,1	12,8
Muro derecho dormitorio 3	25,2	7,7	18,9	6,9	27,4	8,7	26,2	3,8
Muro mocheta dormitorio 3					27,3	7,4	26,1	7,7
Muro sector closet dormitorio 3	25,1	6,9	18,9	6,1	27,5	6,4	26,1	6,6
Muro derecho dormitorio 2								
Muro izquierdo dormitorio 2	25,4	10,6	18,9	9,8	28,3	14,5	26,8	8
Muro mocheta dormitorio 2					28,2	7	26,8	7,9
Muro sector closet dormitorio 2	25,3	7,1	18,9	4	28,2	8,1	26,8	3,7
Muro al lado de closet dormitorio 2					28,2	9,5	26,9	8,4
Muro entrada lado puerta baño derecho dormi					29,2	7	27,1	14,2
Muro entrada lado puerta baño izquierdo dormi	26,2	12	18,6	12,4				
Muro frente puerta acceso dormitorio principa								
Muro sector closet dormitorio principal	26,2	7,9	18,5	6,7	29,2	7	26,9	6,2
Muro detrás de puerta dormitorio principal	26,2	7,9	18,5	7	29,2	6,4	26,9	5,8
Muro izquierdo dormitorio principal								
Muro derecha dormitorio principal								
Muro izquierdo baño dormitorio principal	26,1	21,5	18,6	12,5	29,2	11,9	27,1	10,3
Muro derecho baño dormitorio principl	26,2	22,6	18,6	11,2	29,2	8,7	27,1	7
Muro frente baño dormitorio principal	26,2	18,5	18,6	10,5	29,2	11	27,1	10,1
Hormigon :								
Muro izquierdo acceso entrada living-comedor								
Muro derecho acceso entrada living-comedor	26,9	4,6	18	5,2	16,2	3,4	15,2	4,7
Muro derecho acceso entrada living-comedor (
Muro izquierdo acceso entrada living-comedor	26,9	2,7	18	3,4	16,7	3,8	23,8	3,4
Muro mocheta acceso entrada livin-comedor					16,5	3	24,1	3
Muro cocina	26,8	4,6	18	4,7	17	4,8	23,6	4,4
Muro izquierdo logia	26,8	5,1	18	5	17,5	4,8	18,1	4,8
Muro ventana logia	26,7	3,1	18	3,1	17,7	3,4	18	2,9
Muro derecho logia	26,7	5,1	18	5	17,8	7,8	17,8	7,8
Muro izquierdo dormitorio 3					27,6	6,3	26,3	6,3
Muro derecho dormitorio 3	25,7	5,2	18,2	5,1				
Muro ventana dormitorio 3	25,7	4,2	18,2	4,2	27,7	4,1	26,4	6,5
Muro derecho dormitorio 2	25,5	4,5	18,3	4,7	28,2	6,5	27	5,4
Muro izquierdo dormitorio 2								
Muro ventana dormitorio 2	25,5	2,8	18,3	7,4	28,2	2,9	27	5,2
Muro frente ventana dormitorio principal								
Muro izquierdo dormitorio principal	25,5	4,4	18,5	4,6	29,2	5,1	27	4,6
Muro derecho dormitorio principal	25,5	2,8	18,5	2,9	29,2	3,9	27,1	3,2
Muro ventana dormitorio principal	25,5	5,7	18,5	5,9	29,2	5,6	27	5,1

Con este modelo se filtraron los valores de máxima, mínima y promedio de temperatura y % de humedad relativa, así como los valores que arrojaba en higrómetro de superficie en aquellos departamentos donde se encontraba tomando lectura, obteniendo una tabla por día como se muestran en los anexos del 1 al 11. Si analizamos por ejemplo la tabla del anexo 2, correspondiente al día 13 de septiembre en donde se tomaron datos en los departamentos 108 a temperatura ambiente, 109 con dragón de calor y 110 con deshumidificador nos da los siguientes valores de la tabla:

Dpto.	Temperatura Superficie máxima	Temperatura Superficie mínima	Temperatura Superficie Promedio	% Humedad Máximo	% Humedad Mínimo.	% Humedad Promedio.	Superficie
108	22.3	20.2	21.4	49.0	15.2	38.2	Volcanita
108	20.1	19.2	19.5	7.2	3.3	5.1	Hormigón
109	22.0	19.0	20.7	43.7	8.5	22.0	Volcanita
109	22.1	21.7	21.9	5.9	3.1	4.7	Hormigón
110	23.0	18.0	19.0	29.0	4.0	13.0	Volcanita
110	20.0	19.0	20.0	5.0	3.0	4.0	Hormigón

Elaboración propia.

Tabla 11 Valores promedio por superficie.

Si nos centramos en los valores de los % de humedad y analizamos los valores de humedad máximo y los comparamos con los de humedad promedio, se puede ver por ejemplo que en el departamento 109 (dragón de calor) la humedad se logra disminuir un 49.6 % en la volcanita y un 35.3% en el hormigón disminuyendo entre los dos materiales la humedad un 39.8%. Por su parte en el departamento 110 (deshumidificador) se disminuye la humedad de un 54.3 en la volcanita y un 29.7 en el hormigón para un promedio entre las dos superficies de 42% Disminuyendo en este caso ligeramente superior en el uso de los deshumidificadores.

En el departamento 108, por parte, con los datos obtenidos ese día nos da que la humedad de la superficie promedio se disminuye en la volcanita un 22 % y en el hormigón un 29.3% por lo que ese día de manera natural se disminuye la humedad un 25.6%.

Señalar además que con los datos obtenidos por el higrómetro de ambiente el día 13 (anexo 12) se puede ver la evolución de los valores de la temperatura, humedad y punto de rocío; ambiente. Ver sección de tabla del anexo 12:

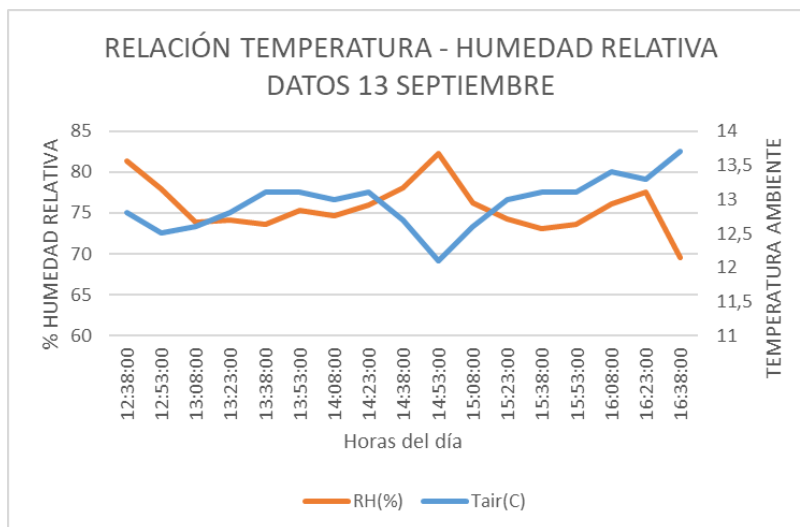
DATE	TIME	Tair(C)	RH(%)	DP(C)
13-09-2022	12:38:00	12,8	81,3	9,7
13-09-2022	12:53:00	12,5	77,9	8,7
13-09-2022	13:08:00	12,6	73,9	8,1
13-09-2022	13:23:00	12,8	74,2	8,3
13-09-2022	13:38:00	13,1	73,6	8,4
13-09-2022	13:53:00	13,1	75,3	8,8
13-09-2022	14:08:00	13	74,6	8,6
13-09-2022	14:23:00	13,1	76	8,9
13-09-2022	14:38:00	12,7	78,1	9
13-09-2022	14:53:00	12,1	82,3	9,2
13-09-2022	15:08:00	12,6	76,3	8,6
13-09-2022	15:23:00	13	74,3	8,6
13-09-2022	15:38:00	13,1	73,1	8,4
13-09-2022	15:53:00	13,1	73,6	8,5
13-09-2022	16:08:00	13,4	76,1	9,3
13-09-2022	16:23:00	13,3	77,6	9,4
13-09-2022	16:38:00	13,7	69,6	8,3

**D
I
S
M
I
N
U
Y
E**

Elaboración propia.

Tabla 12: Datos obtenidos del higrómetro de ambiente, Constructora Ebco, día 13 septiembre.

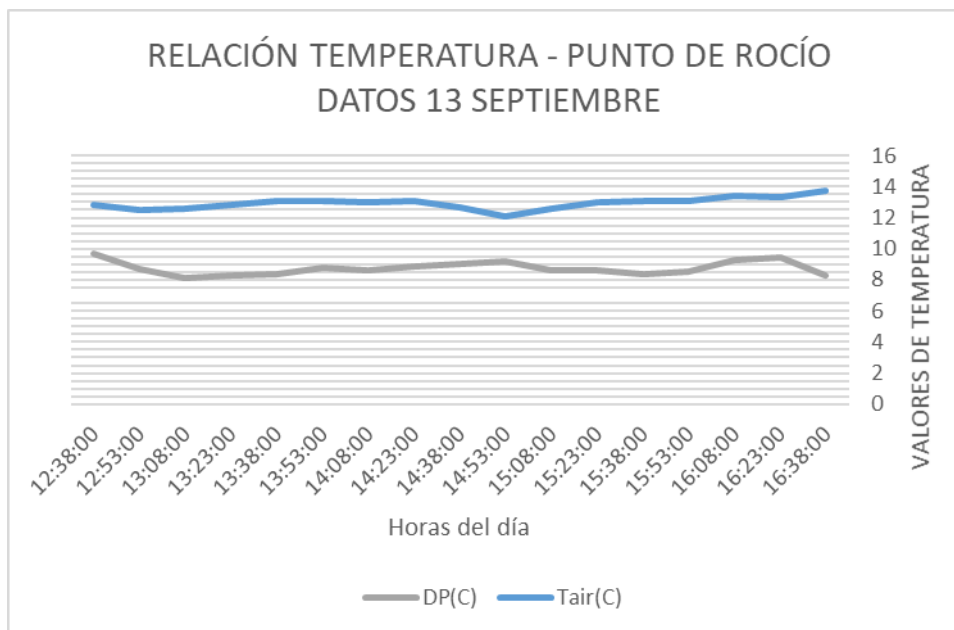
Como se puede ver en la tabla anterior los valores de la humedad relativa (RH) van disminuyendo paulatinamente con el uso del deshumidificador partiendo con un 81.35 al inicio de las mediciones llegando a los 82.3% a las 14:53; hasta disminuir a un 69.6% al final del día, llegando a disminuir en 12.7%. Así mismo el delta o diferencia de temperatura entre la temperatura ambiente y la temperatura del punto de rocío va aumentando de 3.1° al inicio hasta llegar a 5.4° a los 2.9° al momento de obtener la humedad más alta, para aumentar progresivamente hasta los 5.7°C de diferencia al final del día. Lo anterior se puede apreciar mejor en el gráfico a continuación.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3: Relación temperatura – humedad relativa ambiente.

En el siguiente gráfico se aprecia como va aumentando el delta de temperatura desde el inicio de la toma de datos al final del día, favorecido por la disminución progresiva de la humedad relativa.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 4: Delta de temperatura entre la temperatura ambiente y el punto de rocío.

Con los datos obtenidos al final del día, se puede apreciar además que, en cuanto a las temperaturas de las superficies, NO es recomendado comenzar a realizar faenas de terminaciones finas dado que las temperaturas mínimas de las superficies de los muros de hormigón en el departamento 108, así como los muros de volcanita del 109, por no mencionar los del departamento 110, todos se encuentran por debajo de los 20°C, cuando lo recomendado es que se encuentren entre 20 – 22 °C. Lo mismo sucede en el caso de los valores del % de humedad relativa en el recinto donde tenemos el deshumidificador apenas se ha llegado a un 69.6% de humedad relativa, cuando lo recomendado es que este en un rango entre el 40 – 60%.

En los datos de este día el deshumidificador como equipo obtuvo los mejores resultados en cuanto a los % de humedad eliminado, no siempre ocurre así, dado que depende de muchos factores como puede ser el estar cerca de alguna abertura que facilite el ingreso de humedad, la ubicación del departamento dentro del mismo edificio, la orientación o incluso como sucedió en la obra el acceso continuo a los mismos productos de las faenas que se encuentren realizando.

Así por ejemplo tenemos los datos obtenidos el día 22 de septiembre donde se tomaron datos de los departamentos 207 (deshumidificador), 210 (dragón de calor) y 206 (temperatura ambiente) y cuyos valores promedio de máxima, mínima, promedio de temperatura, % máximo, mínima y promedio se muestran en la siguiente tabla.

Dpto.	Temperatura Superficie máxima	Temperatura Superficie mínima	Temperatura Superficie Promedio	% Humedad Máximo	% Humedad Mínimo.	% Humedad Promedio.	Superficie
206	24.5	18.7	21.3	19.1	9.6	14.6	Volcanita
206	24.4	18.4	21.3	7.4	3.3	5.4	Hormigón
207	21.9	18.0	19.5	25.5	6.1	16.3	Volcanita
207	20.7	17.2	19.0	6.4	3.3	5.0	Hormigón
210	25.9	18.5	22.5	18.5	4.7	9.9	Volcanita
210	25.5	18.8	22.5	7.0	3.4	5.0	Hormigón

Elaboración propia.

Tabla 13: Valores promedio por superficie. Constructora Ebco día 22 septiembre

Con los datos obtenidos tenemos que en el departamento 207 (deshumidificador) la disminución de humedad en las superficie de volcánita corresponde a 36.2%, mientras que las superficies de los muros de hormigón presentan una disminución correspondiente a 22.8% siendo el promedio entre ambas superficie de 29.5% de humedad; mientras que en el departamento 210 (dragón de calor), la reducción de humedad de la superficie de volcánita igualmente corresponde a 46.3% y los de hormigón a 26.2 % siendo el promedio entre ambas superficies de 37.3%; por su parte en el departamento 206 (temperatura ambiente) en las superficies de volcánita la disminución es solo 23.6% y en las superficies de hormigón un 28% teniendo un promedio entre ambas superficies de 25.8%

Si analizamos los datos tomados del higrómetro de ambiente del día 22 según se muestra en la siguiente tabla como parte del anexo 13:

DATE	TIME	Tair(C)	RH(%)	DP(C)
22-9-2022	17:45:00	16,6	61,3	9,1
22-9-2022	18:00:00	13,1	66,3	7
22-9-2022	18:15:00	11,8	69,9	6,5
22-9-2022	18:30:00	11,3	71,2	6,3
22-9-2022	18:45:00	11,1	72,3	6,2
22-9-2022	19:00:00	10,7	75,8	6,6
22-9-2022	19:15:00	10,3	78,5	6,7
22-9-2022	19:30:00	10,1	80,5	6,8
22-9-2022	19:45:00	9,9	81,8	6,9
22-9-2022	20:00:00	9,8	82,9	7
22-9-2022	20:15:00	9,7	83,5	7,1
22-9-2022	20:30:00	9,7	84,2	7,1
22-9-2022	20:45:00	9,6	84,7	7,2
22-9-2022	21:00:00	9,6	85,2	7,2
22-9-2022	21:15:00	9,6	85,5	7,3
22-9-2022	21:30:00	9,6	85,8	7,3
22-9-2022	21:45:00	9,6	86,1	7,3
22-9-2022	22:00:00	9,6	86,3	7,4
22-9-2022	22:15:00	9,6	86,7	7,4
22-9-2022	22:30:00	9,6	86,8	7,4
22-9-2022	22:45:00	9,5	86,9	7,4
22-9-2022	23:00:00	9,5	87,1	7,5
22-9-2022	23:15:00	9,5	87,1	7,5
22-9-2022	23:30:00	9,5	87,4	7,5
22-9-2022	23:45:00	9,5	87,5	7,6

**A
U
M
E
N
T
A**

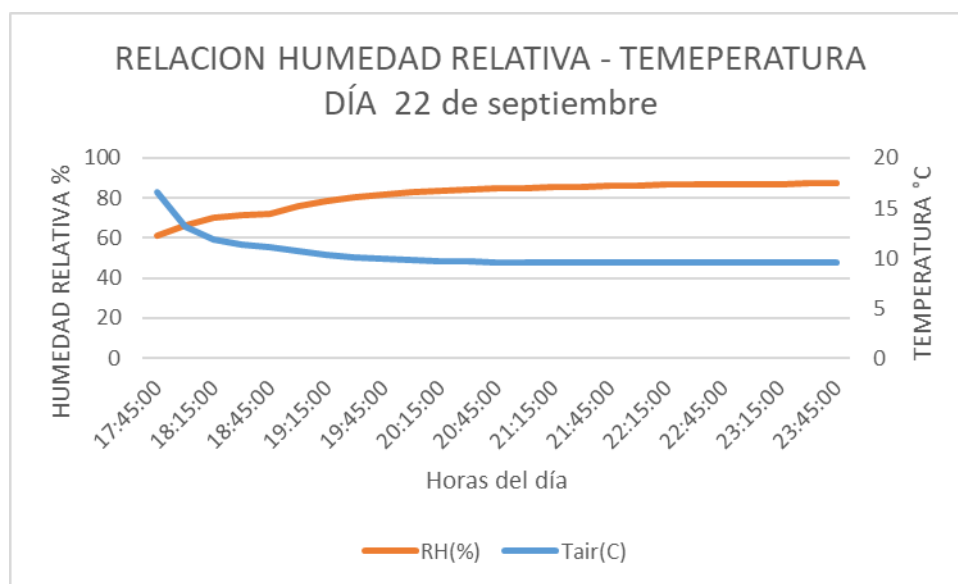
Elaboración propia.

Tabla 14: Datos obtenidos del higrómetro de ambiente, Constructora Ebco, día 22 septiembre.

A diferencia a los datos obtenidos con el higrómetro del día 13 en el cual los valores de la humedad relativa van aumentando, al igual que el delta de temperatura entre la temperatura ambiente y el punto de rocío; el día 22 estuvo trabajando todo el día el deshumidificador y a partir de las 17:45 quedaría junto al higrómetro de superficie tomando datos, pero al terminar la jornada de trabajo en la obra cortaron la corriente quedando tomando datos el higrómetro solamente.

A pesar de NO poder tomar datos del comportamiento del deshumidificador si se pudo corroborar que en los departamentos al mantenerse como estaba la obra con aporte de humedad (No estaban completamente cerrados) la humedad relativa aumenta rápidamente de los 61.3% a los 87.5%, disminuyendo el delta de temperatura de 7.5°C a 1.9°C llegando prácticamente al punto de saturación, en solo 6 horas.

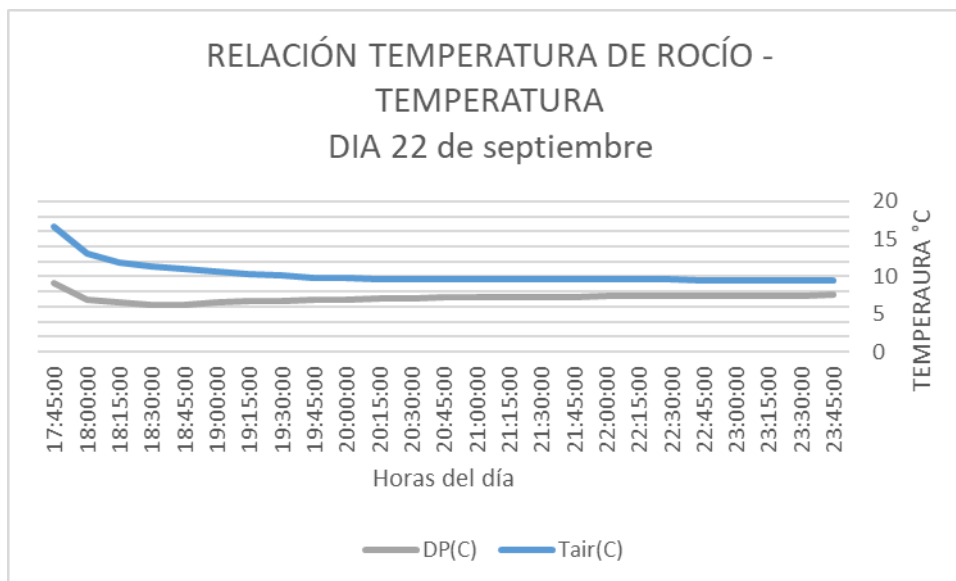
En el siguiente gráfico se puede ver cómo va disminuyendo la temperatura ambiente de los 16.6°C a los 9.5°C, aumentando igualmente la humedad relativa en el departamento desde los 61.3% a los 87,5%



Fuente: elaboración propia.

Gráfico 5: Relación temperatura ambiente – humedad relativa, Constructora Ebco, día 22 septiembre.

Igualmente podemos ver el comportamiento del delta de temperatura o lo que es lo mismo la relación entre la temperatura del punto de rocío con respecto a la temperatura ambiente moviéndose desde los 7.5°C a las 17:45 hasta los 1.9°C a las 23:45.



Elaboración propia.

Gráfico 6: Gráfico comportamiento del delta de temperatura, Constructora Ebco, día 22 septiembre.

Los valores antes visto, si se revisa en los datos obtenidos el día 23 (anexo 13), como continuidad de los datos tomados por el higrómetro de ambiente, se puede apreciar que el delta continúa disminuyendo hasta alcanzar 1.7°C , a las 3:30 de la madrugada, aumentando la humedad relativa hasta los 89.2%.

De los 29 registros de datos, obtenidos con el higrómetro de superficie, durante los 21 días de toma de mediciones en la obra Vista Volcanes, en 7 registros se puede ver el correcto funcionamiento del deshumidificador, esto se aprecia claramente al ver como disminuye los valores de la humedad relativa aumentando el delta entre la temperatura ambiente y la temperatura del punto de rocío.

Del resto de los 22 registros con datos, estos se aprecian claramente que el deshumidificador no estuvo funcionando de los cuales en 8 mediciones ocurre lo ocurrido el día 23 y en 13 registros que si bien el higrómetro de superficie tomó datos correctamente el deshumidificador no; así tenemos por ejemplo los datos tomados del día 6 al 13 de octubre y que aparecen en los anexos del 20 al 26 de este informe.

Por último, si analizamos los valores promedios de la disminución de humedad de las superficies tomadas durante los 16 días que se tienen datos podemos ver según la siguiente tabla que el promedio por cada una de los tipos de ambiente es muy similar, siendo superior

las superficies del dragón de calor, al llegar al 39.6% por sobre los 35.1% de la temperatura ambiente y los 34.8% del deshumidificador; con la salvedad que por las características del equipo el dragón de calor en su proceso de secado genera cierta cantidad de vapor producto de la combustión del combustible que se quema en su funcionamiento.

EQUIPO	TEMPERATURA SUPERFICIE	TEMPERATURA SUPERFICIE	TEMPERATURA SUPERFICIE	% HUMEDAD MÁXIMA	% HUMEDAD MINIMA	% HUMEDAD PROMEDIO	Material Superficie	Disminución Promedio % Humedad
	MAXIMA	MINIMA	PROMEDIO					
Dragón de Calor	24,4	18,8	22,3	19,6	4,8	10,8	volcanita	39,6
Dragón de Calor	24,4	19,2	22,3	7,7	3,1	5,1	Hormigón	
Deshumidificador	20,0	17,1	18,6	26,0	6,7	15,3	volcanita	34,8
Deshumidificador	19,4	17,2	18,3	7,0	3,2	5,0	Hormigón	
Temperatura Ambiente	20,0	17,8	18,8	25,5	7,6	15,3	volcanita	35,1
Temperatura Ambiente	19,6	17,6	18,6	6,8	3,1	4,8	Hormigón	

Elaboración propia.

Tabla 15: Análisis comparativo general de la disminución de humedad en las superficies.

No obstante, si solo tomamos de referencia por ejemplo los días 4 y 5 de octubre, en los cuales el deshumidificador estuvo trabajando prácticamente todo el día y las condiciones para las tomas de datos en los tres departamento de muestreo, fueron bastantes correcto, podemos apreciar, se puede apreciar que como promedio en las superficies donde se encontraba el deshumidificador se logró disminuir un 37.7% por sobre el dragón de calor que se disminuyó un 34.6% y el departamento a temperatura ambiente un 30.2%; y según datos del higrómetro de ambiente el día 5 como promedio se logra disminuir la humedad relativa en un 19%.

EQUIPO	TEMPERATURA SUPERFICIE	TEMPERATURA SUPERFICIE	TEMPERATURA SUPERFICIE	% HUMEDAD MÁXIMA	% HUMEDAD MINIMA	% HUMEDAD PROMEDIO	Material Superficie	Disminución Promedio % Humedad
	MAXIMA	MINIMA	PROMEDIO					
Dragón de calor	24,5	20,6	23,2	10,5	5,0	7,5	VOLCANITA	27,8
	24,6	20,6	22,6	6,7	3,2	4,9	HORMIGÓN	
Dehumidificador	20,1	18,5	19,2	12,8	4,3	7,0	VOLCANITA	37,7
	20,0	18,2	19,2	6,9	3,4	4,8	HORMIGÓN	
Temperatura Ambiente	19,7	18,5	18,9	10,5	4,9	6,8	VOLCANITA	27,4
	19,7	18,5	19,0	6,6	3,6	5,3	HORMIGÓN	
Dehumidificador	21,8	19,2	20,4	27,0	6,2	16,2	VOLCANITA	37,7
	21,8	19,2	20,5	19,0	5,1	12,3	HORMIGÓN	
Dragón de calor	25,4	18,7	23,1	23,4	4,1	12,5	VOLCANITA	41,4
	25,9	18,8	23,4	10,1	3,5	6,4	HORMIGÓN	
Temperatura Ambiente	19,9	18,3	18,9	29,9	6,9	18,7	VOLCANITA	32,9
	19,7	18,3	19,0	6,6	3,1	4,7	HORMIGÓN	

Elaboración propia.

Tabla 16 Análisis comparativo de la disminución de humedad en las superficies, días 4 – 5 de octubre.

5.2- Estudio en Terreno (Obra Axis DC Altos de Reloncaví)

Axis DC es una empresa localizada en la ciudad de Puerto Montt, la cual, se destaca por ser una empresa comprometida con la sostenibilidad y excelencia la calidad de sus obras; que ha logrado obtener prestigio en su trayectoria constructiva.

En esta ocasión la empresa contaba con la ejecución de tres torres en construcción que disponen de cinco pisos habitacionales cada una. Para el desarrollo de la investigación se utilizó para el análisis el edificio denominado torre 1, el cual contaba con 7 departamentos los cuales a su vez contenían 3 modelos diferentes que se replicaban al subir los niveles edificados.

Modelo	Departamentos	M²
Tipo A	106	113,41
Tipo B	105	77,51
Tipo B	104	76,72

Fuente elaboración propia.

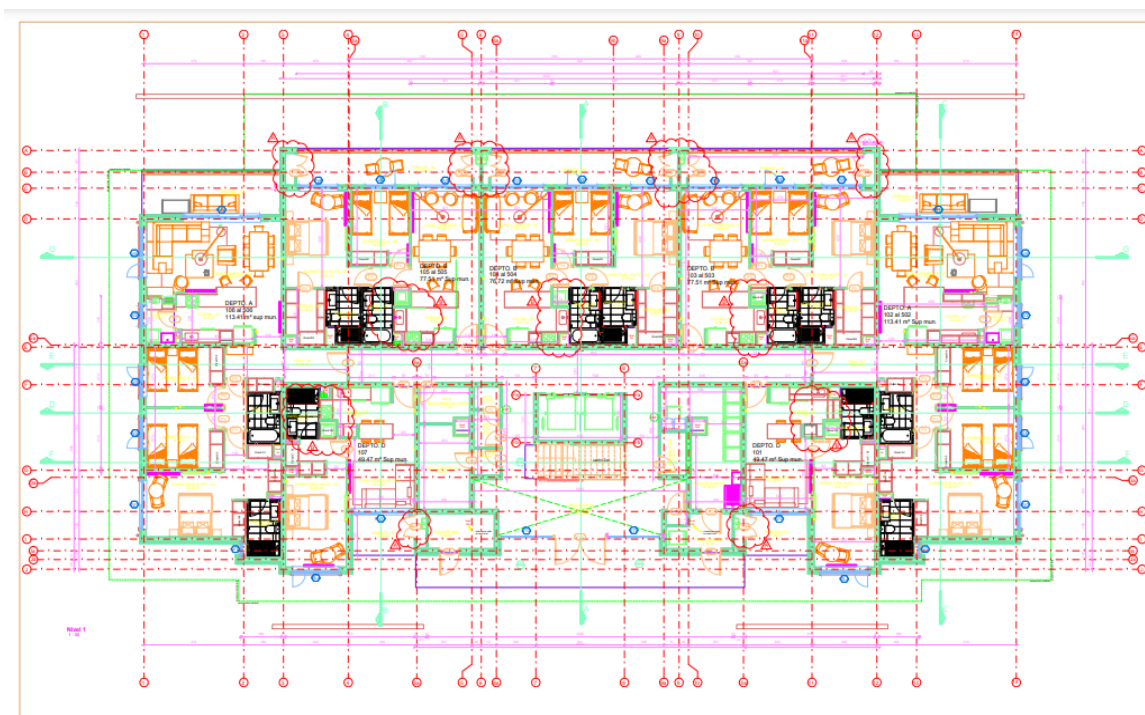
Tabla 17: Tipología de la Torre 1, número de departamentos medidos y metros cuadrados.

Para la realización del estudio en la constructora Axis DC con el proyecto de Alto Reloncaví, se contempló un periodo de tiempo desde el 21 de noviembre hasta el día 5 de diciembre del año 2022 para la obtención de datos obtenidos en terreno.

En la empresa Axis DC, se realizó un estudio de dos semanas consecutivas, en las cuales se midieron 3 departamentos los cuales fueron los departamentos 106 (Deshumidificador), departamento 105 (Dragón de Calor), departamento 104 (Temperatura ambiente).

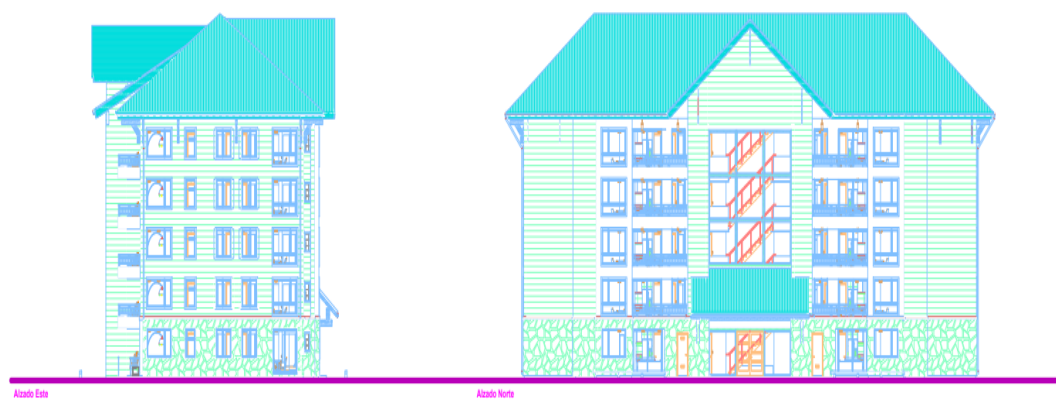
Los departamentos fueron estudiados por dos semanas con el mismo equipo diariamente hasta finalizar el estudio, para así obtener datos verídicos en secuencia de dos semanas seguidas, los departamentos contaban con ventanas y puertas provisionales para lograr una aislación de los departamentos en estudio.

La recopilación de datos dio inicio el día lunes 21 de noviembre en horario de las 09:00 am hasta las 18:00 pm aproximadamente, esta modalidad se utilizó durante todo el desempeño de la investigación.



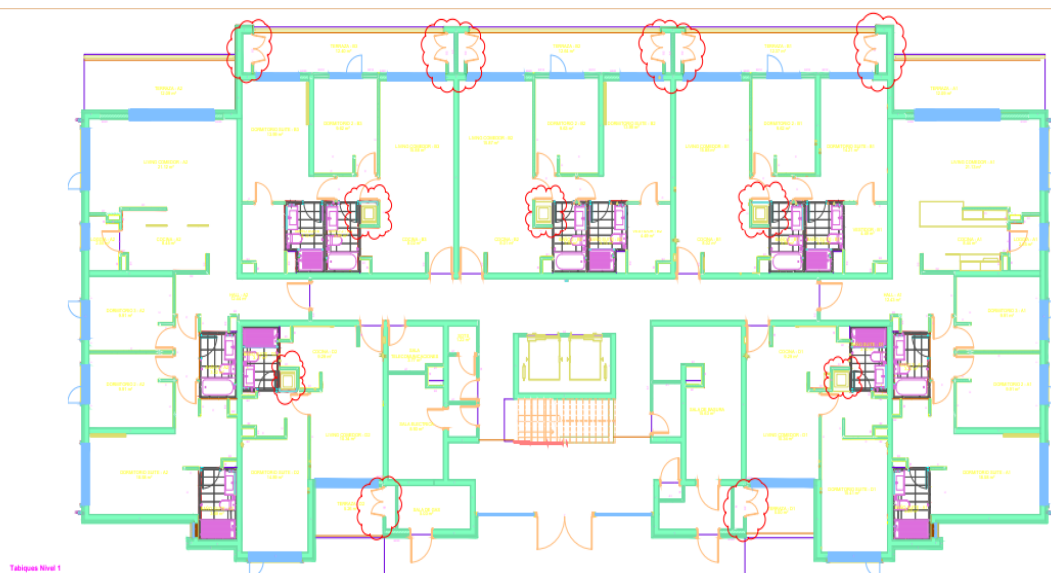
Fuente Constructora AXIS. DC

Figura 15: Planta General obra Alto Reloncaví, constructora Axis DC.



Fuente Constructora AXIS DC

Figura 16: Alzado Norte y alzado Este obra Alto Reloncaví, constructora Axis DC.



Fuente Constructora AXIS:DC

Figura 17: Planta de tabiquería nivel 1 obra Alto Reloncaví, constructora Axis DC

5.2.1. Análisis de datos de obra. Constructora Axis DC.

En el proyecto Alto Reloncavi de la constructora Axis DC, se tomaron datos durante 21 días con el higrómetro de ambiente y 16 días con el higrómetro de superficies; el desglose de la toma de datos es la siguiente manera:

DIAS DE TOMA DE DATOS		14 DÍAS		
HIGROMETRO DE AMBIENTE	14 DIAS	NOVIEMBRE	9 DIAS	9 mediciones
		OCTUBRE	5 DIAS	5 mediciones
HIGROMETRO DE SUPERFICIE	5 DÍAS	Deshumidificador, Dragón de calor y Temperatura Ambiente		1 DIAS
		Temperatura Ambiente - deshumidificador		1 DIAS
		Temperatura Ambiente – Dragón de calor		2 DIAS
		Temperatura ambiente		1 DIA
		Deshumidificador		1 DIA

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18: Desglose días con tomas de datos, proyecto Alto de Reloncavi Constructora Axis DC.

Con los modelos obtenidos producto de la toma de datos con el higrómetro de superficie se filtraron los valores de máxima, mínima y promedio de temperatura y % de humedad relativa, en aquellos departamentos donde se encontraba tomando lectura, obteniendo una tabla por día como se muestran en los anexos del 29 al 32. Si analizamos por ejemplo la tabla del anexo 29, correspondiente al día 22 de noviembre en donde se tomaron datos en los departamentos 104 a temperatura ambiente, 105 con dragón de calor y 106 con deshumidificador nos da los siguientes valores de la tabla:

Dpto.	Temperatura Superficie máxima	Temperatura Superficie mínima	Temperatura Superficie Promedio	% Humedad Máximo	% Humedad Mínimo.	% Humedad Promedio.	Superficie
104	20.4	19.3	19.7	15.5	6.7	10.1	Volcanita
104	21.0	19.7	20.3	2.8	2.4	2.6	Hormigón
105	20.5	19.7	20.0	17.4	5.5	10.2	Volcanita
105	20.8	20.3	20.5	3.2	2.4	2.7	Hormigón
106	19.3	18.6	19.3	12.9	5.5	9.5	Volcanita
106	19.6	19.1	20.0	3.8	2.4	2.7	Hormigón

Elaboración propia.

Tabla 19: Valores promedio por superficie.

Al centramos en los valores de los % de humedad y analizamos los valores de humedad máximo y los comparamos con los de humedad promedio, se puede ver por ejemplo que en el departamento 105 (dragón de calor) la humedad se logra disminuir un 41.7% en la volcanita y un 14.6% en el hormigón disminuyendo entre los dos materiales la humedad un 28.1%. Por su parte en el departamento 106 (deshumidificador) se disminuye la humedad de un 26.2 en la volcanita y un 30% en el hormigón para un promedio entre las dos superficies igualmente de 28.1%. Por su parte en el departamento 104, con los datos obtenidos ese día nos da que la humedad de la superficie promedio se disminuye en la volcanita un 34.5 % y en el hormigón un 10.1% por lo que ese día de manera natural se disminuye la humedad un 22.3%.

Si analizamos los datos obtenidos con el higrómetro de ambiente los días 22 y 23 de noviembre en el departamento 106 (Anexo 32), se puede apreciar como el día 22 los

valores de la humedad relativa y la temperatura ambiente se mantiene prácticamente constante a lo largo de toda la tarde – noche.

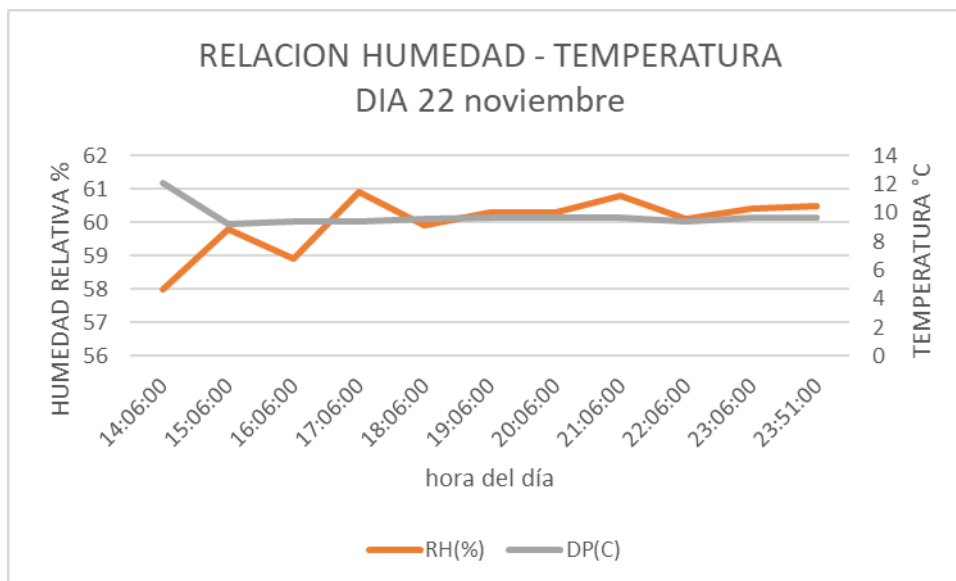
DATE	TIME	Tair(°)	RH(%)	DP(C)	DATE	TIME	Tair(°)	RH(%)	DP(C)
22-11-2022	14:06:00	20,6	58	12,1	22-11-2022	19:21:00	17,5	60,8	9,8
22-11-2022	14:21:00	17,7	56	8,8	22-11-2022	19:36:00	17,5	60,6	9,8
22-11-2022	14:36:00	17,2	62,1	9,8	22-11-2022	19:51:00	17,5	60,6	9,8
22-11-2022	14:51:00	17,1	58,7	8,9	22-11-2022	20:06:00	17,5	60,3	9,7
22-11-2022	15:06:00	17,1	59,8	9,2	22-11-2022	20:21:00	17,4	59,8	9,5
22-11-2022	15:21:00	17,2	59	9,2	22-11-2022	20:36:00	17,4	60,1	9,6
22-11-2022	15:36:00	17,3	59,8	9,4	22-11-2022	20:51:00	17,4	60	9,6
22-11-2022	15:51:00	17,3	61	9,7	22-11-2022	21:06:00	17,4	60,8	9,7
22-11-2022	16:06:00	17,6	58,9	9,4	22-11-2022	21:21:00	17,4	60,4	9,7
22-11-2022	16:21:00	17,3	59,4	9,3	22-11-2022	21:36:00	17,3	60,4	9,6
22-11-2022	16:36:00	17,1	62,5	9,8	22-11-2022	21:51:00	17,4	60,5	9,7
22-11-2022	16:51:00	16,7	67,1	10,6	22-11-2022	22:06:00	17,3	60,1	9,4
22-11-2022	17:06:00	17,1	60,9	9,4	22-11-2022	22:21:00	17,4	60	9,6
22-11-2022	17:21:00	17,3	60,4	9,6	22-11-2022	22:36:00	17,4	60,3	9,7
22-11-2022	17:36:00	17,3	60,8	9,7	22-11-2022	22:51:00	17,4	60,2	9,6
22-11-2022	17:51:00	17,4	60,5	9,7	22-11-2022	23:06:00	17,4	60,4	9,7
22-11-2022	18:06:00	17,5	59,9	9,6	22-11-2022	23:21:00	17,3	60,1	9,5
22-11-2022	18:21:00	17,6	60,1	9,7	22-11-2022	23:36:00	17,4	60,1	9,7
22-11-2022	18:36:00	17,5	59,3	9,5	22-11-2022	23:51:00	17,4	60,5	9,7
22-11-2022	18:51:00	17,5	60	9,7					
22-11-2022	19:06:00	17,4	60,3	9,7					

Elaboración propia

Tabla 20: Datos obtenidos del higrómetro de superficie, Obra Alto de Reloncavi día 22 noviembre.

Así mismo como el deshumidificador se ha mantenido trabajando durante todo el día – noche, el delta de temperatura entre la temperatura ambiente y la temperatura del punto de rocío, se ve que parte con un valor de 8.1°C, a las 14:06 hasta las 16:06 momento en que estimamos que se ha llenado el depósito del equipo llegando la humedad relativa a su nivel más bajo (58.9%) hasta las 16:51 que se debe de haber vaciado el depósito del deshumidificador, subiendo la humedad a los 67.1% disminuyendo el delta de temperatura a los 6.1°C. a partir de ese momento la humedad se mantiene estable alrededor del 60% y el delta de temperatura entre los 7.6 y los 7.9°C.

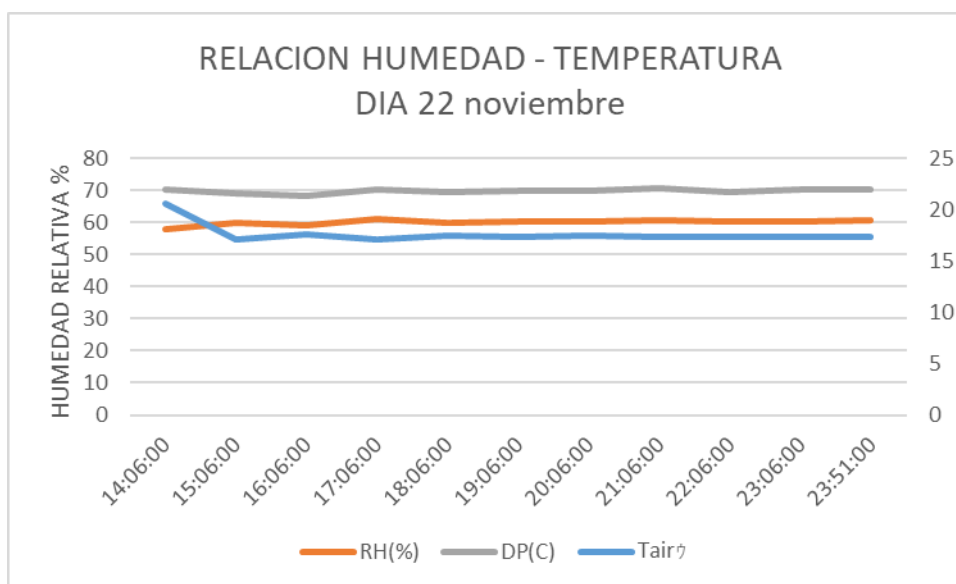
En el siguiente gráfico se puede observar como a partir de las 16:30 aproximadamente y durante toda la noche la humedad se mantiene estable entre el 60 – 61%.



Elaboración propia.

Gráfico 7: Relación humedad relativa – temperatura tarde noche del 22 noviembre.

Así mismo en el gráfico a continuación se puede observar el comportamiento de la temperatura ambiente, la cual disminuye inicialmente de 20.6 a 17.1, para después mantenerse de manera constante, mientras que la temperatura del punto de rocío al igual que la humedad relativa se mantienen constante prácticamente toda la tarde – noche.



Elaboración propia.

Gráfico 8: Relación temperaturas ambiente y de punto de rocío con respecto a la humedad relativa.

Ahora bien, si analizamos los datos obtenidos con el higrómetro de superficie realizando el filtro de los valores de máxima, mínima y promedio de temperatura y % de humedad relativa, correspondiente al día 24 de noviembre (Anexo 30), en los departamentos 104 (temperatura ambiente) y 106 (deshumidificador) nos da la siguiente tabla:

Dpto.	Temperatura Superficie máxima	Temperatura Superficie mínima	Temperatura Superficie Promedio	% Humedad Máximo	% Humedad Mínimo.	% Humedad Promedio.	Superficie
104	17.7	17.1	17.4	16.4	3.7	9.9	Volcanita
104	17.6	17.3	17.4	2.9	2.3	2.6	Hormigón
105	18.2	17.1	17.8	13.8	8.2	7.1	Volcanita
105	18.3	16.9	17.7	3.5	2.4	2.7	Hormigón

Elaboración propia.

Tabla 21: Valores promedio por superficie, día 24 noviembre Constructora Axis DC.

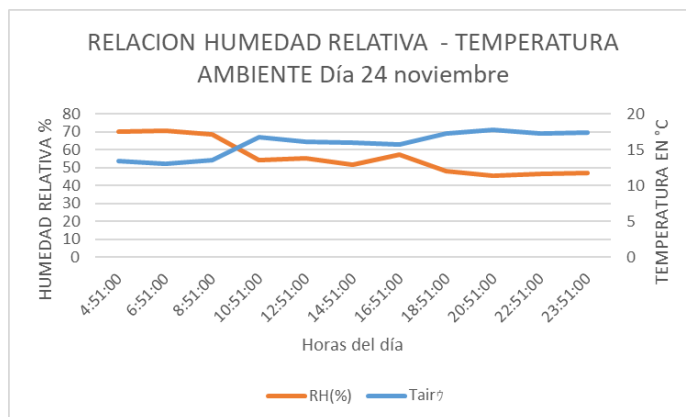
Este día solo se tomó datos en dos departamentos dado que existió algunos problemas para poder poner en funcionamiento el dragón de calor, no obstante, al centramos en los valores de los % de humedad y analizamos los valores de humedad máximo y los comparamos con los de humedad promedio, se puede ver por ejemplo que en el departamento 106 (deshumidificador) la humedad se logra disminuir un 48.7% en la volcanita y un 23.3% en el hormigón disminuyendo entre los dos materiales la humedad un 36%. Por su parte en el departamento 104 (temperatura ambiente) se disminuye la humedad de un 39.5% en la volcanita y un 12.6% en el hormigón para un promedio entre las dos superficies de 26.0%. De todos los datos obtenidos, los del día 24 de noviembre en la obra de Altos de Reloncavi de la Constructora Axis DC, tercer día que se tomó datos, sin duda corresponden a los más favorables, al obtener el menor de todos los valores de humedad relativa correspondiente a 44.8% a las 21:51 de la noche, obteniendo además ese día un valor promedio de humedad relativa de 58.4% y el mayor valor con respecto al delta de temperatura siendo en este caso de 12.2°C, en el anexo 34 se pueden ver todos los datos de ese día.

24-11-2022	18:06:00	15,9	54	6,6
24-11-2022	18:21:00	16,3	51,4	6,2
24-11-2022	18:36:00	16,9	52,9	7,2
24-11-2022	18:51:00	17,3	48,2	6,2
24-11-2022	19:06:00	17,5	47,6	6,2
24-11-2022	19:21:00	17,4	47,3	6,1
24-11-2022	19:36:00	17,5	47,1	6,1
24-11-2022	19:51:00	17,6	47,1	6,2
24-11-2022	20:06:00	17,8	45,9	6
24-11-2022	20:21:00	17,9	46,3	6,2
24-11-2022	20:36:00	17,9	45,8	6,1
24-11-2022	20:51:00	17,8	45,3	5,8
24-11-2022	21:06:00	17,6	45,1	5,6
24-11-2022	21:21:00	17,7	45,6	5,8
24-11-2022	21:36:00	17,6	46,1	5,9
24-11-2022	21:51:00	17,6	44,8	5,4
24-11-2022	22:06:00	17,6	45,8	5,7
24-11-2022	22:21:00	17,4	45,4	5,5
24-11-2022	22:36:00	17,5	46,5	5,9
24-11-2022	22:51:00	17,3	46,5	5,8
24-11-2022	23:06:00	17,5	46,8	6
24-11-2022	23:21:00	17,5	47,1	6,1
24-11-2022	23:36:00	17,4	47	6
24-11-2022	23:51:00	17,4	47	6,1

Elaboración propia

Tabla 22: Datos obtenidos del higrómetro de superficie, Obra Alto de Reloncavi día 24 noviembre.

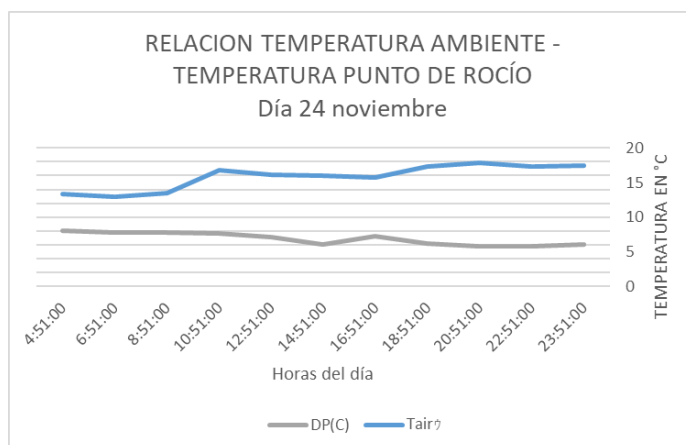
En el siguiente gráfico, se puede apreciar el comportamiento de la humedad relativa con respecto a la temperatura ambiente, en donde se ve claramente como a las 4:51 la temperatura ambiente era de tan solo 13.4°C con una humedad relativa del 70.3%, aumentando progresivamente llegando a las 10:51 a los 16.8°C, disminuyendo la humedad relativa a los 54.4%, llegando a las 21:51 a los 17.6°C disminuyendo la humedad relativa a 44.8%. El resto de la noche e incluso gran parte de la madrugada del día 25 la humedad de mantiene por debajo del 60%.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 9: Relación entre humedad relativa y temperatura ambiente, día 24 noviembre, Constructora Axis DC.

En el siguiente gráfico se puede ver cómo como aumenta el delta de temperatura con el transcurso del día llegando a 12.2°C disminuyendo la posibilidad de condensación de las superficies de los muros y con ello la disminución de la humedad relativa.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 10: Relación entre temperatura ambiente y temperatura punto de rocío, día 24 noviembre, Constructora Axis DC.

Si se hace un resumen y analizamos los datos obtenidos por el higrómetro de ambiente podemos ver claramente cómo se comportan el deshumidificador; así por ejemplo los fines de semanas como en la obra no se trabaja, al llenarse el depósito de agua se detiene el equipo por lo que los valores de humedad relativa comienzan a subir paulatinamente. Durante la primera semana al ir disminuyendo los valores de la temperatura ambiente se debe ir aumentando los valores de humedad relativa, sin embargo, como ya se dijo el jueves

24 fue el día que se obtuvo el menor valor de humedad relativa 44.8%, con el mayor valor de delta de temperatura 12.2°C.

La segunda semana si bien comienza con valores de temperatura ambiente más bajos que la semana que le precede, y por ende valores de humedad relativa algo más altos, esta humedad continua bajando hasta obtener los días miércoles y jueves los resultados más bajos de humedad relativa a pesar de que la temperatura continua disminuyendo; debido a que se ha ido eliminando constantemente y poco a poco la humedad existente en el ambiente el día miércoles se obtienen unos valores de humedad relativa, prácticamente constante presentando valores máximos del orden de los 65.3% y mínimo del orden de los 54.9%, todo lo anterior sin tener en cuenta el aporte o no de humedad por el correcto funcionamiento de la obra. Ese día 20 de noviembre por ende se obtiene el delta de temperatura más alto de la semana con un 7.2°C y si se compara el valor de la humedad relativa máxima del día con respecto a la humedad promedio se puede apreciar que esta se ha disminuido ese día un 10.0.

TEMP MAXIMO (°c)	RH MAXIMO (%)	DP MAXIMO (°C)	TEMP MINIMO (°c)	RH MINIMO (%)	DP MINIMO (°C)	TEMP PROMEDIO (°c)	RH PROMEDIO (%)	DP PROMEDIO (°C)	FECHA
20,6	67,1	12,1	16,7	56	8,8	17,4	60,3	9,7	22-nov-22
18,9	82,8	11,7	14,6	54,9	9,2	16,8	66,9	10,5	23-nov-22
17,9	73,1	9,2	13	44,8	5,4	15,4	58,4	7,1	24-nov-22
17,5	71,2	10,8	14,3	46,4	5,7	15,8	61,3	8,2	25-nov-22
16,2	77,9	11,5	14,2	68,1	9,3	15,2	72,1	10,2	26-nov-22
15,2	82,2	11,3	13,8	63,8	8,4	14,5	76,3	10,3	27-nov-22
17,6	78,8	12,4	14,2	67,6	9,3	15,9	73	11,1	28-nov-22
17,2	73,6	12,1	15,3	60,5	7,7	16,5	68,5	10,7	29-nov-22
15,2	65,2	8,7	13,5	54,9	5,3	14,6	60,3	7	30-nov-22
15,1	67,3	8,7	13,7	58,4	6	14,5	63,4	7,6	01-dic-22
17,2	79,8	13,1	14,5	63	7,8	15,6	70,1	10,2	02-dic-22
16,8	84,6	12,7	14,3	69,4	10,6	15,2	78,8	11,5	03-dic-22
15,6	80,1	12,1	14,2	70,3	9,6	14,9	76,3	10,8	04-dic-22
16,8	79,8	11,6	14,6	65,5	10,3	14,9	78,1	11,1	05-dic-22

Elaboración propia.

Tabla 23: Relación del comportamiento de la temperatura ambiente, humedad relativa, y temperatura del punto de rocío Constructora Axis DC.

5.3- Comparativa de Costos de uso de Equipos

El proceso de levantamiento de datos en terreno de las mediciones que se realizaron, servirá para poder obtener una idea del comportamiento de las superficies de cada material a la hora de tomar datos sin embargo, el deshumidificador y el dragón de calor, implica unos costos de uso y/o mantención valiosa y necesaria para intentar mejorar el rendimiento del

en situ de las faenas, de manera que nos permitirá proyectar de forma precisa los tiempos y costos que se quiere para cada obra, logrando llevar a cabo cada uno de los proyectos futuro. *En ningún caso se ha considerado el costo asociado por concepto de M.O. necesario para mover o desplazar los distintos equipos.*

5.3.1- Consumo energético del Deshumidificador

El deshumidificador fue utilizado en las constructoras EBCO y Axis DC, y se utilizó en EBCO por un periodo de 2 meses. En tanto que, en Axis DC se utilizó por un periodo de dos semanas consecutivas. El deshumidificador solo genera un gasto energético eléctrico y no necesita de combustible o gas para su utilización.

El consumo energético del Deshumidificador equivale a 1,4 kw/h, si consideramos una media de 20 horas diarias, sin considerar unas 4 horas durante la madrugada por el llenado del depósito. Por lo tanto, diariamente se estima un consumo de 28 kw/día.

Para el cálculo del consumo energético en 1 mes, se contempla 22 días hábiles laborales lo que da un consumo total de 616 kw/mes.

El gasto total de 1 mes con la utilización del deshumidificador, se lleva a cabo considerando que el valor de 1 kwh equivale a 250 pesos por kw/h (según la comisión nacional de energía, que describe: que quienes registren un consumo superior a 1000 kw tendrá un costo de 2.5 pesos por kwh). Por lo cual, en relación a los 616 kw que consume el equipo en un mes, el equipo consume un total de \$154.000 pesos mensuales.

CONSUMO DESHUMIDIFICADOR EN ENERGIA			
Consumo potencia Máxima	1,4 kw	20 h	28 kwh/día
Consumo en 1 Mes	28 kw	22 días laborales (1 mes)	616 kwh/mes
Costo en 1 mes	\$ 250 pesos x kwh	616 kw por mes	\$ 154.000

Fuente elaboración propia.

Tabla 24: Consumo energético del Deshumidificador y costo por 1 mes de uso.

5.3.1.1- Costo por adquisición del equipo (deshumidificador)

El deshumidificador por condensación tiene un costo de \$1.350.000 pesos IVA incluido (en empresa Trotec Chile).

5.3.2- Consumo energético del Turbo Calefactor

El turbo calefactor fue utilizado en la constructora EBCO, y se utilizó por un periodo de 2 meses. El turbo calefactor genera un gasto de energía eléctrica, además de necesitar de combustible (diésel), para la utilización del equipo.

La potencia eléctrica del turbo calefactor equivale a 0.34 kw, considerando que son 9 horas laborales para la obra, se concluye un consumo diario de 3.06 kw por día

Para el cálculo del consumo energético en 1 mes, se contempla 22 días hábiles laborales lo que da un consumo total de 67.32 kw mes.

El gasto energético total de 1 mes con la utilización del turbo calefactor, se lleva a cabo considerando que el valor de 1 kw/h equivale a 250 pesos por kw/h (según la comisión nacional de energía, que describe: que quienes registren un consumo superior a 1000 kw tendrá un costo de 2.5 pesos por kwh). Por lo cual, en relación a los 67.32 kw que consume el equipo en un mes, el equipo consume un total de \$16.830 pesos mensuales

CONSUMO DEL TURBO CALEFACTOR EN ENERGIA			
Consumo en 1 Día	0.34 kw	9 h	3.06 kw/h
Consumo en 1 Mes	3.06 kwh	22 días	67.32 kw/mes
Costo en 1 mes	\$ 250	67.32 kw mes	\$ 16.830

Fuente elaboración propia.

Tabla 25: Consumo energético del turbo calefactor y costo por 1 mes de uso.

5.3.2.1- Costo por adquisición del equipo (turbo calefactor)

El turbo calefactor tiene un costo de \$439.990 pesos IVA incluido (en empresa Krafter Chile).

5.3.2.2- Consumo del diésel del Turbo Calefactor

El turbo calefactor para su funcionamiento necesita un aporte de combustible, el cual, para este modelo es Diésel.

Según las especificaciones técnicas del equipo, el turbo calefactor requiere de 4 L/h, en consideración de que la obra EBCO trabaja 9 h en 1 día laboral el equipo consumía un total de 36 L/día

Para calcular consumo del turbo calefactor en 1 mes laboral se consideraron 22 días hábiles laboral, dando un total de un consumo de 792 l mes.

En el mes de diciembre del año 2022 el diésel en la bencinera Copec tiene un costo de \$1.216 pesos por litro, esto multiplicado al consumo de 1 mes de uso del turbo calefactor da un total de \$963.072 pesos por consumo de diésel en 1 mes de uso del turbo calefactor.

CONSUMO DEL TURBO CALEFACTOR (DIÉSEL)			
Consumo en 1 Día	4 l/h	9 h	36 l/día
Consumo en 1 Mes	36 l/día	22 días laborales	792 l/mes
Costo en 1 mes	\$ 1.216 l	792 l/mes	\$ 963.072

Fuente elaboración propia.

Tabla 26: Consumo de diésel en litros y costo por el uso del turbo calefactor.

5.3.3- Consumo energético del Dragón de Calor

El dragón de calor fue utilizado en la constructora Axis DC, y se utilizó por un periodo de 2 semanas. El dragón de calor genera un gasto eléctrico y también necesita de la utilización de gas, para la utilización del equipo.

La potencia eléctrica del dragón de calor equivale a 0.34 kw, considerando que son 9 horas laborales para la obra, se concluye un consumo diario de 3.06 kw día.

Para el cálculo del consumo energético en 1 mes de uso del dragón de calor, se contempla 22 días hábiles laborales lo que da un consumo total de 67.32 kw mes.

El gasto energético total de 1 mes con la utilización del dragón de calor, se lleva a cabo considerando que el valor de 1 kw/h equivale a 250 pesos por kw/h (según la comisión nacional de energía, que describe: que quienes registren un consumo superior a 1000 kw tendrá un costo de 2.5 pesos por kwh). Por lo cual, en relación a los 67.32 kw que consume el dragón de calor en un mes, es de \$16.830 pesos mensuales.

CONSUMO DEL DRAGON DE CALOR EN ENERGIA			
Consumo potencia	0.34 kw	9 h	3.06 kw/día
Consumo en 1 Mes	3.06 kw día	22 días	67.32 kw/mes
Costo en 1 mes	\$ 250 kw	67.32 kw por mes	\$ 16.830

Fuente elaboración propia.

Tabla 27: Consumo energético del dragón de calor y costo por 1 mes de uso.

5.3.3.1- Costo por adquisición del equipo (dragón de calor)

El dragón de calor tiene un costo de \$199.990 pesos IVA incluido (en empresa Krafter Chile).

5.3.3.2- Consumo de gas del Dragón de Calor

El dragón de calor necesita de una fuente de energía, además de necesitar del uso de gas para su funcionamiento.

Según las especificaciones técnicas del equipo, el dragón de calor requiere de 2,18 l/h, en consideración de que la obra Axis DC trabaja 9 h en 1 día laboral el equipo consume un total de 19,62 l/h.

Para calcular consumo del dragón de calor en 1 mes laboral se consideraron 22 días hábiles laboral, dando un total de un consumo de 431,64 l/mes.

Para calcular el total de galones a utilizar se dividen los 431,64 l/mes con los 37,09 l que contiene 1 galón de gas, dando un total de 12 galones de gas en un mes.

En el mes de diciembre del año 2022 el gas tiene un costo de \$27.000 pesos en la distribuidora Abastible. Esto multiplicado por los 12 galones de gas que se consumen en 1 mes de uso del dragón de calor da un total de \$324.000 pesos por consumo de gas en 1 mes de uso del dragón de calor.

CONSUMO DEL DRAGON DE CALOR (GAS)					
Consumo en 1 Día	2,18	L/h	9	h	19,62
Consumo en 1 Mes	19,62	L/Día	22	Días laborales (1 mes)	431,64
Total, de galones	431,64	L/Mes	37,09	Cantidad galón de gas	12
Costo en 1 mes	\$ 27.000	pesos x 1 galón	12	Gasto por 1 Mes	\$ 324.000

Fuente elaboración propia.

Tabla 28: Consumo de diésel en litros y costo por el uso del turbo calefactor.

Como resumen, el deshumidificador como equipo es el que posee mayor costo para su adquisición, \$1.350.000, contra el dragón de calor cuya compra sería la más económica con un valor de \$199.990. ahora bien, si tenemos en cuenta el costo por su operación o explotación en la obra el deshumidificador sería el más económico por su bajo consumo eléctrico de tan solo \$7.000 diario. Otro elemento a tener en cuenta en su explotación sería que los deshumidificadores uno en los departamentos solo los colocas y la única precaución

sería cada 5 – 6 horas pasar a vaciar el depósito del agua, sin embargo, el calefactor o el dragón de calor cada 45 – 60 minutos se debe de cambiar la ubicación del mismo, según la ubicación del equipo para evitar el exceso de calor en alguna superficie tan directamente.

Si bien, el costo de un deshumidificador no es menor, para una obra/empresa que se dedique a realizar obras de esta envergadura, en donde los gastos generales en muchas ocasiones pasa de los 15 millones por meses, y teniendo en cuenta que dicha compra se prorrata con otras obras de la misma empresa y viendo que su utilización mejora considerablemente la disminución de la humedad relativa, con lo cual va a disminuir los tiempos de ejecución de las obras y con ello evitar el aumento de los tiempos de ejecución o retrasos se recomienda la posible compra de los mismos.

	DESHUMIDIFICADOR	CALEFACTOR DE ENERGÍA	DRAGÓN DE CALOR
COSTO EQUIPO	\$1.350.000	\$439.990	\$199.990
CONSUMO ELÉCTRICO (mes)	\$154.000	\$16.830	\$16.830
CONSUMO DIESEL (mes)		\$963.072	
CONSUMO DE GAS (mes)			\$324.000
COSTO CONSUMO MENSUAL	\$154.000	\$979.902	\$340.830
COSTO CONSUMO DIARIO	\$7.000	\$44.541	\$15.492

Elaboración propia

Tabla 29: Resumen Consumo equipos.

VI- CONCLUSIONES

Este estudio tenía la finalidad de comparar tres tecnologías y demostrar cuál de ellas, aumentaba o no la productividad de las obras disminuyendo tiempos de secado de las superficies, aumentando la temperatura de las mismas disminuyendo la humedad relativa, aumentando la diferencia existente entre la temperatura de la superficie y la temperatura del punto de rocío, utilizando para ello la obtención de datos in situ de manera verídica, estimando la rentabilidad de los mismos. Los equipos y/o tecnologías en estudio fueron el deshumidificador por condensación, dragón de calor o turbo calefactor y el secado natural; de lo cual se concluyó lo siguiente.

De los análisis realizados se dedujo lo siguiente:

Según el uso del equipo:

- El deshumidificador por condensación, es muy eficiente al lograr disminuir la humedad relativa de los departamentos siempre que fue utilizado correctamente, aumentando el delta o diferencia de calor entre la temperatura de las superficies y la temperatura del punto de rocío, proceso que se puede incrementar si se logra una ventilación cruzada con la ayuda de un ventilador. ***Además, se logra disminuir y controlar los porcentajes de humedad de manera progresiva.***
- El dragón de calor y el turbo calefactor, lograron aumentar la temperatura ambiente, la temperatura de las superficies y disminuir la humedad, específicamente en la zona a la que se le proyecta el calor del equipo, pero en su funcionamiento al quemar el combustible genera vapor generando aporte de humedad al recinto aumentando la humedad relativa una vez apagado el equipo Señalar además que en la obra de la constructora Ebco, se encontró inconvenientes al momento de realizar las toma de datos, ya que, no se pudo disponer siempre con el uso del dragón de calor para el estudio en dichos departamentos, debido a la poca coordinación y disponibilidad para el desplazamiento del equipo; algo similar ocurrió en la empresa Axis DC, donde se requería del equipo para el secado de departamentos que no se encontraban en condiciones para la realización del estudio.

Según su productividad:

Si analizamos la obra de la Constructora Axis DC, en donde se obtuvo menos cantidad de datos, pero fue más constante al tomarse en el mismo tipo de departamento para cada uno de los ambientes en estudio tenemos que:

- A temperatura ambiente los datos de disminución de la humedad relativa comparando la HR máxima con respecto a la HR en las superficies de volcanita y de hormigón como promedio fue de un 23.7%.
- En el caso del deshumidificador la HR se logra disminuir un 30.3% en las superficies de volcanita y de hormigón, es decir si se compara con el departamento que se encuentra a temperatura ambiente, la HR se disminuye un 28% donde se encuentra trabajando el deshumidificador.
- Por su parte en el departamento que cuenta con la utilización del dragón de calor la disminución de la HR en las superficies de volcanita y de hormigón como promedio correspondió a un 31.3%; reducción que si la comparamos nuevamente con el departamento que se encuentra con datos a temperatura ambiente nos da que este departamento disminuyó un 32% más la HR.

Según el costo de adquisición por equipo:

- El deshumidificador, si bien, tiene un costo más elevado, logra ser mucho más rentable debido a su escaso gasto energético; siendo posible recuperar su inversión a corto plazo en 2 – 3 meses de uso, según las características de la obra y siempre y cuando se logre insertar correctamente en la planificación de la obras, dentro de una correcta secuencia cíclica de la programación de las actividades a desarrollar, siendo necesario un costo adicional muy bajos del orden de los \$80 diarios, por la energía a consumir por el equipo.
- Por su parte tanto el Dragón de Calor, como el Turbo calefactor, logran tener un costo de adquisición mucho menor, pero, son menos rentables debido a la necesidad de utilizar Diésel o Gas, además del gasto energético el cual es, mucho más elevado en relación al deshumidificador.

Con los datos obtenidos en este estudio, hemos podido ver que ambas tecnologías o sistemas de secados son posible de utilizar en las obras en nuestra región, con el

deshumidificador logra aumentar la productividad de la obra al considerar una disminución de la humedad relativa en un 28% más que a temperatura ambiente, por su parte con el dragón de calor o con el turbo calefactor se logra disminuir la HR un 32% con respecto a la temperatura ambiente o dicho de otra manera con ambas soluciones se puede llegar a disminuir aproximadamente 1 día de trabajo con respecto a esperar a que disminuya de manera natural la humedad relativa.

El deshumidificador a su vez presenta mejor desenvolvimiento que el resto de los equipos, primero por su bajo consumo energético, desde el punto de vista de la explotación o puesta en marcha de los mismos solo se debe tener en cuenta cada 5 – 6 horas vaciar el depósito donde se condensa el agua que se recoge según la humedad relativa que presente el recinto y tener la precaución de antes de terminar la jornada de trabajo vaciar el depósito para que quede trabajando la mayor cantidad de tiempo posible optimizando más su utilización dado que se apaga automáticamente al llenarse el depósito.

Por su parte si bien como ya hemos dicho tanto el dragón de calor como el turbo calefactor igualmente se pueden utilizar en estas funciones estos además de poseer costo de mantención más altos, por su consumo energético el calefactor de energía \$55.026 y el dragón de calor \$21.477 ambos costos diarios, para estos equipos es recomendable moverlos o cambiar la dirección hacia donde se proyecta el aire caliente de manera que no provoque problemas de fisuras o pequeñas retracciones en las bases de las terminaciones que conlleven tener que rehacer los trabajos; además de generar vapores en el proceso de la combustión del gas o del diésel que se utiliza en su funcionamiento, por lo que es necesario dejar alguna ventana mediatamente abierta para la eliminación de los mismos permitiendo el ingreso de humedad por la misma.

Como recomendaciones finales mencionar los siguientes puntos:

- Considerar desde un inicio la utilización de estos equipos preferentemente el deshumidificador como parte de los equipos a utilizar en las programaciones y planificaciones de las obras de manera que se tengan en cuenta tanto el costo del equipo, como el momento de su utilización, evitando con ello el acceso innecesario a los departamentos donde se están utilizando, quedando programado como parte de las actividades cíclicas de los procesos productivos de la obra.

- Los recintos o departamentos en donde se utilicen que se encuentran completamente cerrados con sus ventanas definitivas y de ser posible con su puerta de acceso, al menos de manera provisional.
- Tener la precaución en el caso de los deshumidificadores de vaciar frecuentemente el depósito donde se recoge el agua producto a la condensación de la misma según la humedad relativa existente, en el caso de los cañones de calor y turbo calefactores de preferentemente cada una hora máxima de mover o girar la ubicación hacia donde se está proyectando el aire caliente.

Como parte del tema de investigación, se recomienda se pueda realizar una nueva toma de datos de manera que se pueda realizar no solo con higrómetros de superficies, sino también con higrómetros de ambiente en todos los recintos o departamentos en estudios, para obtener de esa manera un mejor control y datos más exacto para determinar mejor la temperatura ambiente, la temperatura de la superficie, la temperatura del punto de rocío, la humedad relativa y la humedad de la superficie y con ello estimaciones de productividad más exactos.

BIBLIOGRAFÍA

- 1810000160150 ficha.Pdf. (s/f). Box.com. Recuperado el 29 de diciembre de 2022, de <https://emaresa.app.box.com/s/husz75kwx8k7feczhko1ulz9g49mkbyy>
- Caloryfrio, P. S. (2019, abril 17). Tipos de humedades en edificios y cómo afectan a los edificios. Caloryfrio.com; Caloryfrio. <https://www.caloryfrio.com/construccion-sostenible/aislamiento-y-humedad/diferentes-tipos-humedades-como-afectan-edificios.html>
- Deshumidificadores para Construcción Civil. (2020, abril 22). Thermomatic Group; Thermomatic. <https://www.thermomaticgroup.com/deshumidificadores-para-construccion-civil/>
- Funciones y Usos de TurboCaloventores. (s/f). Oxigeno Alvarez Srl. Recuperado el 29 de diciembre de 2022, de <https://www.oxigenoalvarez.com.ar/funciones-y-usos-de-turbocaloventores/>
- Latam, A. (2021, agosto 2). Tecnologías en la Construcción: un camino hacia la productividad. AlfaPeople LATAM; AlfaPeople - Microsoft Partner de Dynamics 365, Power Platform y Azure. <https://alfapeople.com/latam/tecnologias-en-la-construccion-un-camino-hacia-la-productividad/>
- S&P, P. (2019, mayo 20). Patologías en edificaciones: cuáles son las más frecuentes y cómo se originan. S&P Sistemas de Ventilación. <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/patologias-edificaciones/>

- Tecnología de la construcción en un mundo en evolución. (s/f). Cdt.cl. Recuperado el 29 de diciembre de 2022, de <https://www.cdt.cl/tecnologia-de-la-construccion-en-un-mundo-en-evolucion/>
- Turbo Calefactor Diésel KRAFTER TD50. (s/f). Emaresa. Recuperado el 29 de diciembre de 2022, de <https://emaresa.cl/productos/turbo-calefactor-diesel-krafter-td-50/>
- (S/f). Recuperado el 29 de diciembre de 2022, de http://file:///C:/Users/gatit/Downloads/tesis%20construccion%20civil/B-5-8_1966_Seminarios_INV_6_Humedades.pdf
- 172.99US \$. (n.d.). Aliexpress.com. Retrieved January 6, 2023, from <https://es.aliexpress.com/item/4001263965116.html>
- 1810000160150_ficha.Pdf. (n.d.-a). Box.com. Retrieved January 6, 2023, from <https://emaresa.app.box.com/s/husz75kwx8k7feczhko1u1z9g49mkbyy>
- 1810000160150_ficha.Pdf. (n.d.-b). Box.com. Retrieved January 6, 2023, from <http://emaresa.app.box.com/s/husz75kwx8k7feczhko1u1z9g49mkbyy>
- Deshumidificador industrial TTK 355 S - TROTEC. (n.d.). Trotec.com. Retrieved January 6, 2023, from <http://cl.trotec.com/productos-y-servicios/maquinas-highperformance/deshumidificacion/deshumidificadores-de-condensacion-moviles/deshumidificadores-industriales-de-la-serie-ttk-s/ttk-355-s/>
- Por, A. (2012, December 8). Humedad en la construcción. Arquitectura de Calle. <http://arquitecturadecalle.com.ar/humedad-en-la-construccion/>
- Turbocalefactor Gas KRAFTER TG15 15kW. (n.d.-a). Maktotal. Retrieved January 6, 2023, from <https://maktotal.cl/inicio/124-turbocalefactor-gas-krafter-tg15-15kw.html?gclid=CjwKCAiAwc->

[dBhA7EiwAxPRylL9He682HqaGaUQSWn9upv_5KbCPuRr7VDOyYNh5kg3ViB
BRTTb86RoCnWAQAvD_BwE](http://maktotal.cl/inicio/124-turbocalefactor-gas-krafter-tg15-15kw.html?gclid=CjwKCAiAwc-dBhA7EiwAxPRylL9He682HqaGaUQSWn9upv_5KbCPuRr7VDOyYNh5kg3ViB-BRTTb86RoCnWAQAvD_BwE)

- Turbocalefactor Gas KRAFTER TG15 15kW. (n.d.-b). Maktotal. Retrieved January 6, 2023, from http://maktotal.cl/inicio/124-turbocalefactor-gas-krafter-tg15-15kw.html?gclid=CjwKCAiAwc-dBhA7EiwAxPRylL9He682HqaGaUQSWn9upv_5KbCPuRr7VDOyYNh5kg3ViB-BRTTb86RoCnWAQAvD_BwE

ANEXOS

Anexo 1. Medición constructora EBCO, fecha 14 septiembre 2022

DEPTO	EQUIPO	TEMPERATURA SUPERFICIE MAXIMA	TEMPERATURA SUPERFICIE MINIMA	TEMPERATURA SUPERFICIE PROMEDIO	% HUMEDAD MÁXIMA	% HUMEDAD MINIMA	% HUMEDAD PROMEDIO	TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA	TEMPERATURA DE ROCIO	HORA	DIA	Material Superficie
103	Dragon de calor	18,2	16,9	17,8	28,7	8,6	14,6				9:00	14-sept-22	VOLCANITA
103	Dragon de calor	22,8	20,1	21,9	24,9	6,4	11				10:40	14-sept-22	VOLCANITA
103	Dragon de calor	24,9	24,6	24,8	18,6	3,5	9,2				11:47	14-sept-22	VOLCANITA
103	Dragon de calor	23,5	19,2	20,8	16,1	3,3	8,2				12:57	14-sept-22	VOLCANITA
103	Dragon de calor	26,2	17,6	23,2	22,6	5,9	10,7				14:15	14-sept-22	VOLCANITA
103	Dragon de calor	19,6	18,5	19	12,5	3,3	7,7				16:15	14-sept-22	VOLCANITA
103	Dragon de calor	18,4	17,2	17,7	4,8	2,7	3,8				9:00	14-sept-22	HORMIGÓN
103	Dragon de calor	22,8	22,6	22,7	6,2	2,8	4,4				10:40	14-sept-22	HORMIGÓN
103	Dragon de calor	24,6	24,1	24,2	5,8	2,8	4,1				11:47	14-sept-22	HORMIGÓN
103	Dragon de calor	22,8	19,7	21,3	6,1	2,9	4,2				12:57	14-sept-22	HORMIGÓN
103	Dragon de calor	26,9	25,5	26,1	5,7	2,7	4,2				14:15	14-sept-22	HORMIGÓN
103	Dragon de calor	18,5	18	18,2	7,4	2,9	4,7				16:15	14-sept-22	HORMIGÓN
104	Deshumidificador	22	19	20,5	47,7	8,6	28,4	10,4	78,6	6,8	9:30	14-sept-22	VOLCANITA
104	Deshumidificador	22,7	20,8	21,9	49,3	6,7	23,6				11:05	14-sept-22	VOLCANITA
104	Deshumidificador	27,5	21,2	24,1	48,8	6,2	22,6	14,2	58,4	6,1	12:09	14-sept-22	VOLCANITA
104	Deshumidificador	19,1	17,4	18,4	48,7	6,1	23,6	12,4	70,6	7,3	13:20	14-sept-22	VOLCANITA
104	Deshumidificador	26	21,7	23,5	48,7	6,8	23,6				15:13	14-sept-22	VOLCANITA
104	Deshumidificador	18,7	15,6	16,8	48,8	6,1	20,2				16:33	14-sept-22	VOLCANITA
104	Deshumidificador	19,3	18,6	18,9	5,6	3	4,2	10,4	78,6	6,8	9:30	14-sept-22	HORMIGÓN
104	Deshumidificador	19,3	18,6	18,9	5,6	3	4,2				11:05	14-sept-22	HORMIGÓN
104	Deshumidificador	20,6	18,9	15,6	5,5	2,7	3,9	14,2	58,4	6,1	12:09	14-sept-22	HORMIGÓN
104	Deshumidificador	17,4	16,6	16,9	5,8	3	4,1	12,4	70,6	7,3	13:20	14-sept-22	HORMIGÓN
104	Deshumidificador	21,4	17,9	20,9	5,6	2,9	3,9				15:13	14-sept-22	HORMIGÓN
104	Deshumidificador	15,6	15,3	15,4	5,6	2,9	4,1				16:33	14-sept-22	HORMIGÓN
105	Temp Ambiente	19,3	18,2	19	28,5	8	13,1	10,3	82,6	7,5	10:00	14-sept-22	VOLCANITA
105	Temp Ambiente	21,7	19,5	20,9	33,8	6,1	12,2	13,2	63,7	6,4	11:23	14-sept-22	VOLCANITA
105	Temp Ambiente	22,9	19,2	21,4	24,9	6	10,1	12,9	66,4	6,8	12:33	14-sept-22	VOLCANITA
105	Temp Ambiente	22,7	16,8	18,1	32	5	13	12,4	70,9	7,3	13:44	14-sept-22	VOLCANITA
105	Temp Ambiente	21,3	18,8	19,9	25,7	6,5	11,4				15:37	14-sept-22	VOLCANITA
105	Temp Ambiente	18,9	18,3	18,6	7,2	2,8	4,6	10,3	82,6	7,5	10:00	14-sept-22	HORMIGÓN
105	Temp Ambiente	19,8	18,2	18,9	6,9	2,7	4,5	13,2	63,7	6,4	11:23	14-sept-22	HORMIGÓN
105	Temp Ambiente	19,1	17,1	17,9	6,3	2,4	4,4	12,9	66,4	6,8	12:33	14-sept-22	HORMIGÓN
105	Temp Ambiente	17,9	17,7	17,8	6,4	3	4,4	12,4	70,9	7,3	13:44	14-sept-22	HORMIGÓN
105	Temp Ambiente	19	18,2	18,5	5,3	2,8	4,2				15:37	14-sept-22	HORMIGÓN

Anexo 2. Medición constructora EBCO, fecha 11, 14, 12 octubre 2022

DEPTO	EQUIPO	TEMPERATURA SUPERFICIE MAXIMA	TEMPERATURA SUPERFICIE MINIMA	TEMPERATURA SUPERFICIE PROMEDIO	% HUMEDAD MÁXIMA	% HUMEDAD MINIMA	% HUMEDAD PROMEDIO	TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA	TEMPERATURA DE ROCIO	HORA	DIA	Material Superficie
101	Deshumificador	15,8	14	14,8	28,9	8,4	21,5	15,7	99,9	15,5	14:25	11-oct-22	VOLCANITA
101	Deshumificador	16,1	15,2	18,5	25,8	9,4	19,5	17	9,9	16,9	15:25	11-oct-22	VOLCANITA
101	Deshumificador	15,8	14	14,8	6	3,3	4,3	15,7	99,9	15,5	14:25	11-oct-22	HORMIGÓN
101	Deshumificador	16,1	15,3	15,8	5,6	3,1	4,3	17	9,9	16,9	15:25	11-oct-22	HORMIGÓN
102	Temp Ambiente	23	20,7	21,8	46,2	12,2	20				15:00	11-oct-22	VOLCANITA
102	Temp Ambiente	26,1	20	22,5	47,2	12,1	21,3				16:00	11-oct-22	VOLCANITA
102	Temp Ambiente	23,2	20,7	21,4	7,6	3,6	5				15:00	11-oct-22	HORMIGÓN
102	Temp Ambiente	26,3	19,8	23	7,2	4,1	5,2				16:00	11-oct-22	HORMIGÓN
103	Dragon de calor	29,2	16,4	26,1	14,5	3,3	8				14:40	11-oct-22	VOLCANITA
103	Dragon de calor	27,1	15,4	24,5	14,2	3,3	7,5				15:40	11-oct-22	VOLCANITA
103	Dragon de calor	29,2	16,4	26,1	14,5	3,3	8				14:40	11-oct-22	HORMIGÓN
103	Dragon de calor	27,1	15,4	24,5	14,2	3,3	7,5				15:40	11-oct-22	HORMIGÓN
105	Temp Ambiente	17,6	16,3	16,7	18,3	6,7	8,8				11:30	14-oct-22	VOLCANITA
105	Temp Ambiente	14,2	14,1	14,4	19,3	6,4	9,2				13:30	14-oct-22	VOLCANITA
105	Temp Ambiente	14,9	14,2	14,5	15	6,4	8,8				13:30	14-oct-22	VOLCANITA
105	Temp Ambiente	17,5	16,3	16,9	9,7	2,6	4,4				11:30	14-oct-22	HORMIGÓN
105	Temp Ambiente	14,2	13,9	14,1	9,3	2,5	4,5				13:30	14-oct-22	HORMIGÓN
105	Temp Ambiente	14,8	14,2	14,5	10	2,7	4,4				13:30	14-oct-22	HORMIGÓN
106	Deshumificador	16	15,2	15,6	26	8,3	15,6				11:00	14-oct-22	VOLCANITA
106	Deshumificador	18,4	15,9	17,1	21,7	6,4	14,1				12:00	14-oct-22	VOLCANITA
106	Deshumificador	15,5	14,6	15	20,7	7,1	12				13:00	14-oct-22	VOLCANITA
106	Deshumificador	16	14,3	15,4	4,5	2,7	3,8				11:00	14-oct-22	HORMIGÓN
106	Deshumificador	18,6	15,8	17,4	5	2,7	3,6				12:00	14-oct-22	HORMIGÓN
106	Deshumificador	17,9	14,6	15,4	5	2,6	3,8				13:00	14-oct-22	HORMIGÓN
107	Deshumificador	17,2	15,3	16,3	47,2	10,8	34,8				10:30	12-oct-22	VOLCANITA
107	Deshumificador	15,5	14,9	15,3	48,2	9,1	31,8				11:30	12-oct-22	VOLCANITA
107	Deshumificador	13,5	13	13,3	46,8	8,5	28,9				12:30	12-oct-22	VOLCANITA
107	Deshumificador	17,1	15,6	16,2	4,2	2,7	3,5				10:30	12-oct-22	HORMIGÓN
107	Deshumificador	15,4	14,8	15,2	4,2	2,6	3,4				11:30	12-oct-22	HORMIGÓN
107	Deshumificador	13,4	13,1	13,3	4	2,6	3,2				12:30	12-oct-22	HORMIGÓN
108	Temp Ambiente	18,3	17,9	18	48	10,9	32				11:00	12-oct-22	VOLCANITA
108	Temp Ambiente	16,2	13,8	14,8	47	9,9	32,2				12:00	12-oct-22	VOLCANITA
108	Temp Ambiente	13,6	13,3	13,5	45	9,6	31,5				13:00	12-oct-22	VOLCANITA
108	Temp Ambiente	18,2	17,7	18	4,4	2,8	3,6				11:00	12-oct-22	HORMIGÓN
108	Temp Ambiente	16,2	13,9	15	5,9	2,8	3,9				12:00	12-oct-22	HORMIGÓN
108	Temp Ambiente	13,5	13,4	13,5	5	3	3,8				13:00	12-oct-22	HORMIGÓN

Anexo 3. Medición constructora EBCO, Deshumificador fecha 12 – 13 – 14 septiembre 2022

DATE	TIME	Tair(C)	RH(%)	DP(C)
12-09-2022	15:50:00	14,1	72	9,1
12-09-2022	16:05:00	14	69,6	8,6
VALOR MAXIMO		14,1	72,0	9,1
VALOR MÍNIMO		14,0	69,6	8,6
VALOR PROMEDIO		14,1	70,8	8,9

DATE	TIME	Tair(C)	RH(%)	DP(C)
13-09-2022	12:38:00	12,8	81,3	9,7
13-09-2022	12:53:00	12,5	77,9	8,7
13-09-2022	13:08:00	12,6	73,9	8,1
13-09-2022	13:23:00	12,8	74,2	8,3
13-09-2022	13:38:00	13,1	73,6	8,4
13-09-2022	13:53:00	13,1	75,3	8,8
13-09-2022	14:08:00	13	74,6	8,6
13-09-2022	14:23:00	13,1	76	8,9
13-09-2022	14:38:00	12,7	78,1	9
13-09-2022	14:53:00	12,1	82,3	9,2
13-09-2022	15:08:00	12,6	76,3	8,6
13-09-2022	15:23:00	13	74,3	8,6
13-09-2022	15:38:00	13,1	73,1	8,4
13-09-2022	15:53:00	13,1	73,6	8,5
13-09-2022	16:08:00	13,4	76,1	9,3
13-09-2022	16:23:00	13,3	77,6	9,4
13-09-2022	16:38:00	13,7	69,6	8,3
VALOR MAXIMO		13,7	82,3	9,7
VALOR MÍNIMO		12,1	69,6	8,1
VALOR PROMEDIO		12,9	75,8	8,8

DATE	TIME	Tair(C)	RH(%)	DP(C)
14-09-2022	13:21:00	12,4	70,5	7,3
14-09-2022	13:36:00	12,4	70,6	7,2
14-09-2022	13:51:00	11,9	73,1	7,3
14-09-2022	14:06:00	11,5	76,7	7,6
VALOR MAXIMO		12,4	76,7	7,6
VALOR MÍNIMO		11,5	70,5	7,2
VALOR PROMEDIO		12,1	72,7	7,4

Anexo 4. Resumen de valores máximos, mínimos y promedio de Temperatura ambiente, % de humedad y temperatura de rocío obtenidos con el higrómetro de ambiente. Constructora EBCO.

TEMP MAXIMO (°C)	RH MAXIMO (%)	DP MAXIMO (°C)	TEMP MINIMO (°C)	RH MINIMO (%)	DP MINIMO (°C)	TEMP PROMEDIO (°C)	RH PROMEDIO (%)	DP PROMEDIO (°C)	FECHA
14,1	72	9,1	14	69,6	8,6	14,1	70,8	8,9	12-sept
13,7	82,3	9,7	12,1	69,6	8,1	12,9	75,8	8,8	13-sept
12,4	76,7	7,6	11,5	70,5	7,2	12,1	72,7	7,4	14-sept
16,6	87,5	9,1	9,5	61,3	6,2	10,3	81,3	7,2	22-sept
9,9	89,2	7,7	9,2	78	6,3	9,4	88	7,5	23-sept
17,6	80,7	6,9	9,7	43,2	4,9	11,5	71,6	6,4	26-sept
9,6	84,5	6,8	9	81,3	6,3	9,2	83,2	6,5	27-sept
14,4	79,2	6,8	9,6	60	4,7	10,2	72,7	5,5	27-sept
11,6	87,9	7,9	9	78,1	6,3	9,7	83,1	7	28-sept
17,6	76,3	9,6	11,2	59,2	5	12,3	67,2	6,4	28-sept
14,8	80,8	11,6	10,3	61,9	4,6	11,3	69,1	5,8	29-sept
16,4	74,8	9,1	11,1	62,1	6,3	11,9	72,2	7	29-sept
11,2	85,8	8,2	10,3	69,5	5,8	10,9	75,9	6,7	30-sept
16,6	74,6	10	11,5	64,9	5,6	12,1	69,6	6,7	30-sept
11,8	80,4	7,3	10,4	63,7	5,1	11,4	70	6	01-oct
16,7	88,7	9,7	10,8	63,6	8,6	11,6	83,8	8,9	03-oct
11,1	90,9	9,2	10,7	85,1	8,7	10,8	89,5	9,1	04-oct
19,2	82,6	11,6	11,4	61,3	7,5	12,2	79,4	8,7	04-oct
20,9	97	16,4	10,2	58,5	7	13	78,4	9,2	05-oct
17,4	90,5	11,7	9,9	69,4	8,1	10,7	86,3	8,5	06-oct
11,2	88,2	8,9	10,7	81,1	8,1	11	84,4	8,4	07-oct
14,5	92,9	10,2	9,3	71,8	6,9	11	82,1	8	07-oct
11,1	91,3	9,3	8,2	78,7	5,8	10	85,7	7,7	08-oct
17,2	93	10,9	9,3	65,9	7,2	10,5	87,2	8,4	09-oct
10,5	93,1	8,9	9,4	88,7	8,2	9,7	91,7	8,4	10-oct
17,7	99,9	17,7	8,9	83,7	8	10,9	94,6	10	11-oct
10,3	91	9,1	9,7	84	7,9	10,3	88,2	8,4	12-oct
15,3	88,9	9,1	9,1	65,3	7,1	10,4	94	7,7	12-oct
9,1	91,1	7,2	7,9	87,8	6,4	8,4	90	6,8	13-oct

Anexo 5. Medición constructora AXIS, fecha 22 noviembre 2022

DEPTO	EQUIPO	TEMPERATURA SUPERFICIE MAXIMA	TEMPERATURA SUPERFICIE MINIMA	TEMPERATURA SUPERFICIE PROMEDIO	% HUMEDAD MÁXIMA	% HUMEDAD MINIMA	% HUMEDAD PROMEDIO	TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA	TEMPERATURA DE ROCIO	HORA	DIA	Material Superficie
104	T ambiente	24,2	22	23	13,7	6,6	9,71				10:40	22-11-2022	volcanita
104	T ambiente	18,2	18	18,1	13,4	6,2	9,6				11:40	22-11-2022	volcanita
104	T ambiente	18,1	17,8	18	13,1	6,8	9,4				12:40	22-11-2022	volcanita
104	T ambiente	21,1	19,4	19,8	16	6,9	10,41				14:15	22-11-2022	volcanita
104	T ambiente	20,3	19,1	19,7	21,3	6,9	11,62				15:15	22-11-2022	volcanita
104	T ambiente	23,9	21,2	22,1	2,7	2,3	2,2				10:40	22-11-2022	hormigon
104	T ambiente	18,5	17,9	18,2	2,8	2,3	2,51				11:40	22-11-2022	hormigon
104	T ambiente	18,2	17,8	17,9	2,9	2,3	2,58				12:40	22-11-2022	hormigon
104	T ambiente	23,4	21,3	22,2	2,9	2,5	2,72				14:15	22-11-2022	hormigon
104	T ambiente	21,2	20,4	21,2	2,9	2,5	2,75				15:15	22-11-2022	hormigon
105	Dragon de calor	24,3	22,8	24	18,4	6,6	10,6				10:20	22-11-2022	volcanita
105	Dragon de calor	19,3	16,9	18,1	12,1	3,8	8,3				11:20	22-11-2022	volcanita
105	Dragon de calor	17,9	17,8	17,8	14,9	3,7	8,9				12:20	22-11-2022	volcanita
105	Dragon de calor	23,7	21,2	23	19,8	6,2	11,0				15:00	22-11-2022	volcanita
105	Dragon de calor	17,4	16,8	17	21,9	7,0	12				16:00	22-11-2022	volcanita
105	Dragon de calor	24,4	23,2	23,7	3,0	2,2	2,61				10:20	22-11-2022	hormigon
105	Dragon de calor	19,6	19,3	19,5	3,2	2,2	2,6				11:20	22-11-2022	hormigon
105	Dragon de calor	17,9	17,8	17,8	2,9	2,3	2,7				12:20	22-11-2022	hormigon
105	Dragon de calor	23,8	23,3	23,5	3,5	2,6	2,8				15:00	22-11-2022	hormigon
105	Dragon de calor	18,2	18,0	18,1	3,2	2,6	2,8				16:00	22-11-2022	hormigon
106	Deshumificador	20,6	20,3	20,4	15,3	6,6	9,25	13,7	76,7	9,6	9:48	22-11-2022	volcanita
106	Deshumificador	19,6	19,2	19,4	13,3	3,9	8,1	15,4	68,6	9,6	10:53	22-11-2022	volcanita
106	Deshumificador	17,6	17,1	17,35	11,5	5,2	8,1	15,9	68,9	10,2	11:53	22-11-2022	volcanita
106	Deshumificador	17,6	17,1	19,8	12,4	6	10,4	17,7	56	8,8	14:15	22-11-2022	volcanita
106	Deshumificador	21,1	19,5	19,7	11,8	5,8	11,6	17,2	59	9,2	15:15	22-11-2022	volcanita
106	Deshumificador	20,8	20,3	20,5	3,2	2,3	2,6	13,7	76,7	9,6	9:48	22-11-2022	hormigon
106	Deshumificador	19,7	19,3	19,4	4,1	2,2	2,7	15,4	68,6	9,6	10:53	22-11-2022	hormigon
106	Deshumificador	19,7	19,3	17,3	2,9	2,4	2,6	15,9	68,9	10,2	11:53	22-11-2022	hormigon
106	Deshumificador	17,6	17,1	22,2	4,6	2,5	2,7	17,7	56	8,8	14:15	22-11-2022	hormigon
106	Deshumificador	20,1	19,6	20,7	4,2	2,5	2,7	17,2	59	9,2	15:15	22-11-2022	hormigon

Anexo 6. Medición constructora AXIS, fecha 23 - 24 noviembre 2022

DEPTO	EQUIPO	TEMPERATURA SUPERFICIE MAXIMA	TEMPERATURA SUPERFICIE MINIMA	TEMPERATURA SUPERFICIE PROMEDIO	% HUMEDAD MÁXIMA	% HUMEDAD MINIMA	% HUMEDAD PROMEDIO	TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA	TEMPERATURA DE ROCIO	HORA	DIA	Material Superficie
104	T ambiente	19,1	19,0	19,1	20,3	9,7	14,2				14:10	23-11-2022	volcanita
104	T ambiente	20,3	20,0	20,1	17,8	7,3	13,1				15:10	23-11-2022	volcanita
104	T ambiente	17,9	16,8	17,4	19,1	9,8	13,9				16:40	23-11-2022	volcanita
104	T ambiente	19,3	18,8	18,9	3,2	2,6	2,8				14:10	23-11-2022	hormigon
104	T ambiente	20,4	20,1	20,3	3,5	2,6	2,9				15:10	23-11-2022	hormigon
104	T ambiente	18,0	17,9	17,9	3,4	2,6	2,9				16:40	23-11-2022	hormigon
105	Dragon de calor	24,4	21,8	23,6	22,4	4,1	10,7				12:30	23-11-2022	volcanita
105	Dragon de calor	27,3	21,8	26	21,7	3,1	12,0				14:30	23-11-2022	volcanita
105	Dragon de calor	27,2	21,7	25	21,5	4,0	11				15:30	23-11-2022	volcanita
105	Dragon de calor	24,1	23,5	23,75	2,9	2,2	2,6				12:30	23-11-2022	hormigon
105	Dragon de calor	26,9	26,8	26,8	3,9	2,5	3,2				14:30	23-11-2022	hormigon
105	Dragon de calor	27,6	27,3	27,4	4,6	2,7	3,3				15:30	23-11-2022	hormigon
106	Deshumificador	19,2	17,3	18,5	10	3,1	6,5	13,4	68,4	7,8	9:09	24-11-2022	volcanita
106	Deshumificador	18,4	17,1	17,8	18,4	3,3	6,6	16,2	55,4	7,2	10:25	24-11-2022	volcanita
106	Deshumificador	17,4	16,7	17	9,1	3,9	6,4	16,3	56	7,5	11:20	24-11-2022	volcanita
106	Deshumificador	17,5	16,6	17,2	10,8	3,2	7	16,2	53,8	5,8	12:25	24-11-2022	volcanita
106	Deshumificador	19,1	18,2	19	19,9	5,1	8	16,1	50,5	5,8	14:10	24-11-2022	volcanita
106	Deshumificador	18,1	17,2	18	16,7	3,9	7,99	15,8	52,8	6,2	15:10	24-11-2022	volcanita
106	Deshumificador	17,8	16,8	17	11,5	3,5	7	15,6	53,4	6,2	16:10	24-11-2022	volcanita
106	Deshumificador	19,2	16,1	18	3,2	2	2,6	13,4	68,4	7,8	9:09	24-11-2022	hormigon
106	Deshumificador	18,4	16,5	17,8	2,8	2,2	2,5	16,2	55,4	7,2	10:25	24-11-2022	hormigon
106	Deshumificador	17,9	16,6	17	2,9	2,3	2,6	16,3	56	7,5	11:20	24-11-2022	hormigon
106	Deshumificador	17,6	16,4	17,1	3,1	2,1	2,6	16,2	52,8	5,8	12:25	24-11-2022	hormigon
106	Deshumificador	19,4	18,9	19,2	4,7	2,4	2,9	16,1	50,5	5,8	14:20	24-11-2022	hormigon
106	Deshumificador	18,1	17,1	17,3	4,6	2,4	2,9	15,8	52,8	6,2	15:20	24-11-2022	hormigon
106	Deshumificador	17,8	16,8	17,3	3,2	2,4	2,7	15,6	53,4	6,2	16:20	24-11-2022	hormigon
104	T ambiente	17,8	17,3	17,5	19,1	10,6	10,3				10:10	24-11-2022	volcanita
104	T ambiente	16,6	16,5	16,5	15,4	10,4	9,9				11:10	24-11-2022	volcanita
104	T ambiente	18,1	17,2	17,6	13,8	10	9,5				12:10	24-11-2022	volcanita
104	T ambiente	19	18,3	18,7	18,8	6,2	10,9				14:10	24-11-2022	volcanita
104	T ambiente	17,4	16,3	16,8	15,3	6,2	9,4				15:10	24-11-2022	volcanita
104	T ambiente	17,4	17,2	17,3	15,8	5,5	9,4				16:10	24-11-2022	volcanita
104	T ambiente	17,7	17,4	17,5	2,8	2,3	2,4				10:10	24-11-2022	hormigon
104	T ambiente	16,6	16,5	16,6	3,1	2,2	2,5				11:10	24-11-2022	hormigon
104	T ambiente	18	17,1	17,5	2,8	2,2	2,4				12:10	24-11-2022	hormigon
104	T ambiente	18,3	18,3	18,2	3	2,5	2,7				14:10	24-11-2022	hormigon
104	T ambiente	17,8	17,4	17,6	3	2,4	2,6				15:10	24-11-2022	hormigon
104	T ambiente	17,3	17,2	17,2	2,8	2,5	2,7				16:10	24-11-2022	hormigon

Anexo 9. Medición constructora AXIS, Deshumificador fecha 24 noviembre 2022

DATE	TIME	Tair(°)	RH(%)	DP(C)	DATE	TIME	Tair(°)	RH(%)	DP(C)	DATE	TIME	Tair(°)	RH(%)	DP(C)
24-11-2022	0:06:00	15,1	66,1	8,8	24-11-2022	8:21:00	13,4	69,6	8	24-11-2022	16:36:00	15,8	54,6	6,7
24-11-2022	0:21:00	14,9	66,7	8,8	24-11-2022	8:36:00	13,5	68,5	7,8	24-11-2022	16:51:00	15,7	57,3	7,3
24-11-2022	0:36:00	14,7	67,3	8,7	24-11-2022	8:51:00	13,5	68,7	7,8	24-11-2022	17:06:00	15,3	56,2	6,6
24-11-2022	0:51:00	14,6	68,1	8,8	24-11-2022	9:06:00	13,4	67,8	7,6	24-11-2022	17:21:00	15,6	54,5	6,5
24-11-2022	1:06:00	14,4	68,5	8,7	24-11-2022	9:21:00	14,1	64	7,3	24-11-2022	17:36:00	15,7	53,7	6,4
24-11-2022	1:21:00	14,3	69,6	8,8	24-11-2022	9:36:00	15,6	58,6	7,4	24-11-2022	17:51:00	15,9	52,3	6,2
24-11-2022	1:36:00	14,2	70	8,8	24-11-2022	9:51:00	16,1	55,7	7,2	24-11-2022	18:06:00	15,9	54	6,6
24-11-2022	1:51:00	14,1	71,1	8,9	24-11-2022	10:06:00	15,9	56,2	7,2	24-11-2022	18:21:00	16,3	51,4	6,2
24-11-2022	2:06:00	14,1	71,2	8,9	24-11-2022	10:21:00	16,1	54,9	6,9	24-11-2022	18:36:00	16,9	52,9	7,2
24-11-2022	2:21:00	14	72,6	9,2	24-11-2022	10:36:00	16,7	53,2	7,2	24-11-2022	18:51:00	17,3	48,2	6,2
24-11-2022	2:36:00	13,9	73,1	9,2	24-11-2022	10:51:00	16,8	54,4	7,6	24-11-2022	19:06:00	17,5	47,6	6,2
24-11-2022	2:51:00	13,9	71,7	8,8	24-11-2022	11:06:00	16,1	56,4	7,4	24-11-2022	19:21:00	17,4	47,3	6,1
24-11-2022	3:06:00	13,8	71	8,6	24-11-2022	11:21:00	16,3	56	7,6	24-11-2022	19:36:00	17,5	47,1	6,1
24-11-2022	3:21:00	13,7	71	8,5	24-11-2022	11:36:00	16,1	55,8	7,2	24-11-2022	19:51:00	17,6	47,1	6,2
24-11-2022	3:36:00	13,7	71,3	8,6	24-11-2022	11:51:00	16,2	55,1	7,2	24-11-2022	20:06:00	17,8	45,9	6
24-11-2022	3:51:00	13,6	70,3	8,3	24-11-2022	12:06:00	16,2	54,6	7,1	24-11-2022	20:21:00	17,9	46,3	6,2
24-11-2022	4:06:00	13,6	70,4	8,3	24-11-2022	12:21:00	16,1	53,3	6,6	24-11-2022	20:36:00	17,9	45,8	6,1
24-11-2022	4:21:00	13,5	70,2	8,2	24-11-2022	12:36:00	16,3	54,5	7,2	24-11-2022	20:51:00	17,8	45,3	5,8
24-11-2022	4:36:00	13,4	69,5	7,9	24-11-2022	12:51:00	16,1	55,1	7,1	24-11-2022	21:06:00	17,6	45,1	5,6
24-11-2022	4:51:00	13,4	70,3	8,1	24-11-2022	13:06:00	16,3	52	6,4	24-11-2022	21:21:00	17,7	45,6	5,8
24-11-2022	5:06:00	13,3	69,3	7,8	24-11-2022	13:21:00	16,3	52,2	6,4	24-11-2022	21:36:00	17,6	46,1	5,9
24-11-2022	5:21:00	13,2	69,3	7,7	24-11-2022	13:36:00	16,4	51,5	6,4	24-11-2022	21:51:00	17,6	44,8	5,4
24-11-2022	5:36:00	13,2	69,2	7,7	24-11-2022	13:51:00	16,2	50,5	5,9	24-11-2022	22:06:00	17,6	45,8	5,7
24-11-2022	5:51:00	13,1	69,1	7,6	24-11-2022	14:06:00	16,1	50,5	5,8	24-11-2022	22:21:00	17,4	45,4	5,5
24-11-2022	6:06:00	13,1	69,2	7,6	24-11-2022	14:21:00	16	51,4	6	24-11-2022	22:36:00	17,5	46,5	5,9
24-11-2022	6:21:00	13	69,7	7,6	24-11-2022	14:36:00	16	51,8	6,1	24-11-2022	22:51:00	17,3	46,5	5,8
24-11-2022	6:36:00	13	70	7,7	24-11-2022	14:51:00	16	51,6	6,1	24-11-2022	23:06:00	17,5	46,8	6
24-11-2022	6:51:00	13	70,6	7,8	24-11-2022	15:06:00	15,8	52,7	6,2	24-11-2022	23:21:00	17,5	47,1	6,1
24-11-2022	7:06:00	13	69,4	7,6	24-11-2022	15:21:00	15,8	51,4	5,8	24-11-2022	23:36:00	17,4	47	6
24-11-2022	7:21:00	13,1	68,7	7,5	24-11-2022	15:36:00	15,6	52,6	5,9	24-11-2022	23:51:00	17,4	47	6,1
24-11-2022	7:36:00	13,2	67,9	7,4	24-11-2022	15:51:00	15,6	53,9	6,3	VALOR MÁXIMO		17,9	73,1	9,2
24-11-2022	7:51:00	13,2	67,7	7,4	24-11-2022	16:06:00	15,6	53,4	6,2	VALOR MÍNIMO		13,0	44,8	5,4
24-11-2022	8:06:00	13,3	69,4	7,8	24-11-2022	16:21:00	15,8	54	6,4	VALOR PROMEDIO		15,4	58,4	7,1

Anexo 10. Resumen de valores máximos, mínimos y promedio de Temperatura ambiente, % de humedad y temperatura de rocío obtenidos con el higrómetro de ambiente. Constructora AXIZ DC.

TEMP MAXIMO (°c)	RH MAXIMO (%)	DP MAXIMO (°C)	TEMP MINIMO (°c)	RH MINIMO (%)	DP MINIMO (°C)	TEMP PROMEDIO (°c)	RH PROMEDIO (%)	DP PROMEDIO (°C)	FECHA
20,6	67,1	12,1	16,7	56	8,8	17,4	60,3	9,7	22-nov-22 martes
18,9	82,8	11,7	14,6	54,9	9,2	16,8	66,9	10,5	23-nov-22 miércoles
17,9	73,1	9,2	13	44,8	5,4	15,4	58,4	7,1	24-nov-22 jueves
17,5	71,2	10,8	14,3	46,4	5,7	15,8	61,3	8,2	25-nov-22 viernes
16,2	77,9	11,5	14,2	68,1	9,3	15,2	72,1	10,2	26-nov-22 sábado
15,2	82,2	11,3	13,8	63,8	8,4	14,5	76,3	10,3	27-nov-22 domingo
17,6	78,8	12,4	14,2	67,6	9,3	15,9	73	11,1	28-nov-22 lunes
17,2	73,6	12,1	15,3	60,5	7,7	16,5	68,5	10,7	29-nov-22 martes
15,2	65,2	8,7	13,5	54,9	5,3	14,6	60,3	7	30-nov-22 miércoles
15,1	67,3	8,7	13,7	58,4	6	14,5	63,4	7,6	01-dic-22 jueves
17,2	79,8	13,1	14,5	63	7,8	15,6	70,1	10,2	02-dic-22 viernes
16,8	84,6	12,7	14,3	69,4	10,6	15,2	78,8	11,5	03-dic-22 sábado
15,6	80,1	12,1	14,2	70,3	9,6	14,9	76,3	10,8	04-dic-22 domingo
16,8	79,8	11,6	14,6	65,5	10,3	14,9	78,1	11,1	05-dic-22 lunes

