

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA  
SEDE CONCEPCIÓN - REY BALDUINO DE BÉLGICA**

**PROYECTO DE CAFETERIA Y PUNTO DE ENCUENTRO PARA LA  
COMUNIDAD USM SEDE CONCEPCIÓN, CON METODOS CONTRUCTIVOS  
DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL**

Trabajo de Titulación para optar al Título de  
Técnico Universitario en CONSTRUCCION y  
Técnico Universitario DIBUJANTE  
PROYECTISTA.

Alumnos:

Francisco Joaquín Ignacio Cepeda Hernández

María Fernanda Garrido Jaña

Profesor Guía:

Sergio Hernández Aravena

## **EL PROYECTO**

En el presente trabajo se presenta un proyecto de edificación correspondiente a una cafetería y punto de encuentro cuyas características lo hacen especial hablando en términos arquitectónicos y constructivos.

La cafetería y punto de encuentro para la comunidad USM en Concepción surge por la necesidad de la misma para tener más alternativas en donde la comunidad universitaria se pueda reunir con fines recreativos o de estudio y a la vez incorporar otra cafetería que les permita poder entre dos cafeterías para evitar un monopolio en la universidad.

Este proyecto no solo cubre una necesidad interna de la comunidad, también abarca una responsabilidad y necesidad mundial como lo es cuidar el medio ambiente. Por lo mismo se plantea la utilización de sistemas constructivos vernáculos con la aplicación de sistemas tradicionales y con un diseño con estándar CES, quedando como resultado un proyecto amigable con el medio ambiente.

El desarrollo del proyecto es el resultado del trabajo de dos disciplinas distintas, enfocadas en una misma tarea. El TÉCNICO UNIVERSITARIO EN CONSTRUCCION aporta el conocimiento constructivo en el análisis y proposición de materialización de la obra, así como el análisis de programación y costos asociados a la ejecución y el TÉCNICO UNIVERSITARIO DIBUJANTE PROYECTISTA aporta el desarrollo de la documentación asociada al proyecto, el desarrollo de la planimetría y modelado, además del análisis de costos y cantidades de material.

Ambas especialidades complementan sus competencias técnicas de diseño para la proposición del proyecto arquitectónico.

## INDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1	OBJETIVO GENERAL.....	1
1.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	1
1.3	METODOLOGÍA.....	1
2	CARACTERISTICAS GENERALES DE LA COMUNIDAD .....	3
2.1	SITUACIÓN ACTUAL DE LOS COMEDORES .....	3
2.2	ESTADISTICAS DEL CASINO.....	7
2.3	FACTORES BIOCLIMATICOS.....	7
3	FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....	13
3.1	SUSTENTABILIDAD.....	13
3.2	PRE-CERTIFICACION ENERGETICA CES.....	14
3.2.1	FACTORES OBLIGATORIOS PARA LA PRE-CERTIFICACIÓN CES .....	16
3.3	MARCO NORMATIVO .....	18
3.4	MATERIALIDAD DE LA CAFETERIA Y PUNTO DE ENCUENTRO	19
3.4.1	TIERRA CRUDA .....	20
3.4.2	TAPIAL PARASISMICO .....	21
4	DISEÑO ARQUITECTÓNICO.....	24
5	RECOMENDACIONES .....	27
6	CONCLUSIONES .....	28
7	BIBLIOGRAFÍA.....	29

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Pregunta n°1 de la encuesta _____	3
Tabla 2: Pregunta n°2 de la encuesta _____	4
Tabla 3: Pregunta n°3 de la encuesta _____	4
Tabla 4: Pregunta n°4 de la encuesta _____	4
Tabla 5: Pregunta n°5 de la encuesta _____	5
Tabla 6: Información general de la ubicación del proyecto. Fuente: Explorador Solar UCh. _____	8
Tabla 7: Rosa de vientos según cada estación del año. Las barras azules indican el porcentaje de los valores horarios según la dirección del viento. Las barras rojas indican el rango inter-cuartil de velocidad de viento para cada intervalo de dirección. La dirección de viento es un ángulo que indica el sector desde donde proviene el viento. _____	9
Tabla 8: Promedio de temperatura para cada mes y hora. _____	10
Tabla 9: Pendiente de cubierta, protección contra el sol y características climáticas de las zonas. Fuente NCh 1079, of 2008. _____	10
Tabla 10: Valores de temperatura media (c°). Fuente: NCh 1079, of 2008 _____	11
Tabla 11: Valores de temperatura mínima media (c°). Fuente: NCh 1079, of 2008.	11
Tabla 12: Normales precipitación mensual (mm). Fuente: NCh 1079, of 2008. ____	12
Tabla 13: Indicadores para la construcción en el sector S-2 de la comuna de Hualpén. _____	19

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Ubicación del Proyecto.....	8
Ilustración 2: Ilustración del concepto de sustentabilidad según la ley 19.300.....	14
Ilustración 3: Consideraciones de diseño (Minke 2001). ....	22
Ilustración 4: Detalle de la sección transversal de tapial parasísmico. Se distinguen elementos como el cimiento, sobrecimiento y la cadena, cada uno de ellos compuesto por hormigón armado. ....	22
Ilustración 5: Detalles de encofrados para la construcción del tapial parasísmico...	23
Ilustración 6: Nuestro concepto de diseño, demostrando el flujo de comunicación que buscamos al diseñar un punto de encuentro.....	24
Ilustración 7: Render de una vista isométrica del proyecto arquitectónico. Se pueden apreciar las capas del tapial parasísmico. Elaboración propia.....	24
Ilustración 8: En el render se pueden apreciar los hexágonos interiores y como están conectados entre sí. Elaboración propia. ....	25
Ilustración 9: Render con vista hacia el patio interior de la cafetería y punto de encuentro. Elaboración propia. ....	25
Ilustración 10: Vista exterior de la Cafetería y Punto de Encuentro .....	26
Ilustración 11: Render con una vista exterior de la Cafetería y Punto de encuentro. Elaboración propia.....	26

# 1 INTRODUCCIÓN

El objetivo del proyecto es desarrollar una cafetería y punto de encuentro para la comunidad USM en Concepción, integrando el tapial parasísmico como sistema constructivo de bajo impacto ambiental y un diseño basado en el estándar CES<sup>1</sup>, primando el confort térmico, la eficiencia energética y siempre considerando los factores bioclimáticos de la zona. Arquitectónicamente hablando, el diseño está entre lo rustico y lo moderno debido a que el grueso de la estructura se compone de arcilla compactada sin embargo la edificación contempla el uso de revestimientos que le darán características de un edificio moderno.

Un diseño con tales especificaciones ocasiona una edificación que a largo plazo se vuelve económica, sustentable y amigable con el medio ambiente, cubriendo las necesidades de la comunidad universitaria siendo consiente con la problemática ambiental que nos aqueja hoy en día.

El diseño óptimo debe quedar plasmado en la planimetría y modelos 3D, además de contar con su estudio técnico-económico.

## 1.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo del proyecto es desarrollar un proyecto de cafetería y punto de encuentro para la comunidad UTFSM sede Concepción, con tecnologías constructivas de bajo impacto ambiental.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Levantar las necesidades de la comunidad USM con respecto a nuevos espacios de cafetería y puntos de encuentro.
- Diseñar una cafetería y punto de encuentro:
  - Con un sistema constructivo de bajo impacto ambiental.
  - Bajo recomendaciones CES.
- Determinar el emplazamiento del proyecto de acuerdo con el análisis bioclimático.
- Desarrollar un estudio técnico del proyecto.

## 1.3 METODOLOGÍA

Al ser un proyecto multidisciplinario podemos abarcar un proyecto de edificación de forma más completa, ya que en conjunto se puede plasmar el proyecto en la planimetría, sus respectivos modelos y podemos hacer un estudio técnico de la materialidad y su construcción, quedando como resultado un proyecto de edificación.

Por lo anterior, el trabajo se realizará por etapas, las cuales cada una permite avanzar con la siguiente.

---

<sup>1</sup> Certificación Edificio Sustentable.

Para llevar a cabo la empresa debemos hacer un levantamiento de información por medio de:

- Levantamiento de información sobre las condiciones actuales del servicio de alimentación que se presta en la sede.
- Una encuesta aplicada a la comunidad USM para saber las necesidades del proyecto y considerar sugerencias:

Esta encuesta debe estar compuesta por preguntas de carácter cuantitativo y cualitativo, dejando claro temas como la conformidad con el actual servicio de alimentación prestado en la sede, necesidad de más espacios de comedores, puntos de encuentro y cafetería.

Utilizando la información levantada y sumado a la reunida en la encuesta, se procederá a diseñar una edificación eficiente en términos energéticos y que dé solución a las necesidades que se viven hoy en la sede.

Esta encuesta da puntapié al desarrollo del proyecto ya que nos deja de manera clara y verificable que se necesita una cafetería y punto de encuentro en la sede.

- Utilizar tecnologías constructivas vernáculas:

La tierra cruda, al ser un material poco tradicional, se debe estudiar con cuidado, considerando los sistemas constructivos, limitaciones de diseño, características y toda información que sea relevante para un diseño óptimo. Se usarán como referencia los estudios realizados por arquitecto e ingeniero alemán Gernot Minke, siendo nuestra mayor referencia el estudio realizado y titulado “Manual de Construcción en Tierra, La tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual”.

- Al diseñar la arquitectura, definiendo espacios, emplazamiento y orientación, pues quedará plasmado en planimetría y modelos tridimensionales desde un principio para evitar correcciones posteriores.

Se tomarán en cuenta factores bioclimáticos que puedan afectar la eficiencia energética de la edificación, con el motivo de maximizar el concepto de sustentabilidad en el proyecto.

## 2 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA COMUNIDAD

En este apartado se ha realizado un laborioso diagnóstico sobre las características climáticas, espacio y necesidades de la comunidad, con el fin de aportarnos información útil para generar un diseño óptimo que se adecue a las necesidades de la sede.

Los datos para realizar dicho diagnóstico fueron recopilados para el diseño del proyecto, y han sido complementados por los datos surgidos en reuniones con distintas personas de la comunidad durante el desarrollo de este trabajo.

### 2.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS COMEDORES

Uno de los pilares que fundamenta y da el puntapié inicial para el proyecto de cafetería y punto de encuentro es la necesidad de espacios de comedores y esparcimiento por parte de la comunidad universitaria. Para que fuera más tangible a la vista y pudiera ser analizado se planteó la encuesta. Esta se realizó de forma anónima vía online, por medio de Formulario de Google. Esta se llevó a cabo desde el martes 6 de agosto, considerando una fecha límite del 19 de agosto, obteniendo 126 respuestas validas, con participación de estudiantes, docentes y funcionarios.

El objetivo de la encuesta fue conocer la opinión de la comunidad USM Concepción acerca de la idea del presente proyecto, clasificando las necesidades de las personas en 6 preguntas, de las cuales 5 fueron de alternativas y la última fue abierta, con la idea de recibir comentarios, sugerencias o ideas para el proyecto.

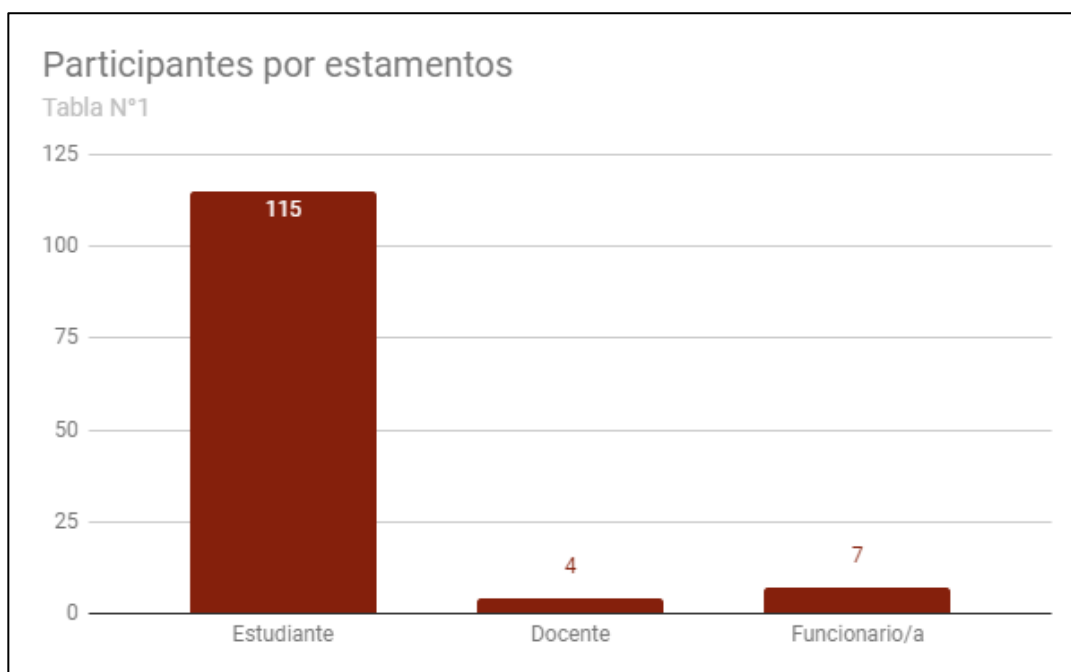


Tabla 1: Pregunta n°1 de la encuesta

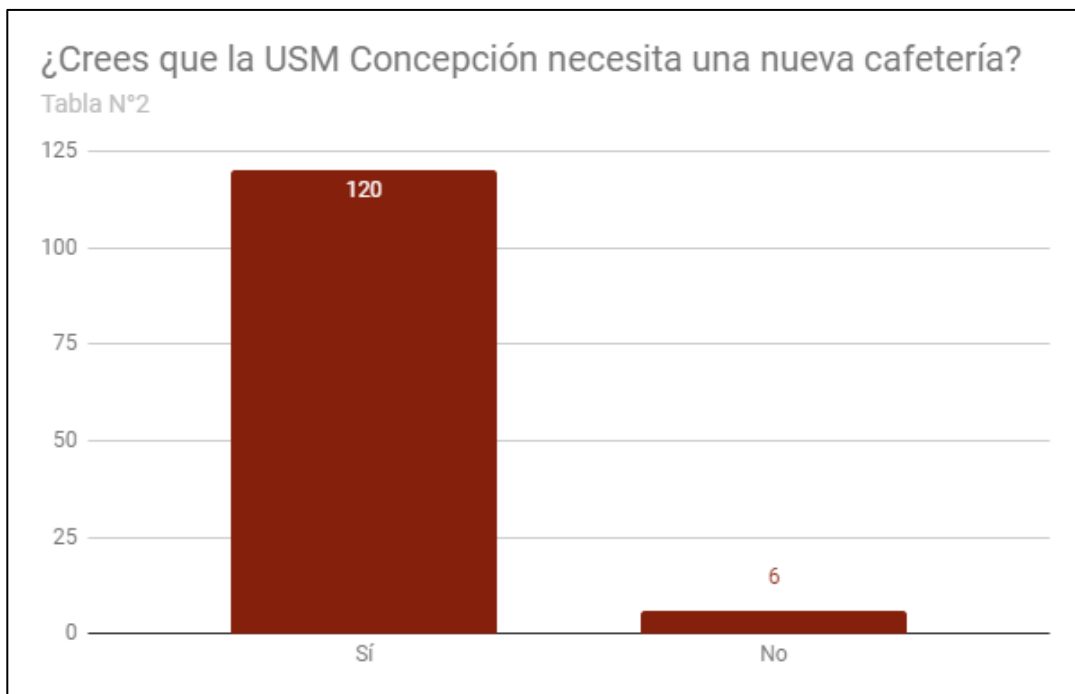


Tabla 2: Pregunta n°2 de la encuesta

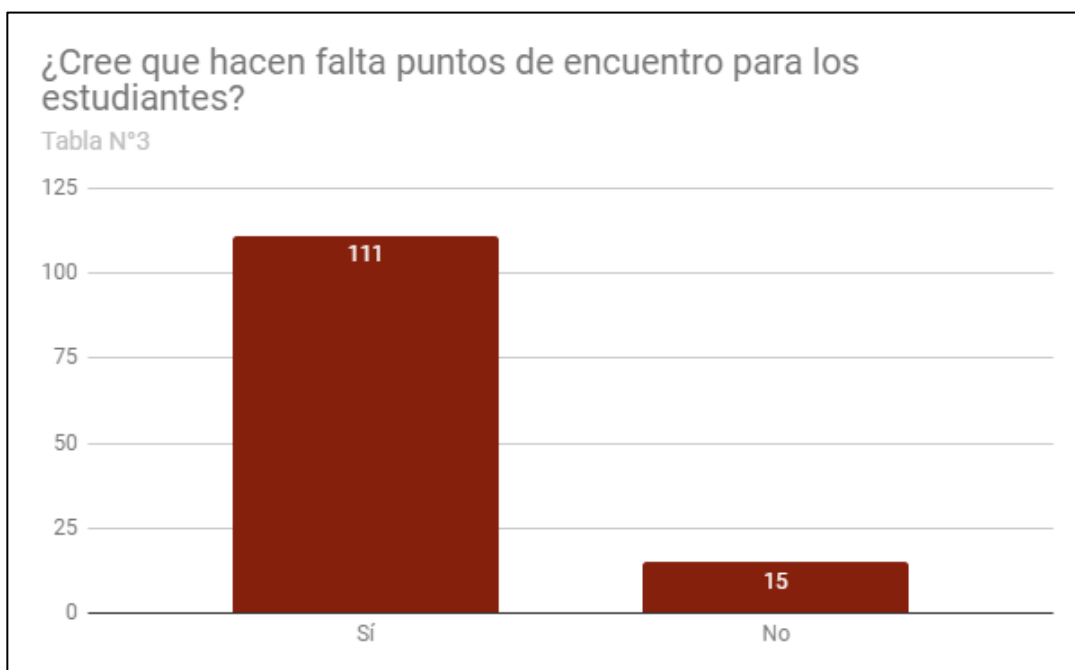


Tabla 3: Pregunta n°3 de la encuesta

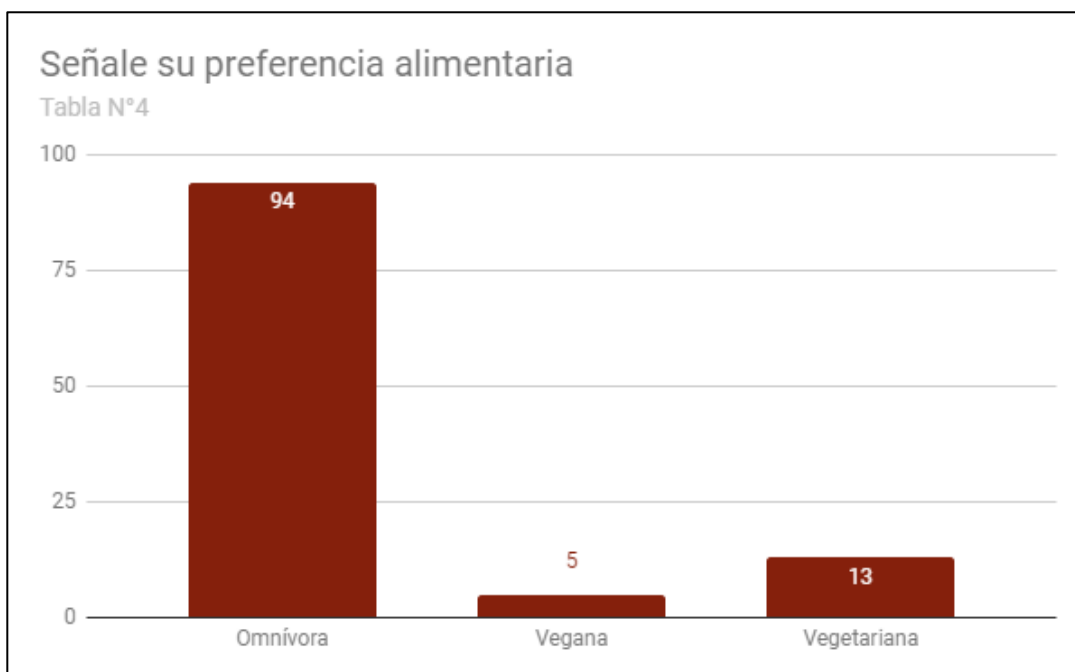


Tabla 4: Pregunta n°4 de la encuesta

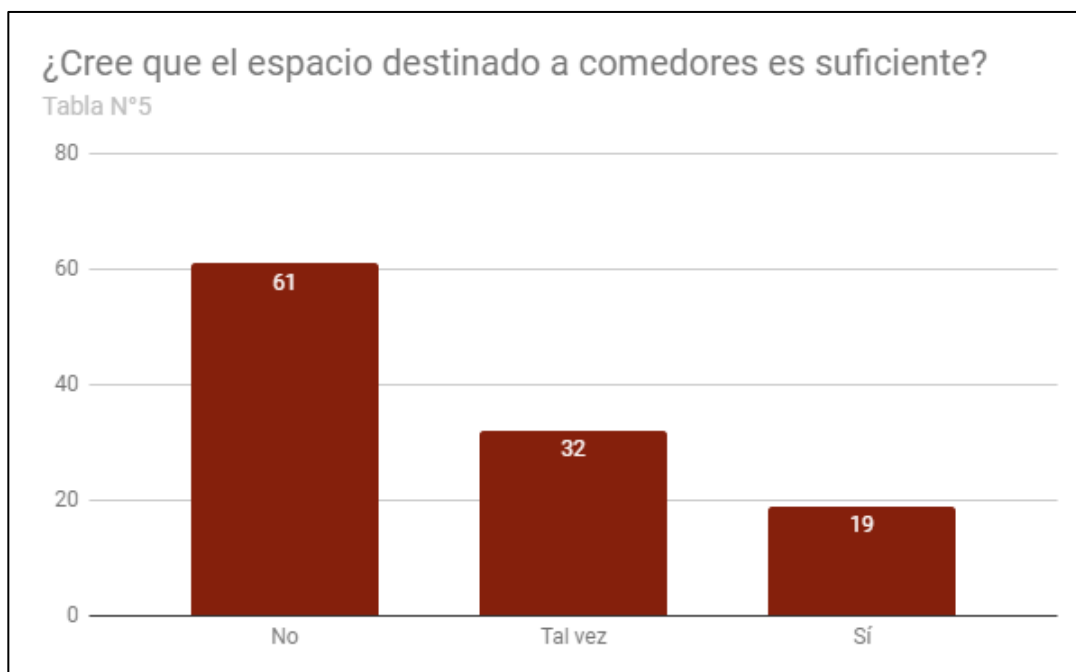


Tabla 5: Pregunta n°5 de la encuesta

En la encuesta participaron todos los estamentos colegiados, con mayoría estudiantil (91,3%), demostrando que la necesidad surge del estudiantado.

Debido a la falta de variedad en alimentación y espacios es que surge la necesidad de que la sede necesita una nueva cafetería (95,2%), entendiendo que debe incluir servicios de higiene para el personal y el público, una cocina, zona de atención, zona de bodegaje y contar con entradas de servicio propias.

La sede necesita más espacios de punto de encuentro (88,1%). Esto se debe a que los únicos espacios de esparcimiento con los que cuenta el estudiantado son la Plaza de los Boldos, el sector de las gradas en la cancha y la sala de estar y recreación en el sector de los comedores sin embargo, la sala de estar y recreación no fue concebida como una solución definitiva, sino que era provisoria hasta que se encontrara un lugar definitivo donde se encontraran las condiciones idóneas para establecerla<sup>2</sup>.

Se puede cuantificar y distinguir las preferencias alimentarias de la comunidad USM Concepción, donde se resuelve que un 84,1% de los participantes son omnívoros; el 11,1% son vegetarianos; el 4,8% veganos, dando a entender que hay miembros de la comunidad que no tienen la opción de alimentarse en las dependencias.

El espacio de comedores parece ser casi suficiente y si a esto le sumamos que habrá una nueva cafetería, nuevos comedores son indispensable.

Muchos comentarios aluden a la idea de tener alternativas saludables y de precio accesible, por lo que sería ideal que este local no fuera concesionado.

Para agregar una mayor variedad de comida en los sectores de alimentación de la USM, creemos que esta cafetería y comedor debe vender comidas mayoritariamente vegetariana y vegana.

Comentarios de los participantes:

- ✓ “Sala de recreación y esparcimiento”
- ✓ “Él sea más saludable (exista variedad)”

<sup>2</sup> “ACUERDOS ALCANZADOS EN MESA DE TRABAJO EN BASE A PETITORIO ESTUDIANTIL UNIFICADO”, Valparaíso, 9 de agosto de 2017.

- ✓ *“Necesitamos precios acordes a lo que puede pagar un estudiante promedio”*
- ✓ *“Incluir comida saludable, de distinta variedad como vegana y vegetariana”*
- ✓ *“Sería bueno que agregaran tipo bowl de ensaladas como una alternativa más saludable! ¡Éxito en su proyecto!”*
- ✓ *“Limpieza y reciclaje”*
- ✓ *“Que sea económico, interactivo, inclusivo y saludable.”*
- ✓ *“Poder pagar con la juna xfa uwu”*
- ✓ *“Comida saludable por favor”*
- ✓ *“Mejorar las condiciones actuales”*
- ✓ *“Falta opciones sin gluten”*
- ✓ *“Reestructuración de casino”*
- ✓ *“Casino con mayor variedad para pago con beca de alimentación”*
- ✓ *“Que sea un espacio, Agradable, Simpático y por sobretodas las cosas, que sea Económico, con unas amplias alternativas de pago...”*
- ✓ *“Poder tener más variedad de comida un espacio un poco más grande porque cabe destacar que a veces el casino a la hora de almuerzo se encuentra muy lleno y sin espacios”*
- ✓ *“Hacen falta variedad de productos en cafetería”*
- ✓ *“La cafetería más que nada necesita una reestilización que le otorgue mayor espacio para trabajo, mientras que los comedores necesitan una ampliación o segundo piso que entregue más comodidad”*
- ✓ *“Para que no exista Monopolio seria genial que existiese un kiosko cerca de áreas verdes de la universidad, además de la cafetería.”*
- ✓ *“Que no sean tan altos los precios de las cosas en alguna nueva cafetería.”*
- ✓ *“Creo que deberían ampliar el casino”*
- ✓ *“Se debería de ampliar los sectores de encuentro recreativo para alumnos, docentes y funcionarios”*
- ✓ *“No se les olvide la eficiencia energética c:”*
- ✓ *“Mejorar la calefacción en el lugar del comedor y la iluminación ... Además, que los horarios sean más extensos para los que somos vespertinos”*
- ✓ *“Más variedad de comestible”*
- ✓ *“Faltan salas de estar con calefacción”*
- ✓ *“Incorporación de nuevas áreas verdes y lugares destinados a la convivencia”*
- ✓ *“Ciertamente hay cosas que faltan dentro de la USM, como por ejemplo el tema de la cafetería, y eso sería conveniente el poder hacer un arreglo en la cafetería (Sansanito). Por otro lado, que buen interés por hacer de la Sede de Concepción un lugar mejor de lo que es ambientalmente.”*
- ✓ *“Veo necesario que tenga una variedad no solo en alimentos, sino que, de precios igual y por sobre todo beneficios para el estudiantado”*

## 2.2 ESTADISTICAS DEL CASINO

Sin ser suficiente la encuesta, haremos los cálculos para saber si los espacios para comer son suficientes, para ello consideraremos los siguientes datos:

- Plazas disponibles para utilizar en el comedor para estudiantes: 336 asientos (dato obtenido).
- Cantidad de estudiantes de la sede: 2328 estudiantes (842 estudiantes vespertinos y 1486 diurnos)<sup>3</sup>
- Tiempo disponible para comer: de 12:00hrs a 14:00hrs.
- Estudiantes que tienen el beneficio BAES<sup>4</sup> : 1255 estudiantes diurnos y vespertinos.<sup>5</sup>
- Promedio de estudiantes que almuerzan: 350 estudiantes por día aprox.<sup>6</sup>
- Promedio de estudiantes que almuerzan con la BAES: 150 estudiantes por día aprox. (Va disminuyendo conforme avanza el mes)<sup>7</sup>

De los datos obtenidos podemos decir que:

- Para obtener los turnos necesarios para que todos los estudiantes diurnos puedan almorzar en un día común, debemos realizar la siguiente operación básica.

$$1486 \text{ estudiantes diurnos} / 336 \text{ plazas disponibles en el casino} = 4,42 \approx 5 \text{ turnos}$$

Estos turnos son de 24 minutos cada uno (considerando 2 horas para almorzar). Sin embargo los estudiantes que suelen almorzar en la universidad son 350 aproximadamente, siendo suficiente un solo turno.

- Un 84,45% del total de los estudiantes cuentan con la beca BAES.
- Un 10,09% de los estudiantes diurnos suelen almorzar en el casino usando como medio de pago la beca BAES.
- Solo un 23,55% de los estudiantes diurnos almuerzan en el casino de la sede.

Podemos concluir que para el total de estudiantes diurnos el espacio es insuficiente para poder comer con tranquilidad en el casino actual de la sede, sin embargo, por distintos motivos (horarios, disponibilidad, gustos, etc) menos de una cuarta fracción del estudiantado en horario diurno almuerza en el casino de la sede.

Debemos señalar que el próximo año se abrirá una nueva carrera de ingeniería por lo que estos números se verían afectados para peor en un futuro no muy lejano.

## 2.3 FACTORES BIOCLIMATICOS

Debido a que en el diseño buscamos optimizar los recursos energéticos en pro de generar un bajo impacto ambiental, tenemos que señalar las características de zona donde se emplaza nuestro proyecto. Esto se hace con el fin de utilizar los materiales adecuados, generar una buena envolvente térmica, obtener la dirección ideal para aprovechar al máximo

---

<sup>3</sup> Fuente: Sr. Secretario Académico

<sup>4</sup> Beca de alimentación para la educación superior

<sup>5</sup> Fuente: Patricia Cid, Asistente Social encargada de la beca BAES en el departamento de Bienestar de la USM Concepción.

<sup>6</sup> Fuente: Paula Pino, nutricionista encargada del Servicio de Alimentación de la Sede.

<sup>7</sup> Fuente: Paula Pino.

el calor del sol entre otras estrategias constructivas, siempre primando el confort térmico de la cafetería y punto de encuentro.

Para llevar a cabo la recopilación de datos, utilizamos el Explorador Eólico y Solar desarrollado por la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM) de la Universidad de Chile cuyos programas funcionan de manera independiente de las estaciones meteorológicas del país, por lo que para efectos de temperaturas y precipitaciones nos guiaremos con la NCh 853, of 2007 que establece esos datos que han sido estudiados durante décadas.

El modelo empleado por el Explorador Eólico es el Weather Research and Forecasting que ha sido desarrollado por NCAR (National Center for Atmospheric Research) en Estados Unidos. Es ampliamente reconocido a nivel mundial por sus aplicaciones de evaluación del recurso eólico.

Para las simulaciones en los exploradores se ubicó el proyecto en el sector de la “cancha de volleybol” en el sector norte de la universidad, a un costado del gimnasio.



Ilustración 1: Ubicación del Proyecto

Latitud	36.78S
Longitud	73.08
Elevación del terreno	17 metros
Densidad del aire	1.24 (kg/m <sup>3</sup> )

Tabla 6: Información general de la ubicación del proyecto. Fuente: Explorador Solar UCh.

- Rosa de vientos según cada estación del año:

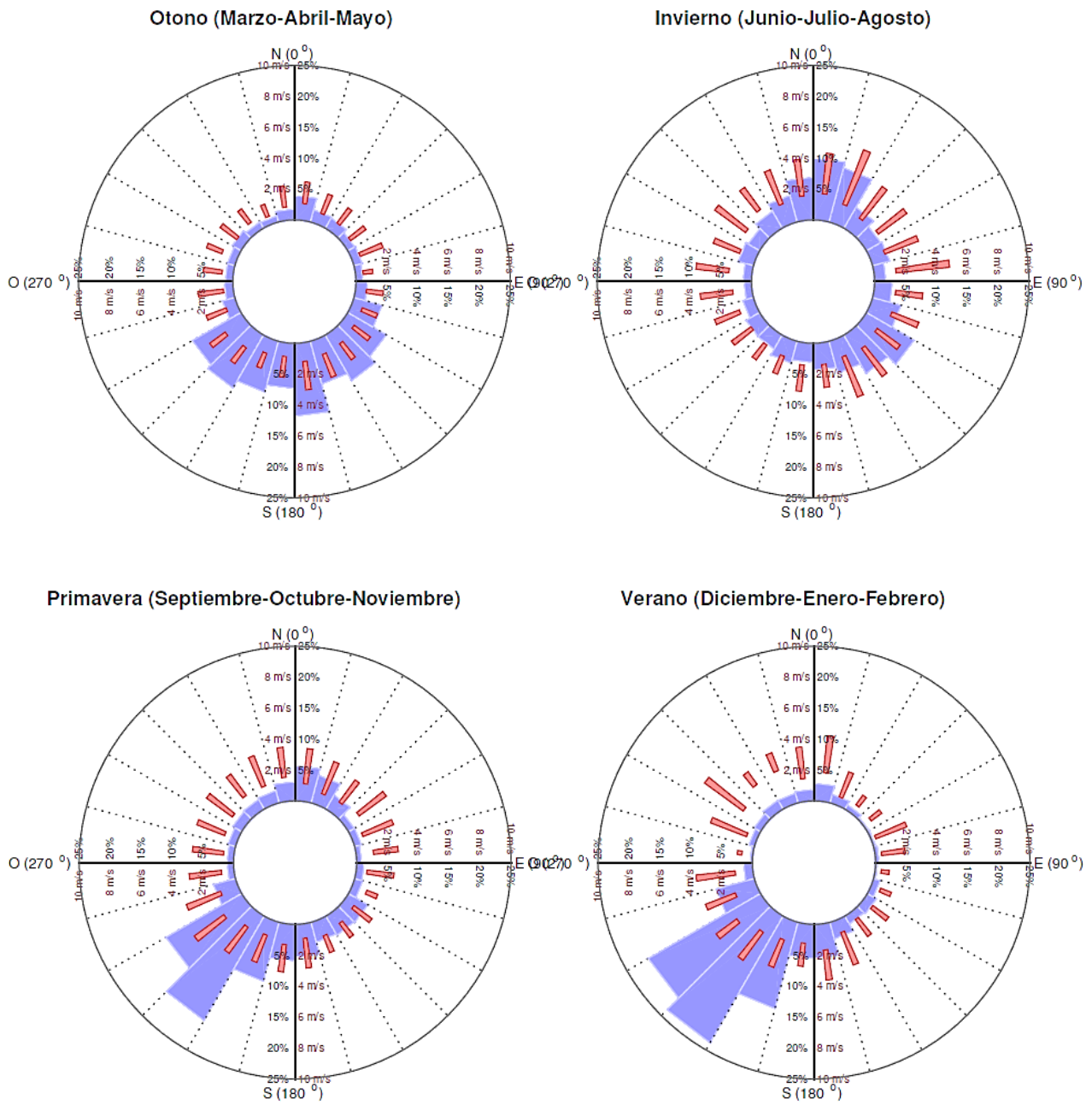
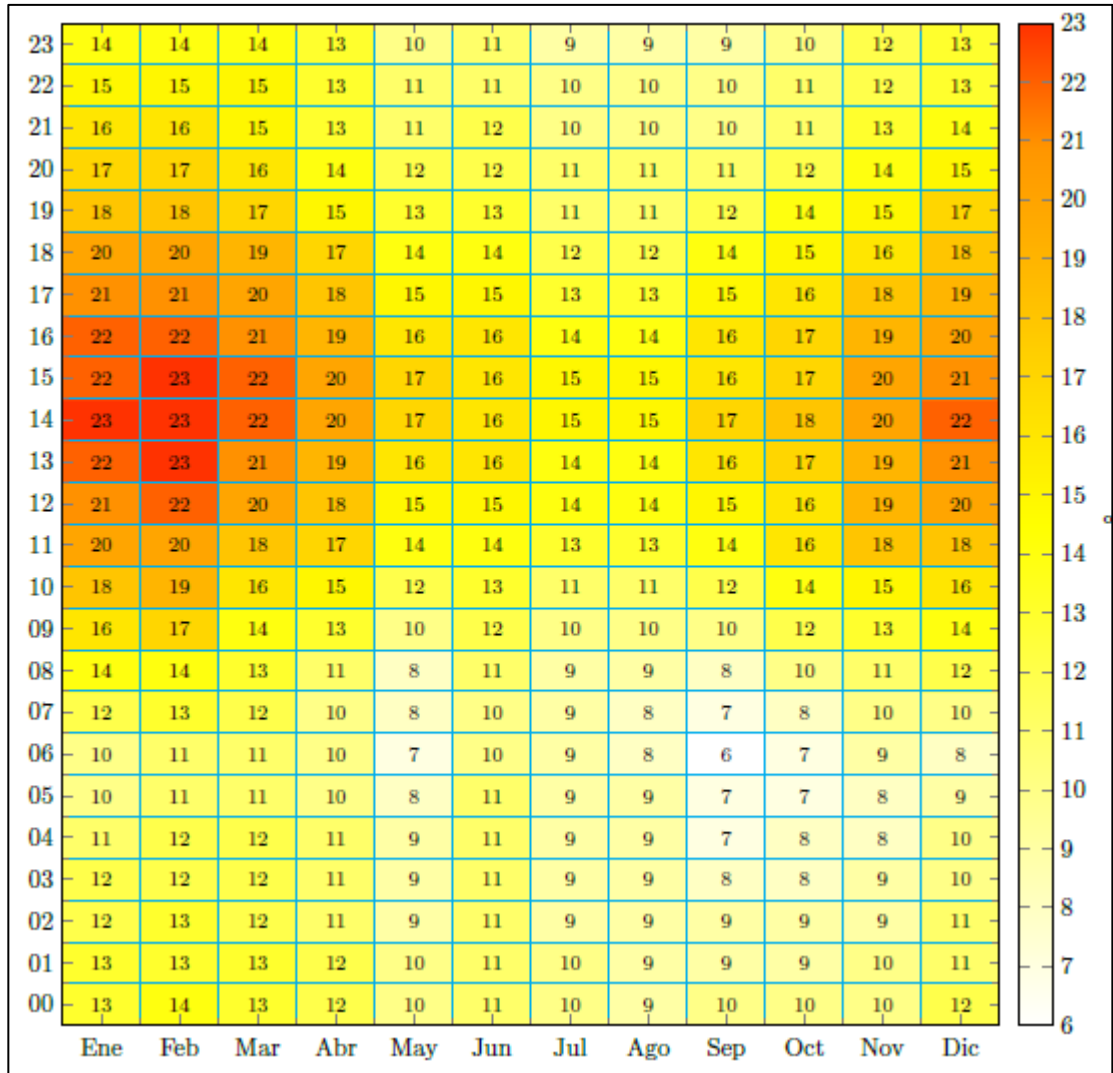


Tabla 7: Rosa de vientos según cada estación del año. Las barras azules indican el porcentaje de los valores horarios según la dirección del viento. Las barras rojas indican el rango inter-cuartil de velocidad de viento para cada intervalo de dirección. La dirección de viento es un ángulo que indica el sector desde donde proviene el viento.

- Promedio de la temperatura para cada mes y hora:

Tabla 8: Promedio de temperatura para cada mes y hora.



- De la NCh 853, of 2008 obtenemos los siguientes datos.

Tabla 9: Pendiente de cubierta, protección contra el sol y características climáticas de las zonas. Fuente NCh 1079, of 2000

Zona	Pendiente de cubierta, valores mínimos en %		Orientación de muros que requieren protección contra el sol	Localidades más importantes	Temperatura °C				Insolación Wh/m² x día		Soleamiento horas sol/día		Humedad relativa %		Nubosidad décimas		Precipitación mm		Vientos predominantes	Heladas (a 1,5 m sobre el suelo)						
	SR	SL			E	J	E	J	E	J	21 dic	21 jul	E	J	E	J	Anual	máx. 24 h		Total anual	Primera	Última				
																							21	22	23	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23				
CI Central Interior	15	8	E - W	San Felipe	21,4	9,9	20,3	14,9						63	78	1,3	5,0	234,2	82,8		26	Abr	Oct			
				Los Andes	20,9	8,3	21,0	15,8								58	73	1,3	5,0	275,5	117,1		20	Abr	Sep	
				Santiago	20,9	6,1	16,7	11,0	6 908	1 919	14,3	9,8	57	84	1,3	5,9	312,5	111,1	6SE 3,0		8	Abr	Oct			
				Rancagua	19,9	7,1	15,3	11,0									61	82	2,5	6,3	436,2	137,4	SO 3,2	26	Abr	Oct
				Curicó	19,9	7,2	18,7	8,9	7 047	1 825							65	90	1,6	7,3	701,9	128,2	SSO 2,6	21	Abr	Oct
				Talca	20,3	7,6	18,9	11,4									62	88	1,3	7,5	721,2	97,2		18	Abr	Sep
				Linares	19,6	6,4	17,8	10,2									68	90	2,5	6,3	966,9	178,3		21	Abr	Oct
				Cauquenes	21,0	8,8	17,1	9,0	7 164	1 907							58	88	1,3	6,3	696,9	168,5		11	Abr	Sep
SL Sur Litoral	30	15	W - N	Chilón	19,1	7,3	17,8	8,4			14,6	9,6	64	67	1,9	6,8	1 107,0	153,7	SO 2,1		24	Mar	Oct			
				Talcahuano				7,7	6,8									1 107,5								
				Concepción	16,3	6,8	12,3	7,3	6 919	1 860	14,5	9,5	75	87	2,5	6,2	1 110,1	162,4	SO 4,9		5	Abr	Oct			
				Valdivia	15,8	7,0	14,1	6,6			14,9	5,2	75	80	4,6	8,0	1 871,0	175,4	NE 1,5		34	Mar	Dic			
				Puerto Montt	14,3	6,5	10,2	6,4	6 384	1 197			80	90	5,9	7,3	1 802,7	133,0	N 4,2		28	Mar	Nov			
				Los Angeles			16,9	8,8	7 001	1 702							2,0	5,6	1 072,0	176,3	S 2,6		28	Feb	Nov	
				Traiguán			16,8	9,3			14,7	8,3							944,9							
				Temuco	16,8	7,2	14,8	7,4	6 873	1 430			74	88	4,2	7,1	1 157,4	131,8	O 2,7		31	Mar	Nov			
SI Sur Interior	30	20	E - N	Loncoche			19,1	9,2									2 068,3	149,0	Calma							
				Osorno	15,2	6,5	14,5	7,2			15,0	9,1	75	90	5,8	8,0	1 331,8	96,4	N 2,1		41	Ene	Dic			
				Ancud			8,8	5,2			15,1	9,0					6,4	7,9	2 704,7	132,0	NO 6,2		11	Abr	Sep	
				Castro			8,3	6,1									6,4	7,7	1 871,2	110,4	N 2,4					
				Aysén	13,6	3,9	7,9	5,1			15,5	8,5	83	91	7,7	8,0	2 647,2	171,0	SO 3,9		28	Mar	Nov			
				Punta Arenas	10,5	1,1	8,2	4,8	5 582	732	16,8	7,4	69	84	7,1	6,0	375,7	98,0	O 7,9		83	Ene	Dic			

- Temperatura máxima media.

Tabla 10: Valores de temperatura media (c°). Fuente: NCh 1079, of 2008

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media anual	Período
Graneros (Rancagua)	28,4	28,0	26,1	21,3	17,5	14,6	13,9	15,8	17,8	21,4	24,9	27,2	21,4	1988 - 2006
Machali	28,8	28,6	26,3	22,4	18,0	14,7	19,7	15,5	24,4	20,7	24,1	27,2	22,5	1961 - 1990
Parrón	27,5	26,7	24,1	20,3	16,4	13,8	13,4	14,1	16,7	18,9	22,6	25,7	19,8	1961 - 1990
Curicó - AD, General Freire	29,5	28,8	25,7	20,8	15,8	12,4	12,3	14,2	17,1	20,6	24,2	27,7	20,8	1961 - 1990
Talca	31,0	30,0	27,5	21,8	16,3	13,2	12,0	14,9	17,6	21,3	25,4	29,4	21,7	1988 - 2006
Chanco	21,9	21,6	21,2	18,8	16,7	15,0	14,2	14,9	16,1	17,2	19,0	20,9	18,1	1988 - 2006
Linares	29,1	28,3	26,2	20,7	15,6	12,6	11,7	14,5	17,3	21,2	21,9	27,8	20,6	1988 - 2006
Cauquenes	30,3	29,6	27,3	21,4	16,6	13,5	12,9	14,8	17,4	20,8	24,9	28,0	21,5	1988 - 2006
Chillán - AD, General B. O'Higgins	28,4	28,0	25,4	20,6	15,5	12,4	12,2	14,0	16,6	19,3	22,8	26,4	20,1	1961 - 1990
Concepción - Carriel Sur	22,8	22,4	20,9	18,4	15,6	13,4	13,0	13,8	15,1	16,8	19,2	21,5	17,7	1961 - 1990
San Cristóbal - Fundo	26,9	27,3	26,1	21,7	16,2	12,9	12,8	14,9	17,4	20,2	24,0	25,9	20,7	1961 - 1990
Temuco - Maquehue	23,8	24,0	21,7	18,1	14,4	11,7	11,6	12,9	15,1	17,2	19,5	22,0	17,7	1961 - 1990
Valdivia - Pichoy	22,9	22,9	20,7	17,0	13,6	11,2	10,8	12,2	14,5	16,6	19,0	21,4	16,9	1961 - 1990
Osorno - Ad. Cañal Bajo	22,5	22,3	20,2	16,7	13,4	11,0	10,6	11,9	14,1	16,3	18,7	20,9	16,5	1961 - 1990
Punta Huano	21,7	20,5	17,5	13,6	10,4	8,1	7,4	8,6	11,4	14,7	17,9	20,2	14,3	1961 - 1990
Puerto Montt - El Tepual	19,6	19,2	17,8	15,2	12,7	10,7	10,3	11,1	12,8	14,4	16,6	18,5	14,9	1961 - 1990
Puerto Aysén - AD,	17,9	17,8	16,0	12,9	9,7	7,2	6,9	8,6	11,0	13,5	15,4	17,2	12,6	1961 - 1990
Coyhaique - AD, Tte. Vidal	18,6	19,2	17,1	13,9	8,9	6,0	5,4	8,0	10,9	13,9	16,2	17,9	12,9	1961 - 1990
Balmaceda - Aeropuerto	17,5	17,7	15,7	11,9	7,8	4,3	3,6	6,1	9,4	12,3	14,7	15,4	11,5	1961 - 1990
Chile Chico	22,2	22,2	19,5	15,1	10,8	7,9	7,2	9,6	13,1	15,9	19,2	21,2	15,3	1961 - 1990
Cochrane - AD,	19,7	19,8	17,1	13,1	8,0	4,8	4,5	7,5	11,6	14,4	16,8	18,8	13,0	1961 - 1990
Punta Arenas - Pdte. Ibáñez	14,7	14,4	12,8	9,8	6,4	4,2	3,7	5,3	7,9	10,6	12,5	14,1	9,7	1961 - 1990
Puerto Williams	13,6	13,8	12,4	9,2	6,5	4,6	4,4	5,6	7,8	10,0	11,7	13,1	9,4	1961 - 1990
C.M.A. Pdte. E. Frei M.	3,2	3,3	2,0	-0,1	-1,9	-3,1	-4,0	-3,8	-1,9	-0,6	0,5	2,1	-0,4	1961 - 1990
Base Antártica A. Prat	2,8	2,9	1,8	-0,2	-1,9	-3,1	-4,4	-4,3	-2,4	-0,7	0,5	2,2	-0,6	1961 - 1990
Base Antártica B. O'Higgins	2,5	2,2	0,8	-1,6	-3,5	-4,8	-5,4	-5,4	-3,1	-1,1	0,3	1,9	-1,4	1961 - 1990

- Temperatura mínima media.

Tabla 11: Valores de temperatura minima media (c°). Fuente: NCh 1079, of 2008.

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media anual	Período
Graneros (Rancagua)	11,3	10,8	8,9	6,2	4,9	4,3	2,4	3,6	5,6	7,1	9,0	11,0	7,1	1988 - 2006
Machali	12,6	12,2	10,6	8,3	6,8	4,9	4,5	4,9	6,1	7,8	9,9	11,8	8,4	1961 - 1990
Parrón	10,2	9,7	7,9	5,6	4,6	3,0	2,4	2,7	3,5	5,5	7,2	8,8	5,9	1961 - 1990
Curicó - AD, General Freire	10,6	10,0	8,0	5,5	4,9	3,8	3,4	3,8	4,5	6,5	8,2	10,1	6,6	1961 - 1990
Talca	11,6	10,8	9,5	6,3	4,7	4,0	2,6	3,5	5,5	7,4	9,2	11,4	7,2	1988 - 2006
Chanco	9,1	8,6	8,5	7,9	6,9	6,2	4,7	5,1	6,0	6,4	7,3	8,8	7,1	1988 - 2006
Linares	10,3	9,6	8,4	6,3	5,6	5,3	2,8	3,9	5,4	7,2	8,7	10,9	7,0	1988 - 2006
Cauquenes	12,6	11,7	10,2	8,1	6,8	5,6	3,5	4,5	5,8	6,9	8,7	11,5	8,0	1988 - 2006
Chillán - AD, General B. O'Higgins	10,6	9,9	8,0	6,0	5,4	4,3	3,8	4,1	4,5	6,1	7,9	9,6	6,7	1961 - 1990
Concepción - Carriel Sur	10,5	10,2	8,9	7,5	7,4	6,2	5,7	5,6	5,6	6,6	8,3	9,9	7,7	1961 - 1990
San Cristóbal - Fundo	11,5	11,5	10,2	8,2	7,2	5,4	4,7	5,1	6,1	7,2	9,0	9,9	8,0	1961 - 1990
Temuco - Maquehue	9,0	8,8	7,4	5,9	5,9	4,5	4,2	3,9	4,2	5,5	7,1	8,6	6,3	1961 - 1990
Valdivia - Pichoy	8,6	8,3	7,3	5,9	4,9	3,9	3,5	3,8	4,4	5,6	6,9	8,2	5,9	1961 - 1990
Osorno - Ad. Cañal Bajo	8,0	7,5	6,4	5,1	5,1	3,4	3,4	3,4	3,8	4,8	6,4	7,6	5,4	1961 - 1990
Punta Huano	10,2	10,1	9,0	7,2	5,6	3,5	3,2	3,0	3,6	5,1	7,0	9,5	6,3	1961 - 1990
Puerto Montt - El Tepual	9,4	9,1	8,0	6,7	6,0	4,1	3,9	4,0	4,2	5,5	7,2	8,6	6,4	1961 - 1990
Puerto Aysén - AD,	10,0	9,6	8,3	6,5	4,7	2,4	1,8	2,8	3,8	5,6	7,7	9,1	6,0	1961 - 1990
Coyhaique - AD, Tte. Vidal	8,8	8,2	6,6	4,8	2,6	0,1	-0,4	1,2	2,2	4,1	6,4	7,8	4,4	1961 - 1990
Balmaceda - Aeropuerto	6,7	6,0	4,5	2,6	0,6	-2,0	-2,7	-1,0	0,1	2,1	4,3	5,8	2,2	1961 - 1990
Chile Chico	9,2	8,5	6,6	4,5	1,9	0,2	-0,7	0,2	1,5	3,5	6,5	7,9	4,1	1961 - 1990
Cochrane - AD,	7,6	7,6	5,6	3,2	0,7	-0,9	-1,6	-0,3	1,3	3,2	5,3	6,8	3,2	1961 - 1990
Punta Arenas - Pdte. Ibáñez	6,5	6,2	5,0	3,2	1,0	-0,7	-1,1	-0,1	1,0	2,6	4,4	5,7	2,8	1961 - 1990
Puerto Williams	5,3	5,4	4,1	2,6	0,8	-0,4	-0,7	-0,3	0,9	2,3	3,5	4,7	2,4	1961 - 1990
C.M.A. Pdte. E. Frei M.	0,0	0,2	-1,0	-3,2	-6,2	-8,0	-8,2	-8,7	-7,0	-4,2	-2,4	-0,7	-4,2	1961 - 1990
Base Antártica A. Prat	-0,2	-0,2	-1,2	-3,5	-6,0	-7,9	-8,6	-9,8	-7,3	-4,5	-2,3	-0,8	-4,4	1961 - 1990
Base Antártica B. O'Higgins	-1,2	-1,9	-3,8	-6,4	-8,8	-11,1	-11,2	-11,5	-8,5	-5,8	-3,6	-1,9	-6,3	1961 - 1990

- Normal de precipitación mensual.

Tabla 12: Normales precipitación mensual (mm). Fuente: NCh 1079, of 2008.

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Máx. 24 h
Concepción - Carriel Sur	21,0	14,6	24,9	56,0	179,3	218,2	222,1	153,2	87,6	64,9	41,1	28,2	1 110,1	162,4
Punta Huspán - Faro	13,1	7,9	14,5	27,4	85,2	117,0	115,7	82,0	48,2	38,5	26,6	17,3	592,4	109,0
Cerro Caracol - Filtros	20,9	15,6	21,9	57,2	167,5	204,1	199,1	142,3	83,7	62,9	40,0	29,9	1 045,1	148,6
Nonguan - Sendos	25,4	23,3	27,2	73,5	222,4	283,9	270,6	194,5	119,8	86,9	57,4	34,4	1 422,3	189,5
Haulqui - Sendos	22,4	28,0	20,7	83,8	227,1	306,1	305,4	214,4	108,5	81,0	47,5	37,3	1 462,2	126,4
San Cristóbal - Fundo	17,7	12,9	20,5	50,8	162,8	190,7	195,0	129,7	78,8	232,6	39,5	28,6	1 159,6	145,8
El Tambillo	23,0	17,1	27,7	68,4	208,4	235,8	241,7	169,2	89,7	61,1	46,6	31,4	1 221,1	169,0
Santa Bárbara - Sendos	46,3	33,8	40,9	88,6	247,3	261,6	241,8	204,8	129,3	108,0	76,7	60,4	1 539,5	141,5
Angol - Los Estanques	17,9	12,0	21,8	48,3	171,1	214,3	238,6	158,2	93,8	54,3	39,8	24,7	1 094,8	141,5
Los Sauces - Sendos	17,8	13,4	16,9	41,4	101,6	110,9	120,3	79,2	50,9	43,2	26,8	26,7	649,1	115,1
Vista Hermosa - Granja El Aroma	25,6	24,9	30,3	226,1	345,3	151,8	166,3	127,0	82,5	66,4	45,0	36,5	1 328,9	131,9
Carahue - Sendos	24,7	22,6	26,0	51,0	113,9	124,3	118,7	95,0	63,4	48,8	179,5	27,6	895,7	169,0
Temuco - Maquehue	42,4	40,8	45,9	80,1	175,9	177,0	168,8	134,7	94,1	85,7	59,1	52,9	1 157,4	131,8
Curaco en Balsa	84,4	64,8	86,2	145,9	316,5	333,7	295,1	262,6	173,5	153,2	123,1	79,2	2 120,2	-
Fior del Lago	89,0	79,4	86,8	166,5	417,3	395,4	413,1	326,1	233,2	192,4	123,6	102,9	2 625,7	176,4
Purulén - Escuela Agrícola	68,6	60,8	77,3	148,2	336,1	323,7	342,1	290,2	183,3	138,5	103,0	72,6	2 144,7	250,0
San José de la Mariquina	42,3	49,0	57,3	115,6	246,4	234,9	235,1	203,3	127,4	98,7	65,7	55,1	1 530,8	155,2
Valdivia - Pichoy	54,1	54,6	70,5	133,0	294,6	297,1	312,3	247,0	162,4	109,2	73,0	63,2	1 871,0	175,4
Panguipulli	63,8	61,1	81,1	139,9	356,3	362,9	368,1	301,0	200,9	167,1	120,4	103,6	2 345,9	254,0
Lago Ranco	76,6	80,1	90,5	146,3	272,9	272,7	266,2	253,4	170,5	143,1	107,3	94,5	1 976,1	135,0
Río Bueno	42,8	47,4	50,7	84,4	178,6	163,9	169,5	143,0	90,0	64,1	54,9	53,2	1 142,5	117,6
San Pablo	48,6	51,9	56,3	97,7	198,4	187,0	189,2	158,5	99,4	69,7	57,3	46,7	1 261,0	139,3
Osorno - Cañal Bajo	48,7	60,5	53,2	105,2	199,6	189,8	197,8	173,0	104,6	80,3	58,7	60,4	1 331,8	96,4
La Ensenada	94,4	79,0	95,5	169,5	249,7	245,8	228,2	196,5	151,2	159,3	116,5	96,9	1 874,5	253,0
Puerto Montt - El Tepual	90,1	93,3	98,9	143,3	234,1	223,8	228,7	208,5	145,8	120,9	111,9	103,1	1 802,5	133,0
Castro - Aeródromo	84,7	75,0	82,6	141,7	271,6	261,9	295,0	227,2	155,0	110,7	78,6	87,2	1 871,2	110,4
Quellón - Aeródromo	127,4	102,7	105,2	166,5	165,2	253,7	270,2	254,2	182,1	141,2	117,5	127,4	2 113,3	126,0

Podemos indicar a rasgos generales que la zona en donde se emplaza nuestro proyecto, la zona 4 o SL (Sur Litoral) es un clima que va de lo templado a lo frío, de tipo marítimo (suelo y ambiente salino), lluvioso, cuyos inviernos son largos.

Además, según el gráfico de vientos podemos concluir que mayoritariamente el viento se aproxima desde el sur-oeste durante gran parte del año, siendo más frecuente desde septiembre a febrero. Sin embargo, los vientos cuyas velocidades son mayores son los que provienen del nor-este durante la época de invierno, aun cuando su frecuencia sea más acotada.

Con estos valores podemos determinar que la orientación debería ser de extremo a extremo de la edificación, perpendicular a la dirección nor-este por los siguientes motivos:

- Las lluvias y los fuertes vientos no llegan de forma directa a los accesos ubicados en los extremos del proyecto.
- Gran parte de la fachada, hablamos de extremo a extremo recibirá una gran cantidad de luz.

## 3 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 3.1 SUSTENTABILIDAD

El proyecto nace de la necesidad de la comunidad USM de terminar con un monopolio en el servicio de alimentación que se presta en el casino de la sede. Esta situación ha llevado a que los precios del local sean muy elevados, generando un descontento general en la comunidad.

Distintos factores como lo son las necesidades de la comunidad y la conciencia por la problemática ambiental que aqueja nuestra generación y las que están por venir, contribuyen al desarrollo de una cafetería y punto de encuentro que cumpla con estándares energéticos, por lo que creemos que no podemos pasar a llevar una para solucionar la otra. Por ende, el proyecto deberá contar con estándares energéticos actualizados y que contribuyan al desarrollo sustentable.

Lo anterior se podría simplificar en un término especial, la sustentabilidad o desarrollo sustentable y se entiende como “El proceso de mejoramiento sostenido equitativo de la calidad de vida de las personas, fundado en medidas apropiadas de conservación y protección del medio ambiente, de manera de no comprometer las expectativas generaciones” según la ley vigente 19.300 Sobre las bases generales del medio ambiente, donde podemos desglosar el concepto en 3 sub conjuntos donde en su intersección se logra el desarrollo sustentable en su máxima expresión.

- **Sustentabilidad económica:** Requiere un desarrollo económico eficiente cuyo norte sea la preservación de los recursos naturales, en un escenario donde estos son limitados.

Las intervenciones en espacios públicos deben ser viables en términos prácticos y económicos, considerando los costos de recursos para su mantenimiento posterior.

- **Sustentabilidad social:** Este se refiere a la equidad intergeneracional, es decir, el aseguramiento del bienestar de las futuras generaciones. Al momento de tomar decisiones se debe considerar a los grupos menos favorecidos en la participación y obtención de beneficios. Lo anterior se enmarca en un plan de equidad demográfica y reducción de la pobreza. El espacio debe ser utilizado para saciar las necesidades de la comunidad, generando un impacto social positivo, aportando en el sentimiento de pertenencia e identidad de la USM. Todo lo anterior sin olvidar la funcionalidad del espacio.
- **Sustentabilidad ambiental:** El desarrollo debe ser compatible con el cuidado de los procesos ecológicos, su diversidad y el manejo de los recursos naturales. La intervención del espacio en la universidad debe ser compatible con el medio ambiente, optimizando el consumo de energía, agua y evitar la generación de residuos, contaminación, etc.

Ilustración 2: Ilustración del concepto de sustentabilidad según la ley 19.300.



Desde un principio, la idea de generar nuevos espacios nace de las inquietudes de la comunidad a través en las redes sociales, dejando en evidencia la insalubridad y otros aspectos negativos de aquella cafetería.

### 3.2 PRE-CERTIFICACION ENERGETICA CES

El objetivo del sistema “Certificación Edificio Sustentable” es evaluar, calificar y certificar el grado de sustentabilidad ambiental del edificio, entendiendo esta como la capacidad de un edificio de lograr niveles adecuados de calidad ambiental interior, con un uso eficiente de recursos y baja generación de residuos y emisiones.

El sistema fue desarrollado por el Instituto de la Construcción con el apoyo y la participación formal de 13 instituciones públicas y privadas, reunidos con el objetivo de incentivar el diseño y la construcción de edificios con criterios de sustentabilidad, y estimular al mercado para que valore este tipo de edificación.

CES es apoyada por el Ministerio de Obras Públicas, la Cámara Chilena de la Construcción, el Colegio de Arquitectos de Chile y el propio IC, que actúa como entidad administradora.

Como segundo objetivo, el sistema de certificación busca incentivar el diseño y la construcción de edificios con criterios de sustentabilidad al mejorar los estándares de diseño, construcción y operación que influyen en el comportamiento ambiental. Para ello, el método de evaluación y clasificación busca ser una herramienta de apoyo en la toma de decisiones, tanto de diseño del equipo de proyecto como de inversión por parte de mandantes y administradores de edificios.

El sistema de certificación podrá ser aplicado a “edificios de uso público”, es decir aquellos con destino “equipamiento” cuyas funciones por definición son aquellas construcciones destinadas a complementar las funciones básicas del habitar, producir y circular. Sin diferenciar propiedad y/o administración pública o privada.

Es importante señalar que está orientada a edificaciones con superficies construidas de hasta 5.000 m<sup>2</sup>, puede ser aplicada a edificio de mayor tamaño sin restricción alguna.

El proceso de certificación consta de dos etapas, la Pre-certificación y la Certificación propiamente tal. La Pre-certificación se evalúa la arquitectura e instalaciones del edificio, estableciendo una instancia de evaluación en la etapa de diseño, que permite introducir mejoras a su arquitectura e instalaciones, incluyendo posibles modificaciones durante su etapa de construcción.

Debido a que la Certificación como tal solo se puede aplicar a proyectos que estén en etapa de construcción, nuestro anteproyecto solo podrá cumplir con la Pre-certificación, donde el proyecto de arquitectura y especialidades está en constante desarrollo. Una vez inscrito el proyecto, el cliente solicitará la Evaluación de diseño y entregará la información de proyecto requerida en el “Manual de Operación”. La entidad evaluadora verificará el cumplimiento de cada requerimiento obligatorio y voluntario al que se postule, completará las fichas de evaluación y entregará un informe.

La Pre-certificación y la certificación se basa en el cumplimiento de un conjunto de 23 variables, desagregadas en 15 requerimientos obligatorios y 33 requerimientos voluntarios que entregan puntaje. Los requerimientos voluntarios poseen una ponderación o importancia relativa en el conjunto, lo que se traduce en un puntaje. El máximo de puntaje es 100.

Para la versión 1 de la certificación CES por la que nos guiaremos, el ámbito general del comportamiento ambiental de un edificio se centrará en 5 aspectos temáticos:

1. Calidad del ambiente interior
2. Energía.
3. Agua
4. Residuos
5. Gestión

Estas temáticas se han agrupado en cuatro categorías:

- a) Diseño Arquitectónico Pasivo
- b) Diseño de sistemas activos (instalaciones)
- c) Construcción
- d) Operación

La categoría “C. Construcción”, se enfoca específicamente en requerimientos de “Manejo de Residuos durante la Construcción”, mientras que en la categoría “D. Operación” se enfoca en requerimientos “Gestión de la Operación y Mantenimiento”.

Para obtener la certificación se deberá cumplir con los requerimientos obligatorios y mediante los requerimientos voluntarios obtener el puntaje mínimo de 30 puntos. A partir de este mínimo, se proponen tres rangos, en base al indicador global del edificio, en una escala de 100 puntos porcentuales.

- “Edificio Certificado”: 30 a 54,5 puntos.
- “Certificación Destacada”: 55 a 69,5 puntos.
- “Certificación Sobresaliente”: 70 a 100 puntos.

### **3.2.1 FACTORES OBLIGATORIOS PARA LA PRE-CERTIFICACIÓN CES**

#### **1. ARQ. CAI 2R Confort visual pasivo: Factor Luz Día o Iluminación útil mínimos.**

El confort visual es la manifestación subjetiva de conformidad o satisfacción con las condiciones de iluminación interior, de forma tal que permitan cubrir las necesidades de trabajo y salud de las personas.

El objetivo es maximizar el aporte de luz natural a través de los elementos transparentes de la envolvente del edificio para aumentar los niveles de confort visual y disminuir los consumos energéticos en iluminación artificial.

#### **2. ARQ. CAI 3R Calidad del aire pasivo: Superficie mínima de ventana o caudal mínimo de aire.**

Se refiere a las condiciones para generar el caudal mínimo de ventilación necesario por superficie de recinto según uso para lograr una condición aceptable de concentración de CO<sup>2</sup>.

El objetivo de esta es limitar la concentración de CO<sup>2</sup> emitidos por los usuarios, ya sea directamente en las zonas de alta ocupación, o por contaminación cruzada entre espacio de uso específicos.

#### **3. ARQ. CAI 4R Confort acústico: Aislación acústica mínima de fachada exteriores.**

El confort acústico es la situación en qué el nivel de ruido provocado por las actividades humanas resulta adecuado para la comunicación y salud de las personas. Debe estar acorde a la funcionalidad de cada recinto.

Se busca limitar el traspaso de ruido mediante aislamiento para lograr el confort acústico.

#### **4. ARQ. Energía 5R Demanda de energía: Transmitancia térmica de la envolvente y Factor Solar Modificado.**

La demanda de energía es la energía estimada que será requerida para generar niveles adecuados de calidad del ambiente interior, específicamente el confort térmico y lumínico. Influyen en ellas las características de la envolvente tales como transmitancia, control solar y hermeticidad.

Su objetivo es disminuir la demanda de energía necesaria para la calefacción, refrigeración e iluminación un edificio, en base a limitar la transmitancia termia de la envolvente y el factor solar modificado.

#### **5. ARQ. Energía 6R Hermeticidad de la Envolvente: Sellos exteriores para carpintería y paso de instalaciones.**

La hermeticidad al aire es un término genérico para describir la resistencia de la envolvente del edificio a las infiltraciones. La infiltración es un intercambio de aire no controlado desde el exterior hacia el interior de una edificación a través de grietas, porosidad y otras aperturas no intencionales en la envolvente de un edificio.

Se busca limitar las infiltraciones a través de los elementos constructivos de la envolvente, para disminuir la demanda de energías para calefacción y enfriamiento de los ambientes interiores del edificio, y aumentar los niveles de confort higrotérmico.

**6. ARQ Agua 8R Paisajismo: Reducir un 20% la evapotranspiración.**

El paisajismo es la actividad que es capaz de modificar un espacio exterior, trabajando con elementos orgánicos e inorgánicos, para satisfacer las necesidades de uso del espacio exterior para un determinado grupo de usuarios, ya sea un medio urbano o rural. Las características del proyecto de paisajismo deben estar en relación a la zona bioclimática, de modo de disminuir la demanda de agua para riego.

Se busca reducir el uso de agua para riego, sea esta agua potable o de otras fuentes de aguas superficiales o subterráneas, en base a reducir la necesidad de agua de las especies vegetales del proyecto de paisajismo.

**7. INST. CAI 11 R<sup>1</sup> Calidad del aire activo: Tasas mínimas de ventilación.**

Se refiere al caudal mínimo de ventilación necesario por superficie de recinto y ocupantes. El objetivo es limitar la concentración de CO<sup>2</sup> emitidos por los usuarios, ya sea directamente en las zonas de ocupación, o por contaminación cruzada entre recintos de uso específico.

**8. INST. CAI 11 R<sup>2</sup> Calidad del aire activo: Eficiencia mínima de filtraje**

Con respecto a la eficiencia de filtraje es la capacidad de un elemento, un filtro, para remover y reducir la concentración de partículas o materiales gaseosos desde un caudal de aire, tales como polvo, polen, moho, bacterias y humo.

Por lo anterior se busca minimizar la exposición de los ocupantes del edificio a partículas potencialmente peligrosas, contaminantes, químicos y biológicos, que degradan la calidad del aire.

**9. INST. CAI 11R<sup>3</sup> Calidad del aire activo: No utilizar sistemas de calefacción de combustión en base a llama abierta.**

La calefacción por combustible a llama abierta dentro de un recinto consume oxígeno al interior de este y genera gases contaminantes dañinos para las personas.

El objetivo es no utilizar sistemas de calefacción en base a llama abierta.

**10. INST. CAI 13R Confort Visual-Activo: Condiciones de diseño mínimas.**

La iluminancia es el flujo incidente por unidad de área en una superficie iluminada. El deslumbramiento es la incomodidad en la visión producida cuando partes del campo visual son muy brillantes en relación a las cercanías a las que el ojo está adaptado. El rendimiento cromático es la habilidad de una fuente de luz para reproducir un color relativamente a ese mismo color iluminado por una fuente de luz patrón.

Se busca entonces, que los sistemas de iluminación artificial deberán diseñarse y calcularse de tal forma que cumplan con los valores mínimos de iluminancia, control del deslumbramiento y rendimiento energético.

**11. INST. CAI 14R Confort Térmico Activo: Definir condiciones de diseño de climatización.**

El confort térmico es una variable fundamental de la calidad ambiental y habitabilidad de los edificios debido a su relación directa con la salud y bienestar de las personas. Los

sistemas de climatización deben estar diseñados para cubrir las necesidades de confort térmico y facilitar el control sobre este por parte de los propios ocupantes.

Por lo anterior, se busca que los sistemas de climatización deberán diseñarse y calcularse de tal forma que cumplan con las condiciones de diseño fijadas objetivamente.

**12. INST. Energía 16R Climatización y ACS: Aislación térmica en distribución de calor y frío.**

Se entiende como la energía estimada que será consumida por el edificio, considerando todos los usos finales de energía.

Se busca disminuir el consumo de energía del edificio, en base a asegurar la correcta aislación térmica en las redes de conducción de líquido y aire del sistema de climatización.

**13. INST. Agua 19R Sistema de Agua Potable: Reducir en un 20% el consumo de agua potable.**

Se busca disminuir el consumo de agua potable con la implementación de sistemas que contemplen elementos para disminuir el consumo de agua, tales como inodoros, lavamanos, grifería eficientes y sistemas de control.

Se excluyen los sistemas de agua contra incendios.

**14. INST. Agua 20R Riego: Reducir en un 20% el consumo de agua para riego.**

Busca reducir el uso de agua para riego, sea esta agua potable o de otras fuentes de aguas, por medio de estrategias en el diseño que permitan la disminución del consumo de agua.

**15. INTS. Residuos 21R Manejo de residuos: “Medidas de control y mitigación” durante la construcción.**

Este punto está dirigido a la fase de construcción, donde se busca asegurar las acciones mínimas de control y mitigación de residuos y emisiones durante la etapa de construcción.

### **3.3 MARCO NORMATIVO**

- **NCh 1079 of 2008, Arquitectura y Construcción - Zonificación climática habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico.**

Con el fin de generar un diseño apropiado para la zona, esta norma nos será útil para obtener información climática de la zona con lo que podremos complementarla con la información obtenida del explorador solar y eólico de la UCh.

Queda establecido que la Ciudad de Concepción pertenece a la zona n° 4 o SL (sur litoral) en términos de zonas climáticas. Además, la norma:

- Establece el porcentaje mínimo de pendiente para estructuras de techumbre según la zona climática, por lo que para Concepción serían 30° para superficies rugosas y 15° para superficies lisas.
- Indica los promedios de temperaturas máximas y mínimas, precipitaciones medias, direcciones y velocidades de vientos, promedios de horas de sol y su radiación, información recopilada desde décadas anteriores.

- **NCh 853 of 2007, Acondicionamiento térmico - Envoltente térmica de edificios - cálculos de resistencia y transmitancia térmica.**

- Se establece la metodología de cálculo para resistencias y transmitancia térmica, basados en la Ley de Fourier

- **PLAN REGULADOR DE HUALPEN**

- **ART 18:** Se establecen los sectores en el área urbana de la comuna.
- **ART 19:** Se asignan los tipos de usos para los distintos sectores del área urbana. Señalamos que la USM sede Concepción se encuentra en el sector S-2.
  - **Usos permitidos:** Vivienda y equipamiento de escala regional e interurbana, comunal y vecinal de todo tipo.
  - **Usos prohibidos:** Todos los usos no indicados expresamente como permitidos.

Tabla 13: Indicadores para la construcción en el sector S-2 de la comuna de Hualpén.

SECTOR	USO DE SUELO	SUPERFICIE PREDIAL MÍNIMA	FRENTE PREDIAL MÍNIMO	PORCENTAJE DE OCUPACION MÁXIMA DE SUELO	COEFICIENTE MÁXIMO DE CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE AGRUPAMIENTO (A;P;C)*	ALTURA MÁXIMA DE LA EDIFICACIÓN	PROFUNDIDAD MÁXIMA DEL EDIFICIO COSNTRUIDO	DENSIDAD MÁXIMA
		(m2)	(m)	(%)	(%)		(m)	(%)	(hab/há)
S-2	VIVIENDA	180	8	80	-	A;P;C	7	60	-
	EQUIPAMIENTO	180	8	80	-	A;P;C	7	60	-

\* A = Aislado; P = Pareado; C = Continuo

- **ART 20:** Las normas específicas sobre subdivisión predial y edificación para los diferentes sectores definidos en el artículo 18.

- **ORDENANZA AMBIENTAL DE HUALPEN**

- **ART 12:** “La ventilación de los establecimientos comerciales, cocinerías, restaurantes, garajes y talleres instalados en inmuebles, deberá realizarse por chimeneas y sistemas adecuados que cumplan las condiciones indicadas por la autoridad sectorial.”

### 3.4 MATERIALIDAD DE LA CAFETERIA Y PUNTO DE ENCUENTRO

Hemos definido que la materialidad de nuestro proyecto debe enfocarse a contribuir lo menor posible al problema ambiental, considerando factores económicos, sociales y ambientales, por lo que la tierra cruda como sistema constructivo básico aparece como una solución económica y ambientalmente viable. Además, en Chile, la tierra ha sido utilizada en la construcción desde su nacimiento hasta inicios del siglo XX, cuando se empezó a regular la construcción y la llegada de la albañilería con hormigón que fueron un gran salto tecnológico.

En el proyecto de cafetería y punto de encuentro, usaremos sistemas mixtos, dejando por un lado la tierra cruda como materia predominante, pero con elementos de hormigón para asegurar su estabilidad y en lugares donde haya mucha humedad. Pues creemos que los

sistemas basado en tierra cruda deben ser rescatados, manteniendo la tradición de construcción en barro ya que es un método alternativo sustentable.

### 3.4.1 TIERRA CRUDA

Los sistemas constructivos basado en tierra cruda, corresponden a todos los sistemas constructivos que como material base se utiliza la arcilla, agua y paja. Esta mezcla se utiliza tanto como para elementos estructurales como para elementos no estructurales.

Estos sistemas han sido difamados debido a sus bajas resistencias sísmicas, lo cual es cierto en parte, pero depende mayormente de un buen diseño, cuidado en su construcción y una mantención adecuada.

Sin embargo, estos sistemas constructivos tienen otras características que los hacen muy peculiares, partiendo por su bajo costo; básicamente es tierra, paja y agua, propiedades térmicas excelentes; sabemos que la tierra funciona como masa térmica, por lo que cuando absorbe calor, lo va soltando lentamente y no podemos dejar de lado su arquitectura que no pasa desapercibida.

Dentro de la tierra cruda podemos categorizar las distintas técnicas constructivas diferenciando aquellas donde la tierra cumple un rol estructural de otras que este material actué de forma secundaria, aunque no menos importante.

En comparación con materiales industrializados comunes, la tierra cruda (en adelante, barro) tiene 3 desventajas:

- **El barro no es un material de construcción estandarizado.**

Su composición depende del lugar donde se extrae, pudiendo contener diferentes cantidades y tipos de arcilla, limo, arena y agregados. Por eso sus características pueden variar de lugar a lugar y la preparación de la mezcla correcta para una aplicación puede variar también. Resulta necesario saber la composición específica del barro para poder juzgar sus características y modificarlas con aditivos e ser necesario.

- **El barro se contrae al secarse.**

A través de la evaporación del agua de amasado pueden aparecer fisuras. La retracción lineal durante el secado oscila entre un 0,4-2% en técnicas de mezclas secas como el tapial o bloques compactados.

- **El barro no es impermeable.**

El barro debe ser protegido contra la lluvia y las heladas, especialmente en estado húmedo. Las paredes pueden protegerse con aleros, barreras impermeabilizantes, tratamientos superficiales, etc.

Por otra parte, el barro tiene muchas ventajas en comparación con los materiales industrializados empleados en la construcción:

- **El barro regula la humedad ambiental.**

El barro tiene la capacidad de absorber y desorber humedad más rápido y en mayor cantidad que los demás materiales de construcción. Por eso regula el clima interior.

Experimentos llevados en el Laboratorio de Construcciones Experimentales de la Universidad de Kassel, Alemania, demostraron que cuando la humedad relativa en un ambiente interior aumenta súbitamente de 50% a 80%, los bloques de barro pueden absorber 30 veces más humedad que los ladrillos cocidos en un lapso de dos días. Aun cuando se colocan en una cámara climática a 95% de humedad relativa durante 6 meses, los adobes se humedecen, pero no se ablandan.

- **El barro almacena calor.**

Al igual que otros materiales densos, el barro almacena calor. En zonas climáticas donde las diferencias de temperatura son amplias, o donde es necesario almacenar la ganancia térmica por vías pasivas, el barro puede balancear el clima interior.

- **El barro es reutilizable.**

El barro crudo e puede volver a utilizar ilimitadamente. Solo necesita ser triturado y humedecido con agua para ser reutilizado. En comparación con otros materiales, no será nunca un escombros que contamine el medio ambiente.

- **El barro economiza materiales de construcción y costo de transporte.**

Generalmente el barro que se encuentra en la mayoría de las obras producto de la excavación de cimientos puede ser utilizado para la construcción. Si este no contiene suficiente arcilla, esta será añadida y se contiene mucha arcilla deberá mezclarse con arena, lo que significa modificar la composición del barro.

Si lo comparamos con otros materiales de construcción, se pueden disminuir considerablemente los costos si se utiliza el suelo excavado, aun cuando este deba ser transportado desde un lugar distinto al de la faena.

### **3.4.2 TAPIAL PARASISMICO**

La tierra apisonada o tapial se utiliza en muchos países en la actualidad. Las nuevas tecnologías aportan en la reducción de costos actuando en elementos de compactación y sistemas de encofrado, muy importantes en su secuencia constructiva, haciendo del tapial una opción relevante en países industrializados.

La técnica consiste en rellenar un moldaje con capas de tierra húmeda de 10 a 15 cm de espesor, las cuales deben ir siendo apisonadas para seguir avanzando con el llenado, del moldaje. En cierta forma se parece mucho al hormigón, ya que ambos sistemas tratan de llenar un encofrado con el material, pero el tapial viene en estado semisólido por lo que se hace ineludible la utilización de un sistema mecánico para su compactación.

El tapial parasísmico entra en la categoría de elemento estructural, pues recibirá y distribuirá cargas de toda la estructura. Pero al ser la tierra su material base, debemos tomar ciertas precauciones con las que, sin ellas, el trabajo serio en vano: hay que proteger la estructura del agua ya que es muy sensible a la húmeda por capilaridad.

También debemos cuidar la estructura de otros factores, el más importante en Chile: los sismos. Estos han demostrado ser fatales en edificaciones que no las consideraron. Por lo anterior se deben adoptar estas medidas fundamentales:

- El tapial parasísmico debe estar al menos 40 cm sobre el NTN, quedando aislado de la humedad del terreno. De preferencia se ha de utilizar un sobrecimiento de origen pétreo.
- El espesor del tapial debe ser al menos la altura dividido por 8 (Minke 2001).
- Debemos proteger los muros de las aguas lluvias con la ayuda de grandes aleros o revestimientos impermeables (cuidando de no perder la arquitectura propia del tapial).
- Los impactos verticales provocados por sismos son menores que los horizontales, por lo que se hace necesario un sistema de arriostramiento interno en el muro que evite este movimiento. La solución es que cada 50 cm de tapial haya una capa de 5 cm de hormigón con una malla de acero electro soldada para darle resistencia a la tracción.
- Por principios de inercia, el desplazamiento horizontal es mayor en la sección de más altura, produciendo fuerzas de cizalladura en los muros produciendo grietas oblicuas en las esquinas.
- Por lo anterior, a mayor altura de la estructura y mayor el peso de la cubierta, mayor será el riesgo de aparición de grietas.

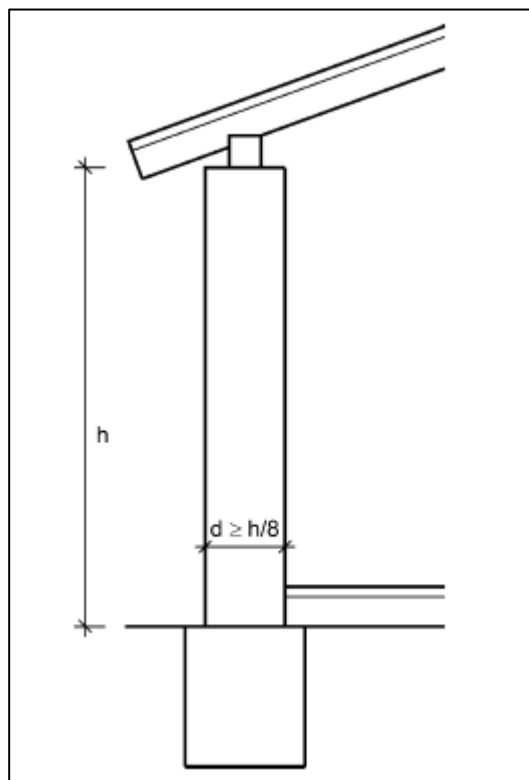


Ilustración 3: Consideraciones de diseño (Minke 2001).

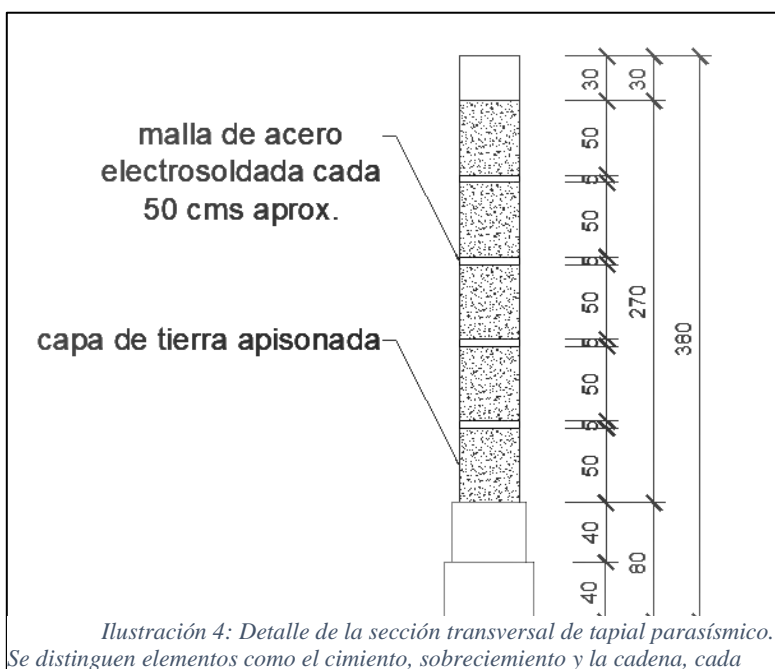


Ilustración 4: Detalle de la sección transversal de tapial parasísmico. Se distinguen elementos como el cimiento, sobrecimiento y la cadena, cada uno de ellos compuesto por hormigón armado.

- Los movimientos perpendiculares al plano del muro pueden provocar un colapso, por lo que se debe asegurar el muro con elementos como: muros intermedios, contrafuertes o un encadenamiento similar al de la albañilería.
  - Se debe diseñar la cubierta como un elemento estructural aislado, utilizando columnas propias, esto es

para que, ante un sismo, ambos sistemas tengan un movimiento independiente.

Se entiende que la columna descansará sobre el muro, pero habrá secciones en el proyecto donde el muro no alcanzara la altura de la cubierta, por lo que se hace necesario usar columnas que irán empotradas en el muro con un anclaje al cimiento y la utilización de una cadena que funcione como arriostramiento para la estructura de la cubierta.

La secuencia constructiva de un tapial parasísmico consta de las siguientes partes fundamentales (considerando que la fundación esté hecha).

1. Se extrae suelo o la tierra del mismo lugar donde se estará construyendo.
2. Si la tierra extraída no cumple con las propiedades físicas necesarias (cohesión, plasticidad, porosidad, etc), se le deberá incorporar arcilla y material pétreo (es preferible la grava chancada).
3. Se humedecerá la tierra. Es muy importante que al agregar agua el material no alcance su estado de plasticidad ya que si lo hace no se podrá compactar.
4. Se levanta el encofrado.
5. Se vierte el material humedecido en el encofrado, compactando cada capa de 10-15 cm. Dependiendo del tipo de compactación que se utilice, se puede variar el espesor de las capas.

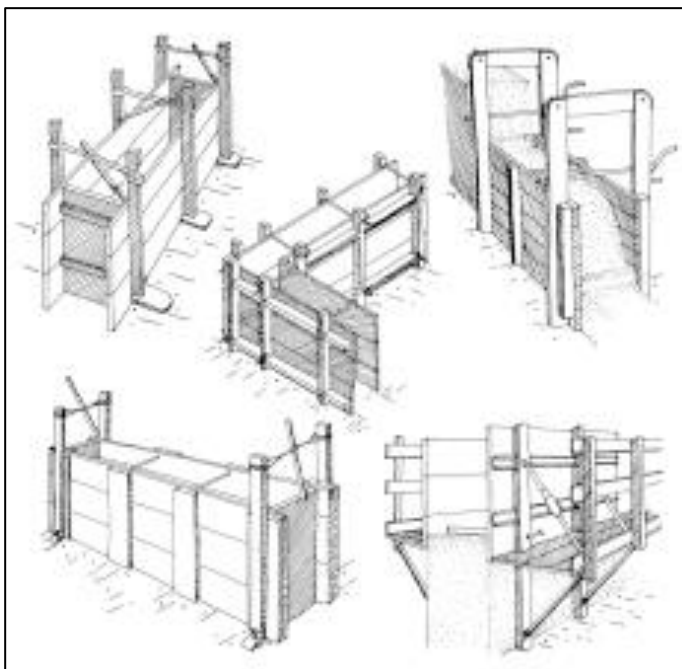


Ilustración 5: Detalles de encofrados para la construcción del tapial parasísmico.

Cada 50 cm de tierra compactada, debe ir una capa de 5 cm con un hormigón pobre, cuya misión es proteger y mantener en su lugar las barras de acero que le darán resistencia a la tracción y por ende a los movimientos horizontales.

## 4 DISEÑO ARQUITECTÓNICO

El sector de las gradas fue diseñado para que las personas puedan mirar los deportes que se lleven a cabo en la cancha. Sin embargo, la necesidad de tener un punto de reunión dentro de la sede por parte de la comunidad, han hecho de las gradas un lugar de reunión muy frecuentado y con un gran



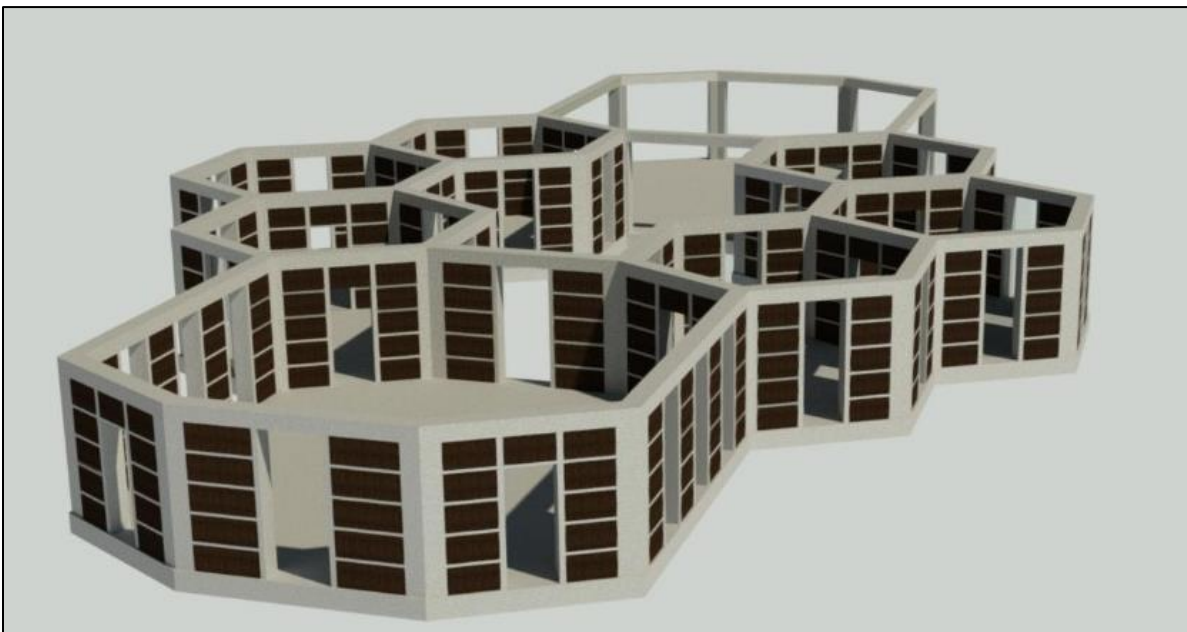
*Ilustración 6: Nuestro concepto de diseño, demostrando el flujo de comunicación que buscamos al diseñar un punto de encuentro.*

problema, y es que las personas al reunirse no pueden mirarse al entablar una conversación debido a la forma de las gradas. Esta forma lineal obstruye la comunicación fluida, que al final de cuentas, es lo que se busca en un punto de encuentro.

Por lo anterior es que nuestro diseño se basa en figuras geométricas tales como el hexágono y octógonos, tratando de que se asemeje a una circunferencia. Esto es por el motivo de que, en un acto social, cualquier sea la naturaleza de la reunión, las personas que interactúan desean verse de frente o tener una panorámica más social.

Dentro del diseño podemos diferenciar dos zonas notoriamente segmentadas, una es la zona de cafetería, utilizando aproximadamente la mitad de uno de los octógonos, dándole la función de cafetería a la edificación, y la otra es la zona de esparcimiento, que cuenta en su mayoría con mesas y sillones, cumpliendo con las necesidades observadas en la encuesta anterior, priorizando los espacios de comedores en gran parte.

El diseño de vanos, se ajusta a las normas establecidas para la construcción del tapial parasísmico previamente señaladas.



*Ilustración 7: Render de una vista isométrica del proyecto arquitectónico. Se pueden apreciar las capas del tapial parasísmico. Elaboración propia.*



*Ilustración 8: En el render se pueden apreciar los hexágonos interiores y como están conectados entre sí. Elaboración propia.*



*Ilustración 9: Render con vista hacia el patio interior de la cafetería y punto de encuentro. Elaboración propia.*



*Ilustración 11: Render con una vista exterior de la Cafetería y Punto de encuentro. Elaboración propia.*



*Ilustración 10: Vista exterior de la Cafetería y Punto de Encuentro*

## **5 RECOMENDACIONES**

La mayor recomendación que tenemos es un llamado a las autoridades, academia, docentes, estudiantes y aquellas personas que se dedica a la construcción a que se concienticen sobre las nuevas y antiguas tecnologías de bajo impacto ambiental.

Si hablamos sobre la tierra cruda, nos daremos cuenta de que por ley las “obras nuevas” prohíben el uso de sistemas constructivos que contemplen como material base la tierra cruda en cualquiera de sus formatos como estructura debido a que, en la actualidad no hay ninguna NCh vigente que entregue un marco técnico a respetar.

## 6 CONCLUSIONES

Habiendo hecho una encuesta de satisfacción a la comunidad USM sede Concepción sobre el servicio de alimentación y comedores de la sede, y corroborando con las estadísticas del casino, podemos concluir que el espacio destinado a comedores cumple con los requerimientos de espacio y plazas de forma parcial, ya que el casino puede recibir a los estudiantes en horario de almuerzo, pero estos deben turnarse, o esperar a que haya espacio disponible. Por otro lado, la comunidad siente que no hay espacio, que faltan alternativas de alimentación y, por último, puntos de encuentro.

Habiendo revisado y analizado la problemática de falta de espacios destinados a comedores y recreación, tratamos de crear un proyecto que se ajuste a las necesidades pero que contribuya a sobrellevar un problema que nos aqueja como sociedad a nivel mundial: el poco cuidado con el medio ambiente, producto de las malas políticas de extracción de recursos de forma descontrolada y la falta de regularizaciones respecto a la generación de residuos, usos de recursos y poco fomento a las construcciones sustentables.

Es por eso que la necesidad de lograr una mayor eficiencia energética se vuelve imprescindible a la hora de diseñar un proyecto, y hemos hablado ya que esta eficiencia energética no solo debe ocurrir durante la etapa de construcción, sino que también durante su etapa de operación.

Desde el punto de vista ambientalista, nuestra solución fue el tapial parasísmico, utilizando como material base la tierra cruda, que tiene grandes ventajas frente a otros materiales pero que debido a la falta de regularización y normalización a nivel nacional, no se permite su uso de forma legal, aun cuando el precio de una casa de tapial parasismico correctamente diseñada, podría ser muy viable de forma social, económica y ambiental, dando acceso a una vivienda a las familias chilenas que lo requieran, dejando una huella ambiental mínima.

Sobre el tapial, debemos reiterar que su uso en climas húmedos no es imposible, pero debemos considerar soluciones constructivas, ya sean revestimientos, tratamientos superficiales, etc. Que resguarden los elementos estructurales y no estructurales de la humedad, ya que por capilaridad esta ingresa a los muros, deteriorándolos con el paso del tiempo.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

- BARROS, Luis P. y SARABIA, Gustavo P. (2016), *Sistemas Constructivos Básicos*. Valparaíso: Editorial USM.
- HEMPEL, R. (2013), *Proyecto Innova Bío Bío: Vivienda social bioclimática*.
- GUZMAN, E. (1979), *Curso elemental de Edificación*.
- NEUFERT, E. (2007), 15ª. ed. *El arte de proyectar en arquitectura: Fundamentos, normas, prescripciones sobre recintos, edificios, exigencias de programa y relaciones espaciales, dimensiones de edificios, locales, estancias, instalaciones y utensilios con el ser humano como medida y objetivo*.
- MINKE, G. (2001), *Manual de construcción en tierra: La tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual*.
- CHILE. MINISTERIO de Vivienda y Urbanismo, División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional. *Manual de elementos urbanos sustentables*. Santiago, Chile: ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2016. ISBN 978-956-9432-16-3
- CHILE. IDIEM E INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN. *Certificación Edificio Sustentable: Manual de Evaluación y Calificación*, 194 p. ISBN 978-956-8070-11-3