

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA | DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA
MAGISTER EN REHABILITACIÓN ARQUITECTÓNICA SOSTENIBLE



**UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA**



**VALORACIÓN DEL POTENCIAL PASIVO
EN RECURSOS FORMALES Y COMPOSITIVOS
DEL MOVIMIENTO MODERNO EN CHILE:
ESTUDIO CRÍTICO DEL EDIFICIO FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR**

TESIS DE MAGISTER
ESTUDIANTE: CHRISTIAN LÓPEZ RIQUELME
DIRECTOR DE TESIS: MIGUEL ÁNGEL GALVEZ
2023

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a todas aquellas personas a las que les gusta la arquitectura bioclimática pero son algo "lentas" para entender los procesos ambientales que interactúan en un edificio. Para mí, los gráficos, simulaciones y demases pueden resultar un tanto abrumadores ya que tienen demasiados datos científicos que mi cerebro tarda en procesar.

A lo largo de esta tesis aprendí que mi manera de aprendizaje es otra y por eso que recurrí al dibujo nuevamente, una herramienta básica que tenían los arquitectos modernos para representar lo que ellos querían controlar y proyectar. Realmente pienso que existe valor en darse el tiempo para pensar e imaginar, cultivar una nueva perspectiva y no simplemente confiar en las herramientas digitales. El mundo avanza muy rápido y no lo sé, a veces es bueno contemplar el paisaje. Es algo que aún intento decifrar y los invito a hacerlo también.

Christian Daniel López Riquelme

AGRADECIMIENTOS

Es extraño agradecer por un periodo en mi vida tan confuso, tan lleno de remordimientos y que, por momentos, fue tan difícil de superar. Pero, crecer implica ser honesto, compasivo y convertirse uno mismo en el maestro.

Algo que aprendí durante estos años, es que el tiempo nos da la sabiduría para cambiar el significado de nuestras decisiones, nos conecta con otras personas y así renueva nuestras fuerzas.

Así que quiero agradecer en primer lugar a las y los docentes del magister por darme esta oportunidad, a Marcela Hurtado, Nina Hormazabal, Carolina Carrasco y Pablo Sills por ver el potencial en mi; en especial a mi profesor guía Miguel Ángel Galvez, por su tiempo, su disposición amable y su experiencia.

Gracias a mis compañeros y amigos de magíster quienes también me inspiraron. A los extraños que he conocido en el camino. A mis wenüy, en especial a mi kimelfe Bernarda Curifil, usted me enseñó a ser "che" en este proceso.

Agradezco a mi familia, a mi papá por su apoyo incondicional, por su apoyo y por nunca cuestionar nada. A mi mamá, por inspirarme a formar redes y luchar por esta tierra. A mi hermana Gisela, por quererme tanto y soportar tener un hermano tan ansioso.

Y finalmente, gracias a mis ancestros por mantenerme despierto. Por poner en mi camino a gente amable, por cuidarme y educarme a través de ellos. Sé que tengo una tarea muy grande y sé que debo retribuir lo que se me ha entregado, gracias por esperar.

Christian Daniel López Riquelme

RESUMEN | ABSTRACT

Basado en el reconocimiento de los valores compositivos del movimiento moderno y a una investigación histórica que permitió generar un catálogo de atributos arquitectónicos propios de este estilo, el objetivo de esta tesis es la creación de una metodología que permita evaluar el potencial pasivo de los recursos formales y compositivos en edificios con un alto valor arquitectónico. Tomando como objeto de estudio en este caso, los edificios públicos del movimiento moderno en Chile construidos entre 1929 a 1970, pero reconociendo a la Facultad de Biología Marina construida en 1941 por el arquitecto Enrique Gebhard como una obra emblemática.

Este edificio, ubicado en la Región de Valparaíso fue analizado en base a sus recursos formales presentes en su envolvente y cómo estos responden a su entorno y condiciones climáticas. Teniendo en cuenta que forma parte de los ejercicios locales de un estilo arquitectónico de origen europeo.

El resultado de este trabajo es una crítica al vínculo que existe entre arquitectura moderna chilena y clima, que actualmente se encuentran en riesgo debido a una obsolescencia de usos, mala gestión y a una innegable amenaza ambiental suscitada por el cambio climático. De este modo, el alcance de investigación busca contribuir a que se efectúen mejores rehabilitaciones arquitectónicas sostenibles en el patrimonio moderno en Chile.

Palabras clave: Diseño pasivo, Movimiento Moderno, Recursos Formales y Compositivos.

Based on the recognition of the compositional values of the modern movement and a historical investigation that allowed generating a catalog of architectural attributes typical of this style, the objective of this thesis is the creation of a methodology that allows evaluating the passive potential of formal resources and compositional in buildings with a high architectural value. Taking as an object of study in this case, the public buildings of the modern movement in Chile built between 1929 and 1970, but recognizing the Faculty of Marine Biology built in 1941 by the architect Enrique Gebhard as an emblematic work.

This building, located in the Valparaíso Region, was analyzed based on its formal resources present in its envelope and how they respond to their environment and climatic conditions. Taking into account that it is part of the local exercise of an architectural style of European origin.

The result of this work is a critique of the link between modern Chilean architecture and climate, which are currently at risk due to obsolescence of uses, mismanagement and an undeniable environmental threat caused by climate change. In this way, the scope of research seeks to contribute to better sustainable architectural rehabilitations in modern heritage in Chile.

Keywords: Passive Design, Modern Movement, Formal and Compositive Resources

INDICE DE CONTENIDOS

I.	INTRODUCCIÓN	
	Origen	13
	Presentación del problema	14
	Preguntas de investigación	16
	Marco teórico	17
	Críticas al Movimiento Moderno	17
	Origen de las tecnologías ambientales	18
	Desafíos pendientes	20
	Estado del arte	23
	Contexto de estudio	27
	Objetivos	27
	Metodología	27
	Estructura de contenidos	30
II.	CUERPO DE LA TESIS	
	CAPÍTULO 1: Antecedentes Históricos	
	1.1 Gestación de la arquitectura moderna en Europa 1914 -1930	33
	1.2 Influencia de Le Corbusier en Chile 1930 - 1950	36
	1.3 Arquitectura moderna del Estado Chileno 1950 - 1960	41
	1.4 Obras Emblemáticas	43
	CAPÍTULO 2: Recursos formales y compositivos canónicos del Movimiento Moderno según Le Corbusier	
	2.1 Análisis del lenguaje espacial y Antecedentes Históricos	49
	2.1.1 Pilotis	51
	2.1.2 Terraza jardín	54
	2.1.3 Planta libre	57
	2.1.4 Ventana alargada	60
	2.1.5 Fachada libre	64
	2.1.6 Promenade architecturale	67
	2.2 Resultados del análisis al lenguaje espacial	70
	CAPÍTULO 3: Potencial de diseño pasivo inherente de los recursos formales del movimiento moderno	
	3.1 Bases teóricas del Lenguaje de Control Ambiental	75
	3.2 Análisis del Lenguaje de Control Ambiental	90
	3.2.1 Pilotis	90
	3.2.2 Terraza jardín	94
	3.2.3 Planta libre	97
	3.2.4 Ventana alargada	102
	3.2.5 Fachadas libres	106

3.2.6	Promenade arquitecturale	110
3.3	Resutados del análisis al lenguaje de control ambiental	114
CAPÍTULO 4: Validación climática de Obra Emblemática del Movimiento moderno en Chile		
4.1	Facultad de Biología Marina	121
4.1.1.	Perfil de Valoración Formal y Compositiva	128
4.1.2	Valoración Formal y Compositiva	134
4.2	Antecedentes Climáticos	137
4.3	Perfil de Valoración Climática	142
4.3.1	Validación climática del recurso: Pilotis	148
4.3.2	Validación climática del recurso: Terraza Jardín	154
4.3.3	Validación climática del recurso: Fachada Libre	160
4.4.	Resumen de Resultados y Recomendaciones	164
III.	CONCLUSIONES	167
IV.	REFERENCIAS	
	Referencias bibliográficas	172
	Referencias de figuras	176
	Referencias de tablas	181
V.	ANEXOS	
	Discusión 1	183
	Discusión 2	186
	Discusión 3	187
	Discusión 4	193
	Discusión 5	197
	Discusión 6	204
	Glosario	204



Fig. 1
CEPAL
Autor: Fernanda González, 2019.

INTRODUCCIÓN

ORIGEN

Este trabajo proviene de las reflexiones que surgieron del expediente técnico realizado para el edificio de Biología Marina en Montemar. Aquella breve investigación histórica sobre arquitectura moderna, trajo consigo algunas interrogantes interesantes con respecto a las ideas teóricas que pudieron influenciar el diseño del edificio proyectado por Enrique Gebhard. La premisa de estas interrogantes sugirió que al comprender el origen de estos lineamientos o ideas teóricas, sería posible establecer mejores intervenciones en edificios con un alto valor arquitectónico, las cuales no actuarían en contra de sus perfiles históricos y/o patrimoniales.

Estas interrogantes se vinculan, principalmente, al potencial diseño pasivo de los recursos formales y compositivos del movimiento moderno chileno. Para abordar esta investigación hay que aclarar, que el punto de vista hacia este estilo arquitectónico es crítico y objetivo, en concreto la elección del periodo histórico sirve como excusa para intentar resolver una pregunta mayor: “¿existe garantía de que las soluciones contemporáneas no estén cometiendo los mismos errores de las arquitecturas pasadas?”. Al plantear esta mirada histórica acorde a lo que hoy se podrían definir como “intervenciones arquitectónicas sostenibles”: ¿Existió una mirada climática similar en la arquitectura moderna? ¿Es posible preservar esos valores en pos de abordar los desafíos que nos plantea la actual emergencia climática?

Discusión 6. ¿Con cuál otro edificio moderno es posible comparar las observaciones realizadas a la Facultad de Biología Marina?

Esta investigación, logra inscribirse en el marco del Magíster en Rehabilitación Arquitectónica Sostenible al reconocer los atributos arquitectónicos del movimiento moderno desde su origen y aspirar a la posibilidad de evaluar estos edificios bajo los actuales estándares de eficiencia energética y su capacidad para controlar el ambiente higrotérmico garantizando un determinado confort. Por medio de la elaboración de un perfil de valoración climático e histórico pueden identificarse las oportunidades de rehabilitación que un edificio moderno puede desarrollar.

El contexto de estudio se acota a la zona central del país, pues se le reconoce como el territorio donde se gestó la institucionalización del modernis-

mo en Chile. Los arquitectos que trabajaron este movimiento a nivel local se concentraron en la capital y fue en esta misma ciudad donde llegaron a realizar sus estudios formativos en arquitectura, además de ejercer sus carreras como docentes en sus escuelas. También, el carácter público de estos edificios otorgó a la ciudadanía un mayor reconocimiento, pasaron a formar parte del imaginario histórico nacional y se transformaron en un símbolo para cada uno de sus contextos. En este caso, la cercanía con el territorio que consolidó al movimiento moderno en el país otorga la oportunidad de desarrollar una investigación que analiza si el traspaso de estas grandes ideas trascendieron de buena forma desde el continente europeo hasta el contexto local.

PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad, el sector de la construcción genera el 45% de nuestros residuos y consume el 36% de la energía global. En Chile, si bien no existen cifras certeras sobre el nivel de contaminación, se proyecta que sería responsable de un 23% del total de las emisiones de gases con efecto invernadero – GEI – del país (CChC; 2019, 5). La concentración de GEI en la atmósfera terrestre está directamente relacionada con la temperatura media mundial de la tierra; esta concentración ha ido aumentando progresivamente desde la Revolución Industrial. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático de la ONU - IPPC – ha afirmado que el calentamiento global es generalizado, avanza con rapidez y se intensifica. Incluso, el año 2021 se ha realizado un llamado a denominarlo “emergencia climática”; estos son cambios que no tienen precedente en cientos de miles de años y algunos ya están sucediendo, como el aumento continuo del nivel del mar. Por lo tanto, es un deber extensivo reconocer la influencia que la actividad humana ha tenido en el sistema climático y en base a ello tomar medidas. Es así que para garantizar un futuro sostenible se destaca el desafío de rehabilitar edificios. Este trabajo significa reducir el consumo de energía en conceptos de transporte y demolición, además de utilizar menos materiales, reducir el empleo de elementos tóxicos, emisiones, reservas de materia prima y basura generada.

Discusión 1. ¿De qué manera es sostenible rehabilitar edificios del movimiento moderno?

En este sentido, el desafío de rehabilitar edificios públicos en Chile incluye adaptar las estrategias de eficiencia energética y de diseño pasivo a obras que ya han sido construidas y han producido un impacto ambiental. De hecho, para salvaguardar el patrimonio arquitectónico del país y mantenerlo como testimonio en futuras generaciones se lo debe conservar cargado de sus valores originales, poniendo especial atención si se requiere la aplicación de criterios actualizados para obra nueva tanto en ámbitos del medio ambiente como de la energía. En particular, los edificios del movimiento moderno a nivel local representan el mayor reto, ya que están en constante transformación y en muchos casos la incorporación de obra nueva ha re-significado sus configuraciones patrimoniales y ha alterado sus valores de posición. Según Docomomo Chile (2009; p. 101) se hace necesario abordar la conservación de estos edificios a través de proyectos que reconozcan en el pasado posibilidades de futuro, desarrollando planes de gestión que identifiquen las invariables en relación a sus valores históricos, sumado a propuestas de diseño que permitan a los edificios seguir sirviendo a sus ocupantes con la misma eficiencia que tenían al momento de ser inaugurados.

Discusión 2. ¿Cuáles son los criterios actuales para establecer rehabilitaciones sostenibles o ecológicas?

La valorización patrimonial del movimiento moderno en Chile es un problema significativo porque involucra, además de su reconocimiento, una necesaria capacidad de entender sus significados originales para su posterior intervención. Como señala el investigador Horacio Torrent (Docomomo Chile; 2018; p. 12) la arquitectura moderna se encuentra en pleno uso, constituye gran parte del entorno construido en el país durante el siglo XX y está en constante transformación, esto último representa uno de los mayores problemas para



Fig. 2
 Facultad de Biología Marina.
 Fuente: González, F.; López, C. 2018.
 Autor: Fernanda Gonzalez.

su conservación. Sumado a esto, carece del valor tradicional de autenticidad dada su condición de reproductividad técnica en base a la construcción en hormigón armado, del cual se sabe poco respecto a su durabilidad. Es por esta obsolescencia funcional, material y constructiva que el enfoque de su conservación prioriza incorporar estrategias que mantengan en vigencia su uso y programa de modo de prolongar su vida y su sentido en la actualidad. No obstante, el patrimonio moderno no está ajeno a la adaptabilidad, en su origen se pensó para dar respuesta al cambio y estuvo asociado a la evolución, constituyó por medio de relaciones paisajísticas significados amplios y dimensiones complejas que le otorgaron valores inmateriales abundantes en los sentidos políticos y sociales. En definitiva, es la incorporación de estos nuevos valores lo que podrá mantener su vida plena.

Discusión 3. ¿Tiene la Arquitectura Moderna en Chile un Valor Climático? y si no lo tiene ¿Podemos otorgarle uno a través de la rehabilitación?

Ahora bien, en términos de garantizar la sostenibilidad de las intervenciones, el desafío supone aproximarse al rescate y preservación de los valores en los inmuebles existentes desde diversos puntos de vista (sociales, económicos y medio ambientales), teniendo en cuenta que nuestros recursos son limitados, y que actualmente nos encontramos en la búsqueda de las alternativas que aseguren la solvencia temporal de nuestro entorno. Como señala la política de Sustentabilidad UNESCO (UNESCO; 2015, p. 2) es deber de los Estados Parte, proteger el VUE de los Bienes del Patrimonio Mundial. Por lo tanto, reconocer y promover el potencial inherente de los bienes puede contribuir en las dimensiones del desarrollo sostenible. Como enfoque de reconocimiento esta investigación establece la necesidad que tiene la sociedad chilena para mejorar la calidad ambiental, eficiencia y ahorro de la energía en los edificios públicos. Desde un punto de vista económico el asesoramiento de especialistas podrá dar respuesta al desequilibrio entre demanda y consumo energético.

co; Desde la perspectiva medioambiental, prolongar el ciclo de vida ayudará a la solvencia temporal del planeta ya que una rehabilitación arquitectónica sostenible, será capaz abordar la calidad arquitectónica de los edificios rescataando su real uso, mantenimiento y amparo social de la comunidad. Por último, promover el reconocimiento al valor cultural de los bienes, garantizará el sentido ecológico que tiene reutilizar un edificio.

Discusión 5. ¿El valor climático de la arquitectura moderna es aplicable a todas las situaciones de la naturaleza o el contexto?

Sin embargo, previo a asociar el patrimonio moderno con la sostenibilidad es necesario distinguir que las definiciones sobre la relación entre arquitectura y el medio ambiente han evolucionado, y que nuestros actuales estándares miran con ojos rigurosos a los testimonios históricos de la arquitectura. Tal como señala Ignacio Requena (2011) en “Arquitectura adaptada al clima en el Movimiento Moderno: Le Corbusier (1930 – 1960)” la definición contemporánea de Sostenibilidad circunscribe a la energía de funcionamiento y al vínculo entre la arquitectura y el clima al punto de establecer ambientes confortables y no confortables, evitando el empleo de mecanismos activos. Por ende, parte del trabajo presentado por esta investigación incluirá señalar cuáles de estas nociones también fueron tratadas por los arquitectos de la modernidad desde perspectivas y lenguajes menos desarrollados.

Al situar esta investigación en este contexto temporal, el diagnóstico respecto a los atributos pasivos que componen la arquitectura moderna parece ser una oportunidad fundamental para enlazar dos temáticas que hasta ahora han evolucionado de forma aislada, el climatismo o bioclimatismo y la perspectiva histórica de los componentes o elementos formales que influyen en el ambiente higrotérmico de los edificios que tienen un alto valor arquitectónico. Es a través de esta investigación que también se pretende señalar cuál o cuáles son los valores compositivos que aportan de forma positiva o negativa en la calidad ambiental higrotérmica de una obra.

Discusión 4. ¿Cuáles son los atributos, recursos o elementos arquitectónicos que consideran el clima en el patrimonio moderno chileno?

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	Pregunta General	<i>¿Tiene la Arquitectura Moderna en Chile un Valor Climático? y si no lo tiene ¿Podemos otorgarle uno a través de la rehabilitación?</i>	
	PREGUNTAS ESPECÍFICAS	1.	¿De qué manera es sostenible rehabilitar edificios del movimiento moderno?
		2.	¿Cuáles son los criterios actuales para establecer rehabilitaciones sostenibles o ecológicas?
		3.	¿Cuáles son los atributos, recursos o elementos arquitectónicos que consideran el clima en el patrimonio moderno chileno?
		4.	¿El valor climático de la arquitectura moderna es aplicable a todas las situaciones de la naturaleza o el contexto?
		5.	¿Con cuál otro edificio moderno es posible comparar las observaciones realizadas a la Facultad de Biología Marina?

Fig. 3 Diagrama de las preguntas de investigación. Fuente: Elaboración Propia.

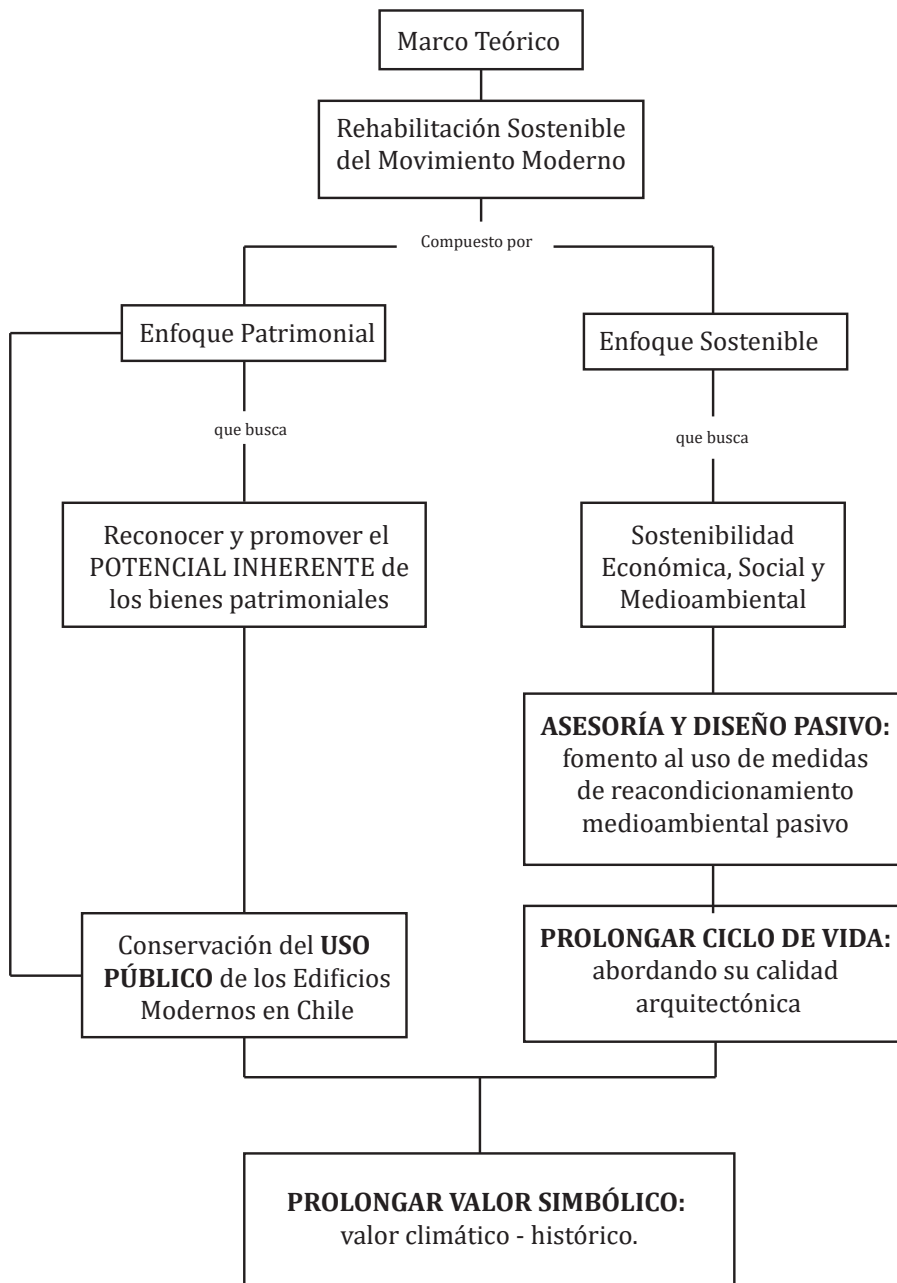


Fig. 4
 Diagrama explicativo del marco teórico y las relaciones entre los conceptos de la investigación
 Fuente: Elaboración Propia.

MARCO TEÓRICO

Crítica al Movimiento Moderno

En términos bioclimáticos la arquitectura moderna ha sido continuamente denostada y con justa razón (Requena, I. 2011) más de la mitad del tiempo se enfocaron en resolver todo con sistemas mecánicos, sin embargo Le Corbusier a quien se lo considera representante del movimiento moderno, comenzó en la década de 1930 a investigar sobre la adaptación de edificios en sus entornos fallando múltiples veces. La exploración de soluciones para el control de la radiación solar, la ventilación y la humedad, llevará a que a partir de la década del 60' sea criticado por el Team X, grupo que reivindicó las enseñanzas de la arquitectura tradicional para mejorar la adaptación climática de los edificios.

El Team X surge de los CIAM –Congresos Internacionales de Arquitectura Moderna- y su posterior disolución, este movimiento vino a ser una especie de plataforma sobre la cual los arquitectos se reunieron para discutir sus ideas sobre arquitectura y planeamiento. En 1947 hubo un nuevo intento por parte de los arquitectos jóvenes para cubrir la brecha entre pensamiento y sentimiento (Smithson, A. 1962) señalaron que los arquitectos que habían quebrado los antiguos límites estaban viviendo en los bordes de sus propias ideas sin dar solución a las dificultades sociales y políticas de la época, en consecuencia los arquitectos debían trabajar en la creación de un medio ambiente físico que abordara las necesidades emocionales, materiales y espirituales del hombre. En su mayor crítica, el Manifiesto de Doorn elaborado en 1954, planteaba descubrir la naturaleza humana atemporal, que en nada se relacionaba con el enfoque que los arquitectos modernos habían tenido hasta ahora frente a las particularidades de los años 30, perdiendo de vista lo que era capaz de permanecer en el tiempo. Para ellos, el lenguaje moderno se había vuelto estéril, autocomplaciente y académico. El Team X, por primera vez, catalogó de “problemas ambientales” a todas aquellas circunstancias que afectaban a la sociedad de esa época.

Origen de las tecnologías ambientales

A partir de la revisión de “La Arquitectura del entorno bien climatizado” (Banham, R. 1975) se sabe que la tecnología ambiental, surgió luego que los problemas de contaminación del aire producto de la industrialización proliferaran. El tamaño y la densidad humana de las poblaciones plantearon complicaciones en la eliminación de los residuos. Como primeras soluciones para ventilar los espacios aparecieron los octagones aplicando la convección por conducto ascendente, para así extraer olores en espacios cerrados y evitar el enveniamiento del aire (Banham, 1975, p. 35)

Hacia 1860 la calefacción se alejó de los métodos empíricos, y esto trajo consigo nuevas opiniones con respecto al confort humano. Ideas como la que alguna vez sostuvo Le Corbusier de mantener una temperatura de 18°C en los edificios, en todas partes del mundo sin respetar las preferencias o necesidades locales (Banham, 1975, p. 40) colaboraron a que en el futuro la modernidad fuese cuestionada en su rol pro sostenibilidad ambiental.

La aparición de la luz eléctrica trajo consigo problemas asociados al consumo exponencial de la misma. Sin embargo fueron solo algunos arquitectos quienes intentaron presentar la idea de que los ambientes también podían ser iluminados de manera suave. Por su parte Banham (1975) señala que la iluminación eléctrica planteó un nuevo desafío para los arquitectos, la abundancia de luz en conjunto con las grandes superficies de material traslúcido o transparente facilitaron la práctica de las “cajas de vidrio” cuando ni siquiera existía vocabulario para describir sus efectos visuales y menos sus consecuencias en el entorno ambiental.

El tamaño propio de los grandes edificios implicó nuevos problemas para el entorno ambiental, tener control sobre las condiciones climáticas, soportar presiones de viento o influir en la proyección de extensas sombras en el suelo llevaron a la creación de nuevas soluciones. Frank Lloyd Wright, quien para Banham (1975) debe ser considerado el primer maestro de la arquitectura del entorno bien climatizado, dispuso en el edificio Larkin para oficinas torres independientes para la comunicación y escape que servían también como tomas de aire para un sistema de ventilación (ver figura 5), esta podría ser tomada como una notable evidencia de cómo los elementos compositivos pueden fusionarse con los aspectos que impactan en el confort ambiental de

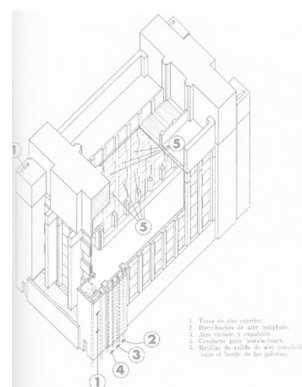


Fig. 5
Edificio Larkin: corte axonométrico que muestra la ubicación de los conductos principales de aire.
Fuente: Banham, R.; 1975; pág. 95.

un espacio. Siendo el método empleado para el manejo ambiental el principal factor que impuso la forma final del proyecto.

Para las sociedades industriales, los edificios como estos representaban una suerte de arquitectura del bien estar. Durante los años 30, el discurso se volcó al higienismo donde la búsqueda del soleamiento, las formas compactas y rectilíneas, la construcción masiva en base a la prefabricación formaron parte de decisiones arquitectónicas formales basadas en necesidades higiénicas.

Siguiendo con la definición corbusiana de la vivienda como una “máquina viviente”, se sentaron las bases de una arquitectura donde las relaciones con el clima quedaron relegadas directamente a los sistemas de climatización, bajo esa lógica la forma de la vivienda era independiente del entorno. Como una forma de estandarizar las condiciones de confort al interior de los recintos, se idearon soluciones teóricamente eficaces en primer lugar la pared neutralizadora, sistema constructivo de muro cortina de vidrio de doble hoja por cuya cámara circulaba el aire climatizado que actuaba a modo de aislante térmico activo.

En segundo lugar la respiración exacta consistía en una unidad central de tratamiento de aire que impulsaba a través de conductos a los espacios de uso, en definitiva, el esquema de un aire acondicionado actual. La mayor parte de estas ideas presentadas por el movimiento moderno, hoy en día son desacreditadas por su supuesta “insostenibilidad” pero ¿Existe garantía de que las soluciones contemporáneas no estén cometiendo errores similares? Franca-mente no es el objetivo de esta investigación responder a tal pregunta más no está demás formularla.

En cuanto a lo que respecta a Le Corbusier Ignacio Requena señala que *“la relación de su obra con el clima ha sido puesta en entredicho apoyándose en dos cuestiones esenciales: su defensa del internacionalismo de la arquitectura durante los años veinte y la inoperancia del brise-soleil en las «Unité d’habitation»”* (Requena, I. 2011, pág. 8). El brise Soleil o Parasol es un tipo de protección solar permanente, propuesto por Le Corbusier y elaborado en hormigón armado. No obstante, si bien el brise-soleil es un elemento que caracteriza un período tardío en la producción de la obra de Le Corbusier, fue un método que surgió en respuesta a las fachadas totalmente acristaladas que se mencionaron anteriormente, intentando evitar la retención del calor sin tener que regresar a la tradición de las fachadas más opacas. Como se expone en la Revista Arquisur (2016) si en un primer momento el brise-soleil fue un elemento funcional basado sólo en el diseño intuitivo, en proyectos posteriores sí formó parte de la serie de rasgos compositivos de la obra de Le Corbusier. Sin embargo y como muestran los resultados del estudio realizado por la misma revista, los brises no impidieron que en la Unidad de Habitación de Marsella incidiera la luz solar directa en sus escasas dos horas durante la tarde ni tampoco permitieron el aporte solar durante el invierno. Las simulaciones por otra parte, en edificios diferentes llegaron a evidenciar una reducción en las temperaturas de ambiente interior por medio de los brises, considerando estas estrategias pasivas como algo no despreciable.

Desafíos Pendientes

Actualmente, uno de los grandes desafíos que continúa pendiente en el mercado de la construcción se relaciona con el acondicionamiento térmico de los edificios patrimoniales. Si bien la reglamentación actual, establece los parámetros mínimos que debe cumplir una construcción nueva, existe un parque de edificios patrimoniales construidos en la década del 60 que cuentan con condiciones de confort ambiental deficientes, que afectan a la calidad de vida de sus ocupantes y generan una mayor demanda energética en calefacción. En consecuencia, no existe todavía un catálogo de herramientas para poder entender, identificar y reparar las fallas presentes.

En este sentido, Docomomo (2018) realiza una crítica al servicio público puesto que resulta evidente que no cuenta con el debido conocimiento para la transformación y re-uso adaptativo del patrimonio moderno, los investigadores hacen mención de la intervención en el Edificio de los Servicios Públicos de Chillán y el proyecto para la piscina de Arica, los cuales a su parecer demuestran la ignorancia con la que se trabaja y se "conserva" el patrimonio.

Basándose en esta crítica, es posible afirmar que existen buenas y malas intervenciones. algunas de ellas incluso podrían hacer desaparecer los valores de un edificio y literalmente afectar su economía. Para el investigador Horacio Torrent la valorización patrimonial es un problema significativo porque no sólo se trata del reconocimiento, si no del conocimiento necesario para intervenir, la meta debería ser cargar a la arquitectura moderna de sentido en la actualidad, prologar su vida y darle una nueva vida, que muchas veces implica recurrir a una estrategia de re-uso (Docomomo; 2018; p. 12).

Tomando como base el desafío de reacondicionar térmicamente los edificios, la rehabilitación del movimiento moderno en Chile en su enfoque sostenible deberá considerar un fomento al uso de medidas de control medioambiental pasivo, abordar la calidad arquitectónica de los edificios y dotarlos de nuevos valores para mantener su vida plena. En este sentido, el diseño pasivo es un método utilizado en arquitectura para obtener edificios que logren su acondicionamiento ambiental mediante el aprovechamiento de procesos naturales; entre las medidas de diseño más eficaces se encuentran el ahorro de energía mediante el uso de aislamiento térmico, la conservación de energía mediante el uso de equipos de climatización eficientes, la orientación adecuada de cada ventana respecto al sol, la protección solar sobre las ventanas, la ventilación natural y el uso de la inercia térmica. En definitiva, para los estándares de hoy las abstracciones de la modernidad sobre el "espíritu del lugar" ya no son suficientes, un edificio que se construye con el fin de cobijar y separarnos del clima exterior creando un clima interior, cuando las condiciones del exterior impidan el confort del espacio interior deberá recurrir a sistemas de calefacción o refrigeración activos. Por el contrario, el diseño pasivo intentará buscar minimizar el uso de estos sistemas y la energía que consumen.

Teniendo en cuenta la necesidad de la sociedad chilena de mejorar la calidad ambiental, eficiencia y ahorro de la energía, las estrategias de diseño pasivo podrían ser un aporte para reducir el consumo energético en los edificios públicos. En este sentido, para que las estrategias sostenibles de rehabilitación sean rentables se deberá intentar sacar el máximo partido del uso de medidas de control medioambiental pasivo teniendo en cuenta tanto el ciclo de vida como el coste inicial (Hernández Pezzi, Carlos; 2010, p. 21).

Según algunos de los aspectos clave del asesoramiento de especialista en proyectos ecológicos, del libro “Un Vitruvio Ecológico Principios y Práctica del proyecto arquitectónico sostenible”, los factores de diagnóstico que se podrían considerar en edificios modernos son:

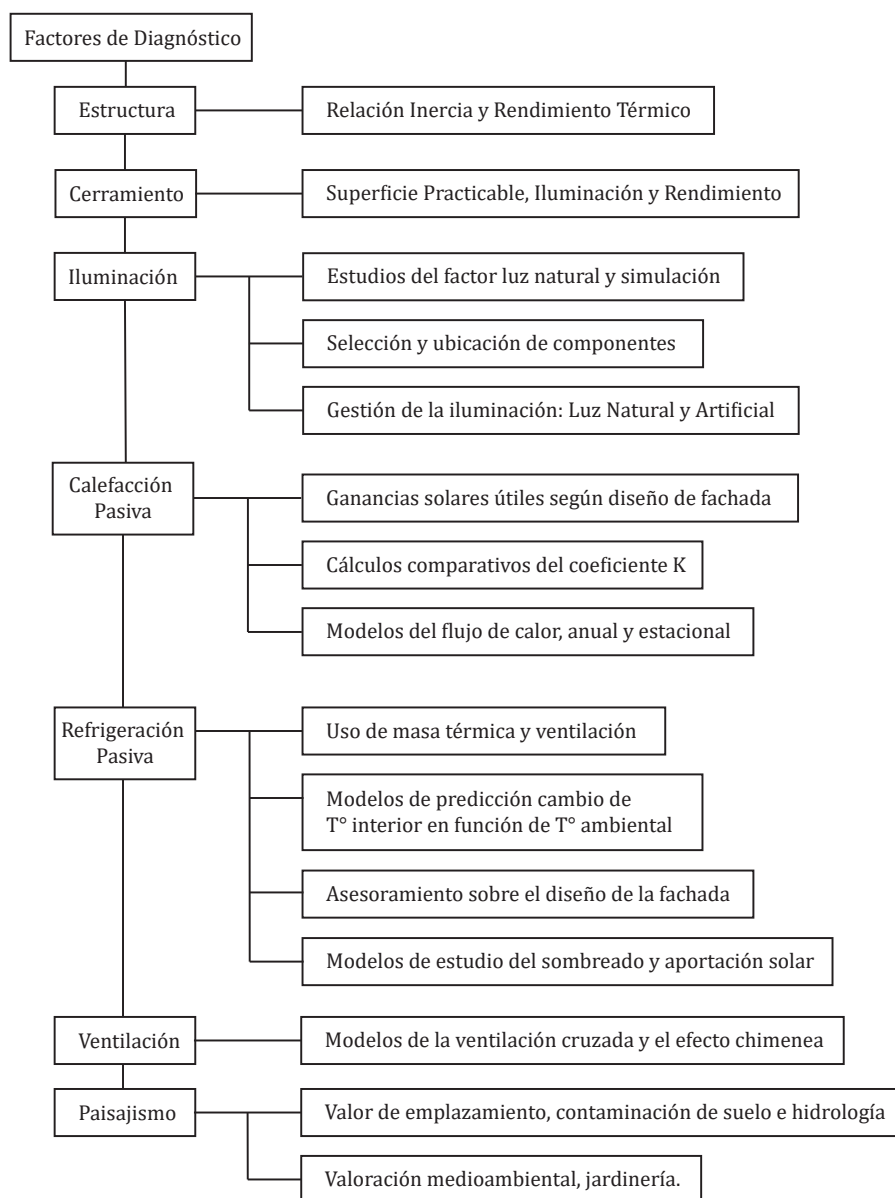


Fig. 6
Diagrama de Factores de Diagnóstico.
Fuente: Elaboración Propia, basándose en la tabla de asesoramiento de especialista en proyectos ecológicos del libro de Hernandez Pezzi, 2010, p. 23.

Sin embargo, estas estrategias no podrán ser aplicables en todos los casos; se debe considerar el sitio de emplazamiento, el tipo de uso, la sostenibilidad económica de las intervenciones y la calidad arquitectónica. Además, por ser recomendaciones concebidas para obras nuevas no siempre se tienen en cuenta los resultados estéticos poco aceptables para edificios existentes. La sugerencia en estos casos será realizar una auditoría energética antes y después de abordar la rehabilitación (Hernández Pezzi, Carlos; 2010, p. 34).

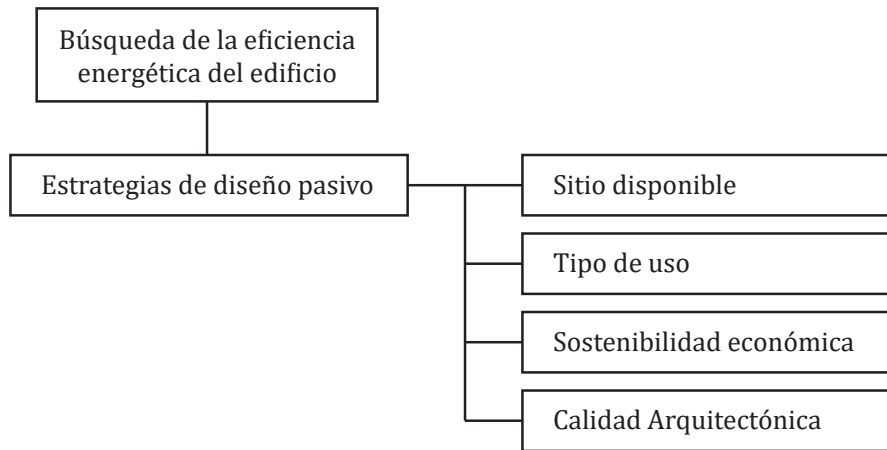


Fig. 7
 Diagrama sobre la búsqueda la eficiencia energética en un edificio u obra nueva.
 Fuente: Elaboración Propia, basándose en la información del Manual de Estrategias de diseño Pasivo del Instituto de la Construcción, 2012, p. 22.

De la misma manera, prolongar el ciclo de vida de los edificios puede asegurar una rehabilitación arquitectónica sostenible, al abordar su calidad se comprende una adecuación al uso, durabilidad y deleite. Tal como señalan Rafael Serra y Elena Coch (1995) en el libro “Arquitectura y Clima” la tarea básica del arquitecto será diseñar ambientes habitables y su trabajo recaerá sobre los parámetros de confort, teniendo un conocimiento de la influencia que estos factores será capaz de saber la repercusión real de sus decisiones. No obstante, en el caso de los bienes patrimoniales la construcción de perfiles de uso será fundamental para establecer requerimientos de confort.

En principio, los ciclos de uso diurnos, semanales y estacionales afectarán a los requisitos medioambientales y a la sección de estructuras y sistemas por lo que se debe procurar mantener una comodidad visual, acústica y térmica pertinente. En el caso de la comodidad visual el primer requerimiento será la cantidad de luz (iluminancia) que sea necesaria para que nuestra agudeza visual nos permita distinguir detalles, el segundo requerimiento será el deslumbramiento o el efecto que tenga el contraste excesivo entre luminancias dentro un campo visual y el tercero será la temperatura de color, que representará un factor en la calidad de la percepción de un elemento, molestia o comodidad (Serra, R. y Coch, H., 2015, p. 80 - 81). Por otra parte, en la comodidad acústica se deben plantear cuáles son las propiedades acústicas de un espacio incluyendo el tiempo de reverberación del sonido que en él se emite, el tipo de sonido y su espectro. Por último, en el confort climático se deben distinguir dos campos generales, la calidad del aire relativa a la respiración y a posibles olores y el confort térmico donde intervienen fenómenos energéticos complejos relativos al intercambio de energía entre el cuerpo y el ambiente.

En cuanto a la durabilidad de las prestaciones técnicas, los edificios han de resultar económicos en su consumo de energía y su mantenimiento, para que así puedan durar un periodo de tiempo satisfactorio y funcionar sin defectos. Bajo este propósito la rehabilitación deberá reducir la energía del ciclo de vida asumiendo ciertas estrategias, entre ellas disminuir el uso de energía recurrente, determinar la capacidad para limitar la demanda estableciendo fuentes energéticas adecuadas, realizar intervenciones adaptables y flexibles, reutilizar materiales y componentes, reciclar y reducir.

En tercer lugar la preservación del deleite, tal como menciona Carlos Hernández Prezzi (2010) en el libro “Vitruvio Ecológico”, puede otorgar a los edificios patrimoniales de nuevos significados y servir para estrechar la confianza y legitimar el valor cultural que tuvieron en su origen. De esta forma, el cuidado

de sus perfiles, luces y sombras, además de la elegancia en sus proporciones puede amparar la vida plena de estos bienes.

ESTADO DEL ARTE

A nivel local, son escasas las investigaciones que abordan o evalúan el recorrido histórico de las capacidades medioambientales implícitas en la arquitectura de los edificios, en especial las de los edificios modernos. Por el contrario, las investigaciones a nivel internacional destacan la importancia de la génesis arquitectónica en la manera en que los edificios se enfrentan a los componentes ambientales y rescatan el planteamiento del proyecto arquitectónico para dar respuesta a las características del lugar o las solicitudes ambientales; tales como la temperatura y sus variaciones estacionales, régimen de lluvias, humedad ambiente, corrientes de aire, orientación solar y, en función de estas solicitudes, determinada arquitectura responde amortiguando y/o aprovechando sus efectos en función del grado de confort que se desea. A modo de ejemplo de investigación a nivel latinoamericano, se destaca el trabajo realizado por el Grupo de Investigación FORM (2013) sobre “Elementos de control ambiental de la arquitectura escolar en Brasil, Chile y México”, este se centra en el análisis de componentes, que se identifican a través de diversos proyectos un determinado catálogo de espacios o elementos formales como pueden ser los patios, aleros, pérgolas, secciones, huecos, etc. No obstante, dentro del marco de la rehabilitación de edificios del movimiento modernos en Chile, existen diversos autores que han registrado al movimiento moderno chileno en su impacto social y urbanístico, otros que se han enfocado en establecer lineamientos para la eficiencia energética de los edificios y otros que han intentado analizar la relación entre la arquitectura y el clima.

Fuentes Históricas:

Investigaciones sobre el Movimiento Moderno en Chile

Uno de los investigadores más recurrentes en Chile respecto a la Historiografía de la arquitectura moderna es doctor y arquitecto Horacio Torrent de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Destaca la urgencia de divulgar los valores del patrimonio moderno y la revalorización por parte de los ciudadanos en ambientes urbanos, y añade que para esto es fundamental vincular las estrategias de preservación con las políticas públicas urbanas, de planificación y de gestión en relación al bienestar de los usuarios. Gracias a sus investigaciones, reflexiones y notas, es posible tomar consciencia de los requerimientos que la obra arquitectónica moderna posee tanto a nivel de edificio aislado, como de conjuntos urbanos.

Asimismo el investigador Max Aguirre (2004) en su tesis “La arquitectura moderna en Chile” explica los hitos que llevaron a la gestación de este nuevo lenguaje arquitectónico a nivel local. Y al igual que Horacio Torrent destaca el rol que tuvieron las revistas de arquitectura para la creación de una cultura modernizada.

El Grupo chileno de trabajo para la documentación y conservación de sitios y barrios del movimiento moderno - DOCOMOMO – en sus seminarios (2009) Patrimonio y Ciudad; y (2018) Sustentabilidad y Patrimonio Moderno, reflexiona sobre los factores que garantizarían la sostenibilidad de arquitectura moderna, esto tienen relación con la incorporación de nuevos valores, condiciones materiales y significados; una dimensión relativa al re-uso adaptativo de las obras en conjunto a una dimensión instrumental de planificación urbana y territorial. De esta manera, será factible mantener el patrimonio moderno como testimonio para futuras generaciones.

Humberto Eliash Díaz y Manuel Moreno Guerrero (1985) relatan en “Arquitectura Moderna en Chile 1930 – 1960: testimonio y reflexiones” y (1989) “Arquitectura y Modernidad en Chile / 1925 -1965: Una realidad múltiple” que la institucionalización de la arquitectura moderna se basó principalmente en los cambios culturales de la postguerra, y que la coherencia entre los postulados y la práctica se fue reconociendo con el paso del tiempo. Además, los autores rescatan la importancia de las Escuelas de Arquitectura y la búsqueda de una expresión más arraigada a nuestro clima, espacio y tradiciones, ya que finalmente para ellos la modernidad no introdujo materiales nuevos sino un nuevo lenguaje. Sus reflexiones llegan al punto de señalar que lo ocurrido en Chile no era más que una imitación de la tipología moderna a partir de un repertorio específico de elementos formales e imágenes conceptuales que el arquitecto Le Corbusier planteó en su libro “Hacia una arquitectura”, la utilización simbólica de estas ideas y elementos muchas veces contrapuso la funcionalidad con el medio climático y geográfico local.

«Al triunfo de lo que algunos llaman modernidad imitativa contribuye las influencias de Le Corbusier y la Bauhaus, que luego darán libre paso a la cultura norteamericana y al estilo internacional.» (Eliash D., H.; Moreno G., M.; 1989, p. 58).

Fernando Pérez Oyarzún (2017) se refiere a los inicios de la modernidad en Chile y cómo las alternancias políticas y cambios culturales entre 1930 hasta 1952 propiciaron que el país se enlazara con las vanguardias internacionales. Destaca a los jóvenes arquitectos chilenos que comenzaron a cambiar los paradigmas del ejercicio profesional, entre ellos Enrique Gebhard, Waldo Parraguez hasta Alberto Cruz, Emilio Duhart, Héctor Valdés, Fernando Castillo y Mario Pérez de Arce. Y también declara la trascendencia que tuvo la casa Errázuriz «“El uso de materiales tradicionales no es un impedimento para la manifestación de una planta clara y una estética moderna”. (...) La independencia entre los materiales y la estética moderna es probablemente el principal aporte de este proyecto a la discusión de la arquitectura moderna» (Pérez Oyarzun, Fernando; 2017; p. 159).

De forma complementaria, del autor Leonardo Benévolo (2002) en “Historia de la arquitectura moderna” se extrae una revisión histórica que permite entender aquellos hitos que dieron origen al movimiento moderno europeo. Desde los incrementos demográficos e industriales que se influenciaron los orígenes del urbanismo, seguido de las reformas a las artes que derivarían en el “art nouveau” y la búsqueda de lo nuevo, hasta la fundación de los Congresos Internacionales de Arquitectura Moderna - CIAM - y su posterior disolución.

Fuentes Bioclimáticas: Certificaciones e Investigaciones sobre diseño ecológico

La “Mesa edificaciones” del Plan Nacional de Eficiencia Energética del Ministerio de Energía realizada el 9 de junio de 2021, señala que actualmente la calificación energética obligatoria para viviendas, edificios comerciales, de uso público y oficinas queda establecida por medio de la Ley de Eficiencia Energética de 2020. Las Certificaciones Nacionales de Sustentabilidad son voluntarias, siendo la Certificación de Edificio Sustentable –CES- aquella destinada a edificios no residenciales. Por su parte, los estándares de eficiencia energética obligatorias son sólo para edificaciones nuevas, residenciales y de salud, mientras la “Net Zero Energy Building” se encuentra en desarrollo para Chile. Se pretende que para el año 2024 la Calificación Energética de Edificios de Uso Público –CEEUP- sea obligatoria.

El Instituto de la Construcción (2012) en su “Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios Públicos”, propone estrategias, consideraciones y soluciones para avanzar en el desarrollo de proyectos sobre acondicionamiento ambiental que otorguen óptimas condiciones medioambientales a sus usuarios. Estos resultados se obtuvieron a partir de diseñar e implementar sistemas de monitorización para medir el desempeño energético y la calidad medioambiental de edificios. Si bien, su objetivo también se enfoca en obra nueva, en general esta investigación sirve como referente en el desarrollo de estrategias de optimización, parámetros de mejoramiento en edificaciones públicas en Chile.

Posteriormente fue presentado el Sistema de Certificación de “Edificio Sustentable”, el cuál hasta ahora es voluntario pero del que se puede extraer una serie de requerimientos definidos para evaluar si un edificio logra niveles de calidad ambiental interior, uso eficiente de recursos y baja generación de residuos y emisiones. El Instituto de la Construcción (2014) destaca además en esta serie de documentos la relevancia de actuar en pro de estrategias de diseño pasivo, que certifiquen que las condiciones de confort ambiental y eficiencia energética están acorde a las características geográficas y climáticas del país.

Carlos Hernández Pezzi (2010) en “Un vitruvio ecológico principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible” abarca las principales recomendaciones sobre el proceso de proyecto, los puntos de partida, las inquietudes y estrategias que se deben adoptar, los elementos que permiten evaluar la sostenibilidad del proyecto y los métodos y herramientas para la evolución de su impacto ambiental futuro. También integra recomendaciones para Rehabilitaciones.

Rafael Serra (1995) intenta bajar estos conceptos, por lo general tratados de una forma demasiado abstracta, hacia las opciones arquitectónicas y urbanísticas. Todo con el objetivo de que facilitar a la arquitectura su capacidad para responder a las realidades sociales, contextuales y constructivas. Interpretando la lógica constructiva más allá de las condiciones tectónicas.

Renato D’Alençon (2008) en el libro “Acondicionamientos: Arquitectura y Técnica” también se refiere a la importancia de la génesis del proyecto, sin embargo siempre desde la obra nueva.

No obstante señala, «Para sorpresa del arquitecto, acostumbrado en estos temas a las estrategias remediales, los criterios de acondicionamiento ambiental más relevantes, de mayor efecto y menor costo suelen estar directamente relacionados con las decisiones de formas y dimensiones propias de la arquitectura.» (D’Alençon, Renato, 2008, p. 14).

Reyner Banbam (1975) en “La arquitectura del entorno bien climatizado” nos explica lo que entiende por Manejo ambiental, que ha sido siempre regulado por el instinto de supervivencia humano, primero dentro de la naturaleza y luego dentro de los entornos creados. – Más de la mitad del costo y esfuerzo invertido en el diseño de algunos edificios modernos está destinado a los recursos mecánicos para la comunicación, iluminación, ventilación, calefacción y el control de los ambientes. – También nos habla de los Métodos estructurales pasivos de manejo ambiental.

Otras Investigaciones: Investigaciones sobre elementos de control ambiental

Una de las principales investigaciones que ha influido en este trabajo ha sido la tesis del arquitecto español Ignacio Requena (2011) donde se analiza desde una visión histórica y técnica la obra de Le Corbusier entre el año 1930 y 1960, años en que se desarrolló instrumentos para la incorporación de asoleamiento y ventilación en el proyecto moderno y que, posteriormente, ensayó en sus obras construyendo y perfeccionando diversos prototipos. Requena se encarga de analizar estas obras por medio de monitorización – higrotérmica, anemométrica y lumínica – llegando a realizar dibujos y cuantificando aspectos ambientales de la arquitectura. Bajo este propósito, se desvela además que la aproximación metodológica del movimiento moderno al medio ambiente, la relación que instaura entre el clima y la forma arquitectónica, hacen visibles los aspectos ambientales de la arquitectura que aún están por explorar, tanto en el proyecto como en la interpretación del patrimonio construido.

Joaquín Asensi (2015) realiza un análisis de lo que implica penetrar en el interior de los volúmenes construidos por Le Corbusier para hábitats unifamiliares entre 1914 y 1929. Destaca cómo el arquitecto componía la luz solar, destacando la importancia que el movimiento rotacional de la tierra y el cambio de la luz tenían en las dinámicas del espacio moderno. Señala además que la concepción de espacio evoluciona durante el movimiento moderno, los arquitectos intentan por ese entonces buscar la flexibilidad absoluta y gracias a la evolución de los sistemas estructurales, la disposición de los elementos no volvería a estar impuesta por las leyes de gravedad (Asensi Roig, Joaquín; 2015, p. 17).

Por su parte, el autor español Héctor Muñoz (2014 – 2015) en “Las Ventanas de Le Corbusier” realiza el análisis de cómo Le Corbusier tomó conciencia progresivamente del papel de las aberturas en los edificios y cómo materializó su riqueza y pertinencia. En palabras de Le Corbusier «“Toda mi arquitectura se basa en las ventanas. Ventanas totalmente adaptadas a las nuevas condiciones del hormigón armado y de la metalurgia, pero también readaptadas a la funciones humanas. Las ventanas son de preocupación capital”. » (Muñoz Héctor, 2014-2015, p. 11)

El Grupo de Investigación FORM (2013) realizó la investigación “Elementos de control ambiental en la arquitectura docente Brasil, Chile y México”, la cual se centra en el análisis de estos edificios del movimiento moderno, y toma en consideración la coherencia entre la propuesta funcional y la de los condicionamientos medioambientales. En el libro, además se reconoce al arquitecto Emilio Duhart como uno de los destacados arquitectos del movimiento moderno en Latinoamérica entre los años 1950 y 1965, sus proyectos se describen como interesantes propuestas donde se aprecia la coherencia entre lugar y proyecto, dando el énfasis por la adaptación medioambiental que se traduce en la aparición de elementos arquitectónicos que controlan, matizan y amortiguan los impactos del entorno, posibilitando a partir de su construcción unas condiciones de habitabilidad y confort razonables.

Algunas otras investigaciones relacionadas que no alcanzaron a ser revisadas se vinculan a:

- Evaluación del potencial de ventilación natural aportado en viviendas.
- Efectos de las condiciones climáticas, la estación del año y los factores ambientales en las concentraciones de CO2 en escuelas primarias, con ventilación natural.

- Monitoreo dinámico.
- Adaptación por coexistencia contrastando la percepción de confort térmico en los espacios de oficinas individuales y compartidas.
- Patrones de acción de los ocupantes.

CONTEXTO DE ESTUDIO

Como objeto de estudio en este caso y enmarcándose en los edificios públicos del movimiento moderno ubicados en la zona central de Chile, específicamente las Regiones de Valparaíso y Metropolitana de Santiago. El espacio de tiempo que permite limitar esta investigación sugiere abarcar desde 1929 con la construcción del edificio Oberpaur hasta la década del '70 con el edificio Central de Correos, ambos ubicados en Santiago. No obstante, se pretende reconocer a una obra emblemática inscrita en la década del '50, periodo denominado "Institucionalización de la Modernidad" por Humberto Eliash D. y Manuel Moreno (1985): la Ex Estación de Biología Marina, construida en Montemar entre 1941 y 1956.

OBJETIVO GENERAL

Incorporar un método para preservar los valores formales del movimiento moderno chileno en el proceso de rehabilitación energética sostenible de los edificios públicos representativos emblemáticos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- o Analizar el interés del movimiento moderno por vincular la arquitectura y el clima.
- o Analizar el potencial pasivo de los recursos formales y compositivos en obras con un alto valor arquitectónico.
- o Proponer recomendaciones para la intervención del patrimonio moderno en Chile.

HIPÓTESIS

Para mejorar la calidad de las intervenciones en el patrimonio moderno, es necesario validar si los recursos arquitectónicos que le componen tienen un alto valor formal y si responden bien, mal o regular a los requerimientos climáticos a los que están expuestos.

METODOLOGÍA

A continuación se expone una metodología de trabajo, cuyo objetivo es constituir un catálogo de elementos y atributos desde los cuales poder declarar, describir o interpretar si la composición arquitectónica del movimiento moderno es lo suficientemente competente para controlar el ambiente higrotérmico de los edificios.

o Fases de Análisis:

- **Cualitativa:** El método cualitativo implica una interpretación y/o enfoque donde el objeto de estudio se observa en su entorno natural, intentando dar sentido a los fenómenos que las personas dan significado, referidos en este caso al confort higrotérmico. La investigación cualitativa involucrará, por lo tanto, el estudio y recolección de material basado en la observación y la experiencia.
- **Descriptiva:** Notar patrones, temas, ventajas y desventajas. Poner en duda el prestigio de las obras. Agrupar en serie, hacer metáforas, enumerar,

contar o clasificar, hacer contrastes o comparaciones, fragmentar las variables, considerar que algo es parte de un conjunto más amplio o un caso particular, respecto a un principio o norma general. De lo contrario, expresar que algo es el producto de un número de factores. Notar las relaciones entre las variantes e invariantes para así encontrar variables de intervención.

- **Explicación:** Construir una cadena lógica de evidencia. Generar conceptos y coherencia teórica.

o **Plan de Trabajo:**

Primera Parte: ANTECEDENTES HISTÓRICOS

A partir de una investigación Interpretativa – Histórica que permite extraer un catálogo de recursos formales, se recurre a la recolección de datos por medio del fichaje de tres tipos de fuentes.

- **Fuentes Históricas:** Recopilación de antecedentes históricos con respecto al movimiento moderno en Chile. Arquitectos que manifiesten un rol relevante en la escena local, en conjunto a la evolución tecnológica que el país manifestó durante el siglo XX colocando especial atención en los antecedentes que vinculen el diseño y la composición de los edificios con el control de su entorno y su relación con el medio ambiente.

- **Fuentes Bioclimáticas:** Recopilación de antecedentes bioclimáticos importancia del diseño pasivos y/o Ecológico para establecer los factores climáticos involucrados en el control ambiental de los espacios.

- **Otras investigaciones:** En las que se describa, analice y/o evalúe el vínculo entre control ambiental y lenguaje formal compositivo, de manera de manifestar, respaldar y/o evidenciarlo.

Segunda Parte: RECURSOS FORMALES Y COMPOSITIVOS CANÓNICOS DEL MOVIMIENTO MODERNO SEGÚN LE CORBUSIER

En esta segunda parte se delimita qué recursos formales serán evaluados en esta investigación. También, se determinan las relaciones que existen entre ellos y de qué manera configuran el espacio arquitectónico.

Se alude a la historia de cada elemento y cómo se ha modificado a través del tiempo. Para reunir argumentos en este análisis de la forma, la información descrita y declarada fue ordenada por medio de tablas que señalan los valores formales e identifican las invariables respecto a sus significados. De este modo, la investigación tiene interpretaciones más precisas para determinar qué futuras intervenciones al patrimonio moderno serán mejores que otras.

Los aspectos que reúne el análisis son los siguientes:

- LENGUAJE ESPACIAL:

- Idea que les dio origen
- Cómo constituyen espacio

USO DEL ELEMENTO

- Uso e interacción – Objeto e Individuo

RELACIÓN DEL INTERIOR / EXTERIOR

- Relación interior / exterior. Introducción a las estrategias

Finalmente se definirá en detalle una ponderación respecto a la valoración formal de los recursos formales: Alta, Media o Baja.

Tercera Parte: POTENCIAL DISEÑO PASIVO INHERENTE

En esta tercera parte se delimita qué recursos formales vale la pena evaluar en el caso de estudio. Se realiza un análisis de los recursos formales desde la perspectiva de la rehabilitación energética y enfocado en determinar las potencialidades de diseño pasivo, identificando ventajas o desventajas que estos presentan ante determinados factores climáticos.

Los aspectos que reúne el análisis son los siguientes:

FACTORES CLIMÁTICOS

- Radiación Solar
- Movimiento del Aire
- Temperatura del Aire
- Humedad Relativa

ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN

- Posibilidades de rehabilitación en el diseño de la envolvente.

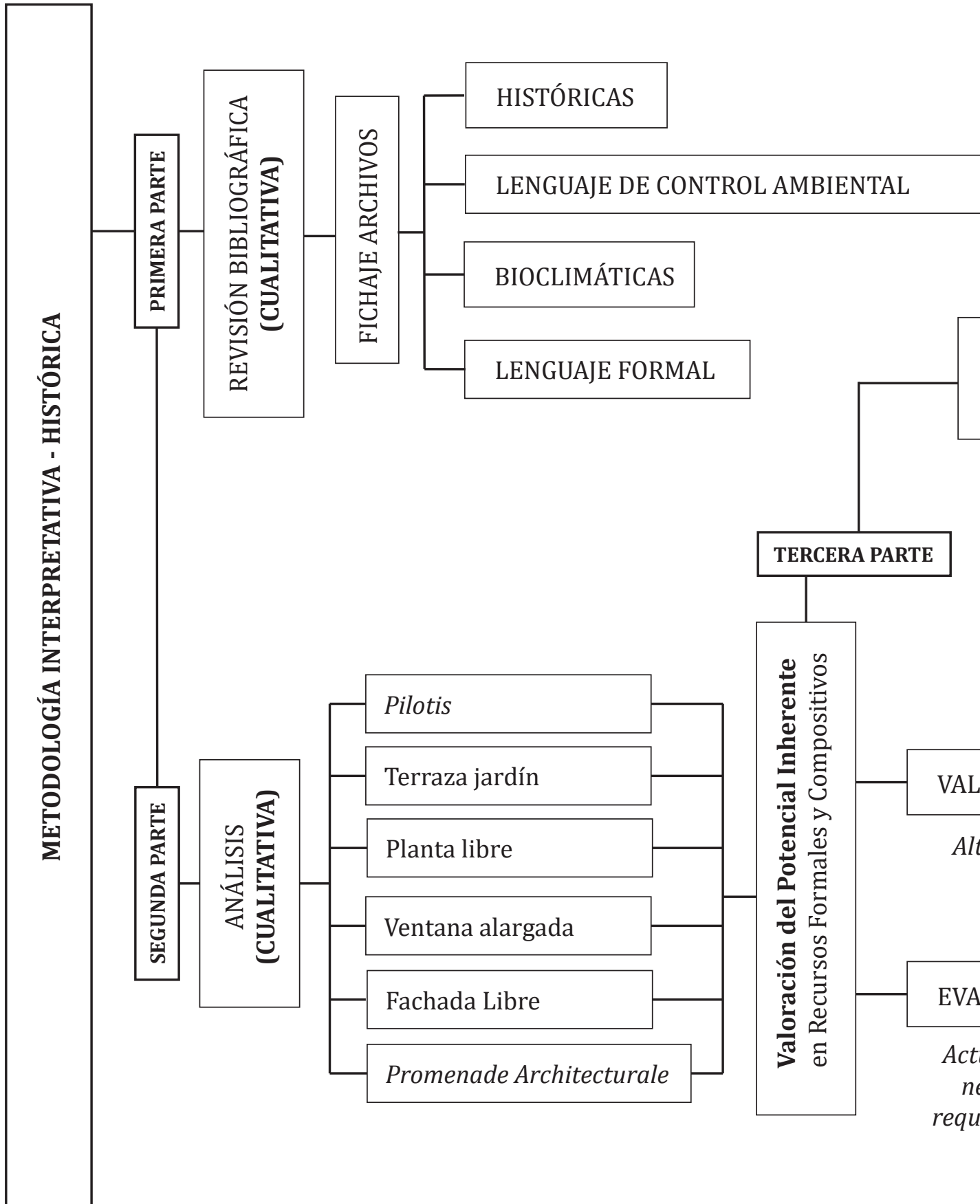
Finalmente se definirá en detalle un método de ponderación respecto a evaluación climática de los recursos basándose en si actúan de manera favorable, son neutrales o deterioran los ambientes que configuran.

Cuarta Parte: EVALUACIÓN CLIMÁTICA DE UNA OBRA EMBLEMÁTICA

La cuarta y última parte de la investigación, evalúa climáticamente el caso emblemático de la Ex Estación de Biología Marina. Entendida como una obra en la que están presentes los recursos formales identificados por esta investigación y, por lo tanto, sirve a modo de prueba para comprobar que los métodos de ponderación formal y climática, lleguen a resultados coherentes y recomendaciones que resulten apropiadas.

De acuerdo a los resultados obtenidos se estipulan recomendaciones a la intervención de modo de cruzar los ámbitos patrimoniales y de reacondicionamiento climático. De modo de establecer medidas de reparación a través del diseño pasivo.

La evaluación de la respuesta climática de estos recursos se llevará a cabo de manera cualitativa, para así realizar un análisis crítico de la Obra en cuestión. Esto permite además llegar a conclusiones que incentiven investigaciones futuras que puedan tener alcance en otros edificios similares dentro de todo el patrimonio moderno en Chile.



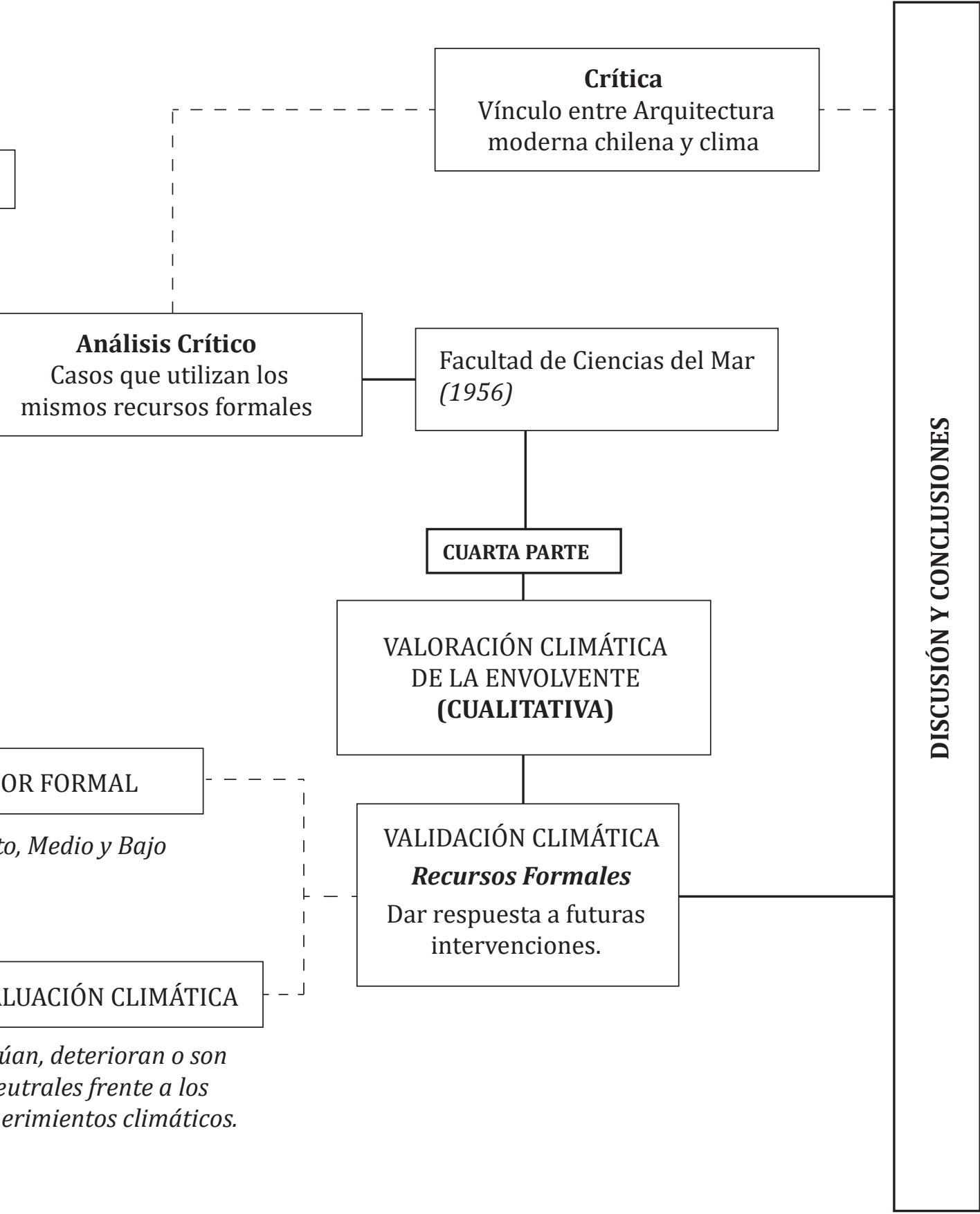


Fig. 8
Esquema del Plan de Trabajo Metodológico
Fuente: Elaboración Propia.

Fig. 9
Dibujo edificio EFE de 1934, arquitectos Eduardo Costabal y Andrés Garáfulic, Santiago.
Fuente: Elaboración Propia.



CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES HISTÓRICOS

1.1 GESTACIÓN DE LA ARQUITECTURA MODERNA EN EUROPA (1914 - 1930)

Tal como se señala en la tesis doctoral de Ignacio Requena (2011), desde una perspectiva histórica la relación entre el ser humano y la naturaleza cambió de forma radical a partir de la transición a la edad contemporánea. El pensamiento racional condujo al aumento de la capacidad humana para controlar su entorno, el progreso científico terminó por otorgarle el poder a la ingeniería para plantear cambios tecnológicos que crearían nuevas infraestructuras. Se formaron nuevos estilos de vida, impulsados principalmente por la burguesía y esto provocó la necesidad de nuevas disciplinas humanistas derivadas de la ilustración. La relación entre arquitectura y medio ambiente, que hasta este período en la historia se había manifestado de un modo espontáneo, pasó a tener rigurosidad, técnica y una nueva materialidad.

Ya desde la Revolución Industrial la explosión demográfica supuso un desafío para el urbanismo, las condiciones de hacinamiento junto a la ausencia de planificación hicieron de los barrios obreros entornos húmedos y lúgubres. La ciencia fue la que finalmente erradicó las epidemias desde su origen, pero no fue por razones humanitarias sino porque las personas estaban siendo afectadas sin distinción de clases sociales. Se aplicaron conceptos de la biología en las ciudades y se comenzó a hablar de los valores naturales en el urbanismo.

Con el objetivo de armonizar la energía convertida de los sistemas naturales y la empleada en el desarrollo social, se idearon herramientas reguladoras para ciertas escalas urbanas, a esto se le llamó 'la ciudad jardín'. En 1869 se creó la ecología, ciencia iniciada con el estudio de las relaciones entre seres vivos y su entorno por medio de la termodinámica, ampliada después por la observación del medio, de la materia y también de la energía. Posteriormente la termodinámica se encontró con la geometría en tratados como "Las curvas de la vida" cuyo argumento defendía el papel determinante que la física y la mecánica podían llegar a tener en la forma y estructura de los seres vivos. Este argumento tuvo repercusión también en la arquitectura de esos años, pero no fue hasta que la teoría se expuso en el pabellón del "L' Esprit Nou-



Edificio Oberpaur - S. Larrain - J. Artega (1929-30)

Fig. 10
Edificio Oberpaur. 1929 - 1930
Fuente: Eliash Díaz, Humberto; Moreno Guerrero, Manuel (1985) p. 5.

veau” de la Exposición Internacional de las Artes Decorativas que se comenzó notar su real influencia.

Según se enuncia en “Historia de la arquitectura moderna” de Leonardo Benévolo (2002) en los años próximos a la primera guerra mundial, la economía francesa se mostraba especialmente estable dado el equilibrio demográfico que este país tenía, la inserción de las clases trabajadoras en el estado burgués llevó a que la cultura francesa a quedar ajena a toda subversión. Como consecuencia, Francia se vio inmersa en una polémica internacional por renovar la línea de la tradición. El papel de enfrentar la tradición de forma individual fue asumido por Le Corbusier y es por medio de sus escritos que propone a los arquitectos asumir una nueva arquitectura donde los tratados geométricos fuesen los reguladores, los medios serían las relaciones que ennoblecían los materiales en bruto, ‘el exterior como proyección del interior’ y la forma de la naturaleza como pura creación espiritual. Le Corbusier creía necesaria una revolución arquitectónica, donde la casa pudiese ser construida en serie, tal como una máquina.

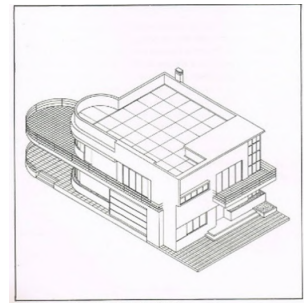
Todas estas ideas se traspasaron al contexto chileno, en forma de conceptos naturalistas e impresionistas ya insertos en el medio artístico y expresivo, sin embargo los arquitectos chilenos no lograron en un comienzo entender el carácter abstracto y puro del modernismo.

Hacia el año 1926 cuando Le Corbusier se une a P. Jeanneret para publicar un documento donde sus ideas se expondrán de forma sistemática: «los cinco puntos de una nueva arquitectura», el catálogo de elementos creados por el movimiento moderno en Europa se vio traspasado casi literalmente en las obras chilenas: Los ‘pilotis’, las terrazas-jardín, la planta libre, la ‘fenêtre en longueur’ y la fachada libre. Se expresa finalmente en una arquitectura donde el contacto entre Chile y Europa surge por medio de viajes esporádicos o por temporadas, que arquitectos o intelectuales de élite tienen durante los años 30, en estos viajes claramente no se logra captar la totalidad de las ideas artísticas que se estaban gestando.

Es en esta década de 1930 que las universidades y específicamente las escuelas de arquitecturs comienzan a recibir los postulados del movimiento moderno. Tal como se señala en ‘Arquitectura Moderna en Chile 1930 – 1960: testimonio y reflexiones’ de Humberto Eliash Díaz y Manuel Moreno Guerrero (1985), durante los años siguientes, el movimiento reformista de las escuelas produce un cambio en orientación de la enseñanza, desde una visión más clásica a una tendiente al racionalismo, en este movimiento participan los alumnos que tendrán más influencia en la arquitectura posterior: Enrique Gebhard, Waldo Parraguez, Inés Frey, Santiago Aguirre y Juan Borchers. Los frutos de estas reformas se verán años más tarde. Mientras tanto las obras de vanguardia chilena esperan de forma sigilosa los tiempos mejores para reproducirse a mayor escala.

Nuevo Expresionismo de Materiales

En el caso de Europa, durante los años veinte los arquitectos se vieron abocados hacia una nueva arquitectura que constantemente se comparaba con la industria del automóvil. Anteriormente, las posibilidades de la industrialización en arquitectura se habían explorado con la construcción de fábricas y almacenes mediante una arquitectura ligera donde las estructuras de hierro permitían el aumento de las superficies acristaladas. Existió desde entonces un germen industrial que propició la influencia de intelectuales como Perret o Behrens, abriendo paso en construcción con hormigón armado o al conocimiento en prefabricación. Tal como se enuncia en la tesis «Arquitectura adaptada al clima en el Movimiento Moderno: Le Corbusier (1930 – 1960)»:



Casa Dusallant - 1938 - Fedorov - Jayme

Fig. 11
Casa Dusallant, 1938.
Fuente: Eliash Díaz, Humberto; Moreno Guerrero, Manuel (1985) p. 15.



Fig. 12
Sistema Dom-ino, evolución hacia el prototipo heliotécnico (años 40) y estructura base de las construcciones climáticas (años 50).
Fuente: Requena-Ruiz, I. (2012) p. 550.

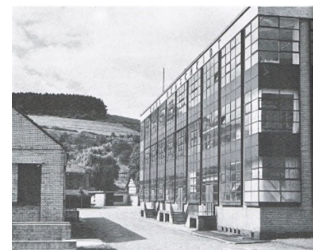


Fig. 13
Alfeld an der Leine, la fábrica Fagus
Fuente: Benevolo, Leonardo. (2002) p. 408

“Le Corbusier aglutinó estos conocimientos en el sistema ‘Dom-ino’ (1914), basado en un entramado de pilares y forjados de hormigón armado que liberaba la planta de los rígidos muros de carga. La principal innovación fue la posibilidad de ejecutar estructuras seriadas con mano de obra poco especializada, usando un forjado en doble T prefabricadas y bovedillas montadas con un sencillo andamiaje. El resto de elementos complementarios hasta la terminación de la vivienda fueron planteados desde la misma óptica industrial.”

(Requena, I.; 2011; pág. 42).



Fig. 14
La fábrica modelo en la Exposición del Werkbund de Colonia de 1914.
Fuente: Benevolo, Leonardo. (2002) p. 411



Fig. 15
Cité de Refuge. Esquemas de proyecto del brise-soleil introducido tras los bombardeos de la Segunda Guerra Mundial.
Fuente: Requena-Ruiz, I. (2011)
Autor: Le Corbusier.

En el caso de Alemania, la falta de una tradición comparable a la francesa o la inglesa, hace que se constituya una minoría abierta al progreso, se organizan exposiciones que influyen en la producción industrial y además en la cultura política, esto terminara por atraer a los mejores ingenieros de toda Europa. Se fundará el Werkbund, organización cultural de la que proviene la nueva generación de arquitectos alemanes: Gropius, Mies van der Rohe, Taut. Esta generación es la mediadora entre un movimiento vanguardista que es incapaz de dar solución a los nuevos problemas de organización social y un movimiento moderno que surge colocando un valor mítico sobre la mecánica y el art nouveau. El primero de estos arquitectos, Walter Gropius, destaca por construir una arquitectura sencilla, en contraste con la monumentalidad de las obras de Behrens y Poelzig, es capaz de construir fábricas en donde los volúmenes no se acentúan entre unos y otros. Donde las superficies planas predominan gracias a las fachadas de hierro y vidrio que se unen las esquinas sin la intervención de pilares. Según Gropius: *«El papel de las fachadas se limita al de simples pantallas extendidas entre los soportes del armazón, para proteger de la lluvia, el frío y el ruido.»* (Giedion, Sigfried; 2009, p. 476) pues el vidrio será quien estará asumiendo una mayor importancia estructural. La nueva concepción del espacio supuso una oportunidad para las superficies flotantes. Leonardo Benévolo (2002) describe parte de la fábrica Fagus de la siguiente forma:

“La superficie exterior está formada por dos únicos materiales, la drillo y metal bruñido, y la armonía fundamental de amarillo y negro domina toda la composición. Si consideramos el gusto de los detalles, especialmente en el célebre bloque acristalado, descubrimos, en cambio, numerosas dudas: la idea de hacer sobresalir el plano de la vidriera respecto al muro, el hueco de las esquinas, el portal de entrada y el cuerpo en que se apoya, rayado por líneas horizontales más oscuras, son evidentes recuerdos behresianos, asimilados no sin cierta incomodidad. Sin embargo, es evidente que el interés del proyectista no se encuentra aquí: hay incluso un cierto descuido en la aceptación de algunos datos estilísticos, en contraste con el rigor de las soluciones técnicamente más vinculadas; se diría que el esfuerzo de Gropius se distribuye de manera opuesta a la habitual, puesto que es menor en las partes representativas y mayor en las que tradicionalmente se consideraban secundarias.”

(Benévolo, Leonardo, 2002, p. 407 - 408).

El ambiente de posguerra europeo plantea un “arte moderno”, el cual se esfuerza por motivar acciones innovadoras, distinguiendo interrogantes como: ¿Qué se debería conservar? y ¿Qué se debería destruir? Esta es la línea por la que empieza a surgir justamente la arquitectura moderna. La técnica, por su parte, prepara los instrumentos que favorecerán las labores de reconstrucción y la solución a los problemas de vivienda; el uso del hormigón armado se generaliza en la posguerra puesto que las normas adoptadas por las distintas naciones son todas ligeramente anteriores a 1914.

No obstante e independiente al desarrollo europeo, para Humberto Eliash Díaz y Manuel Moreno Guerrero (1985) las técnicas constructivas en cemento armado existían en Chile desde 1905 en obras como Gath & Chaves (1909), Edificio Ariztía (1920), Mutual de la Armada (1925) y la misma Biblioteca Nacional (1913 – 1924) donde ya se incorporaba estructuras de acero y de hormigón armado. Es más, los autores se atreven a decir que:

“Lo que traen los vanguardistas es un nuevo expresionismo de los materiales más que nuevos materiales de los que emerjan nuevas formas.”
(Eliash Díaz., H.; Moreno G., M.; 1985, p. 8).

En su origen el movimiento moderno llegó a Chile con imágenes muy concretas, como Le Corbusier, Perret, Mendelsohn o de Loos, los avances tecnológicos y constructivos producto del terremoto de 1939, son posteriores a la construcción de varias obras modeladas según la sensibilidad moderna, por lo tanto decir que la arquitectura moderna en Chile surgió del proceso de modernización y de la necesidad de nuevas tipologías urbanas y arquitectónicas parece no ser tan efectivo. Asimismo, mientras que la industrialización en Europa y EE.UU. fue el motor de una nueva estética, en Chile esto se produce recién a partir de 1940.

En este sentido, la tesis de Ignacio Requena (2011) nos habla de que la intención que tenía Le Corbusier por vincular la arquitectura a la industria, fue un viaje exploratorio destinado a un inminente fracaso. Ya que, en el fondo Le Corbusier era un artesano, un hombre individualista que concebía las viviendas bajo condiciones locales muy variables y sobre las cuales jamás se lograría asimilar el sentido que tenía la industria. Sin embargo, sí fue capaz de desarrollar un nuevo expresionismo.

El ejemplo más claro de esto fue la “Villa Savoye” donde:

“La concepción de la vivienda establecía una relación débil con el lugar, variando únicamente la curva de entrada de vehículos entre los pilotes que determinaba la dimensión de la planta baja. Al ser proyectada en un entorno ideal, la vivienda se elevaba sobre los pilotis para evitar el ascenso de humedad y regularizar la superficie. Las cistas se suponían uniformes en cualquier dirección, por tanto las asimetrías funcionales y formales venían producidas por la ordenación de los espacios según el sol.”

(Requena, I.; 2011; pág. 44).

Esto demostraba que por más esfuerzos que se realizaran por industrializar los preceptos modernos, las obras siempre se terminaban ejecutando de manera artesanal simulando un acabado final con elementos industriales. Para Le Corbusier sus deficiencias eran consecuencia de la incapacidad de la industria para satisfacer los altos requerimientos de la máquina de habitar.

1.2 INFLUENCIA DE LE CORBUSIER EN CHILE (1930 – 1950)

Hacia una arquitectura del lugar

Tras el terremoto de Chillán en 1939 la arquitectura comenzó a recibir un mayor apoyo institucional, surgen los edificios de la Caja de la Habitación Popular, el Hogar Hipódromo de Chile, reconocidos por su alto grado de calidad arquitectónica. En este período, como nos indican Humberto Eliash Díaz y Manuel Moreno Guerrero (1985) coexisten diferentes expresiones y enfoque frente a la arquitectura, se reconoce un art nouveau tardío, art deco, arquitectura colonial y principalmente arquitectura con influencia neo-clásica. En

1939, Le Corbusier aceptó colaborar con los planes de reconstrucción de Chillán pero su viaje no se concretizó.

En cuanto a la arquitectura moderna, existió un esfuerzo por eliminar el ornamento, aunque en los nuevos barrios aparecieron las analogías de imágenes navales como una suerte de ornamentación moderna. «Las casas buques» se pueden definir como una arquitectura moderna en apariencia, una representación de la transición entre el clásico y los principios corbusianos.

Con el paso de los años numerosos arquitectos chilenos van a estudiar a Europa y Estados Unidos, lo que tendrá una decisiva influencia posterior. Emilio Duhart, Enrique Gebhard y otros serán actores principales en la materialización de los principios modernistas.

Tal como se señala en la tesis de Ignacio Requena (2011) a partir de la década del 30 que Le Corbusier “desplaza sus intereses desde el campo industrial hacia la construcción con materiales propios del lugar, la inercia térmica, la ventilación natural, el control de la radiación solar y el aprovechamiento de los efectos medicinales de la radiación ultravioleta, en definitiva hacia una arquitectura más atenta al lugar en que se inserta.” (Requena, I.; 2011; pág. 59).

La Resistencia de la Enseñanza Neoclásica

La consolidación del movimiento moderno en la arquitectura chilena no está exenta de complejidad, la modernidad racionalista corbusiana o bauhasiana, fueron unas de las muchas tendencias que se desarrollaron simultáneamente entre las décadas del 30 y 40. Las escuelas de arquitectura que habían comenzado a funcionar regularmente desde los años 20 recién estaban consolidándose, y por lo tanto la institucionalización de la práctica estaba aún muy propensa a recibir influencias de estilos múltiples. Esta permeabilidad y falta de continuidad que caracterizó el medio arquitectónico chileno, sumó diferentes visiones entre ellas el Art Nouveau, el Art Deco, el estilo colonial y el racionalismo, todos llegaron de manera casi simultánea a partir de la década del 20.



Fig. 16
Hogar P. Causiño, 1940 y Hogar Hipódromo Chile, 1942.
Fuente: Eliash Díaz, Humberto; Moreno Guerrero, Manuel (1985) p. 11.

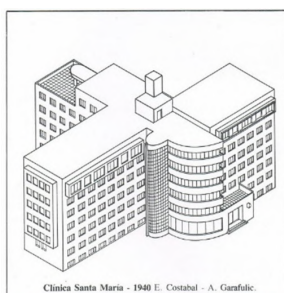


Fig. 17
Clínica Santa María, 1940.
Fuente: Eliash Díaz, Humberto; Moreno Guerrero, Manuel (1985) p. 11.

La arquitectura chilena entre la década del 30 al 50 presenta una compleja mezcla de regulaciones clásicas con propuestas modernistas. Las obras racionalistas no fueron aceptadas socialmente hasta la adopción de los valores de la modernidad, más cercanos a la cultura norteamericana, en la década del 50. La historia de las “arquitecturas paralelas” merece un estudio profundo de sus características, puesto que han sido en gran medida las obras de este período, en su variante “modernas clásicas” o “clásicas modernas”, las que han permanecido en el tiempo generando una particular forma de modernidad.

Tal como se señala en *Arquitectura y Modernidad en Chile / 1925 – 1965: Una Realidad Múltiple* (1989), el ejemplo de la Clínica Santa María sirve para ilustrar el hecho de que el lenguaje arquitectónico no era algo definido, su anteproyecto evidenció que se habían explorado todas los estilos anteriormente nombrados. El caso de la obra pública de Juan Martínez con una imagen urbana que escapa de los modelos ortodoxos tradicionales, da testimonio esta mezcla de visiones. Con una arquitectura racionalista que se gesta desde la organización planimétrica, Martínez desarrolla la expresividad propia del hormigón en las estructuras de la Escuela de Derecho o de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile.

Consideraciones respecto a la importación de la Modernidad

La marcada “modernidad aparente” que caracterizaba al medio arquitectónico chileno a principios de los años 30 y hasta fines de los 50, hace válida la pregunta sobre cuáles son los mecanismos reguladores que definen el modernismo en Chile. Humberto Eliash y Manuel Moreno (1985) señalan en “Arquitectura Moderna en Chile 1930 – 1960: Testimonio y reflexiones” que la diferencia fundamental del Movimiento Moderno con los estilos históricos anteriores es la primacía de los conceptos de imagen por sobre los de tipo y modelo. Por su parte, estas imágenes son tomadas desde otras disciplinas y se basaron principalmente en el desarrollo industrial: Proliferarán por ese entonces las imágenes de fábrica, buque y/o de máquinas sumándose a otras de estética un poco más orgánica; no obstante, el desarrollo de estos imaginarios conceptuales se llevará a cabo de una forma individualista y no permitirá que esta práctica pueda ser reconocida como un mecanismo regulador del movimiento moderno. Así mismo, existieron imágenes entorno a elementos de la arquitectura desarrollados por los maestros europeos del modernismo, todos aquellos arquitectos que en algún momento se vincularon a la Bauhaus. Este repertorio estuvo disponible para la creación de una nueva arquitectura, y al día de hoy se han transformado en vocablos de un nuevo lenguaje: muro cortina, pilotis, rampas, ventana corrida, techo plano, etc., son parte de una iconografía que estuvo a disposición de los adeptos a esta doctrina y que por entonces, fue utilizada de manera descontextualizada a su origen.

El arquitecto Max Aguirre (2004) en su tesis sobre la Arquitectura Moderna en Chile, sugiere que el proceso de importación se gesta por medio de 3 hitos: Los cambios que introduce la producción industrial de extracción de materias primas que a su vez impulsa un recambio político, social y económico; Las catástrofes naturales que pusieron al descubierto la falta de rigor en el cumplimiento de las normas y promovieron proyectos reconstructivos que alcanzaron notoriedad internacional; y la conformación de un gremio de arquitectos que se hicieron parte de un proceso de modernización cultural por medio de viajes, revistas y congresos.

El investigador Horacio Torrent (2012) en su artículo “Historiografía y Arquitectura Moderna en Chile: notas sobre sus paradigmas y desafíos” relata que los primeros trabajos sistemáticos para presentar la historia de la arquitectura en Chile fueron impulsados por Alfredo Benavides en la década de 1930; Benavides procuró desentrañar la teoría de la arquitectura con el fin de precisar la orientación que condujera a un nuevo estilo, más acorde con la cultura de aquellos años. Por lo demás, el autor establece que el momento de inserción de los cánones sobre arquitectura moderna en el país fueron divulgados por las publicaciones periódicas desde fines de los 40; Luego, durante los años 80 se dio lugar a la crítica postmoderna. En estas revistas de arquitectura, se presentaron las ponencias de Walter Gropius y Sigfried Giedion al CIAM de Frankfurt de 1929, las de Gropius y Le Corbusier al CIAM de Bruselas de 1930, estos eran los referentes iniciales del Movimiento Moderno.

Para entrar en contexto de la relevancia e influencia de Le Corbusier en Chile, se debe mencionar su rol fundador en los Congresos Internacionales de Arquitectura Moderna – CIAM – que inició en conjunto con un grupo de 28 arquitectos europeos, en ellos se formalizaron los principios arquitectónicos del movimiento moderno, las discusiones llegaron incluso a proclamar que los problemas que enfrentaban las ciudades se podrían resolver por medio de la segregación funcional estricta. Estos congresos se llevaron a cabo desde 1928 a 1959:

- **CIAM I (1928)** La Sarraz. Congreso constituyente y Declaración de La Sarraz, que pretendió darle a la arquitectura un sentido real, social y económico.
- **CIAM II (1929)** Frankfurt “La vivienda mínima”
- **CIAM III (1930)** Bruselas “Métodos constructivos racionales. Casas bajas, medias y altas”
- **CIAM IV (1933)** Atenas “La Ciudad Funcional” que propone cuatro zonificaciones como método de trabajo. Habitar, trabajar, recrearse y circular. Además se elabora la Carta de Atenas; a nivel local los arquitectos chilenos comienzan a emigrar y ocurre la primera reforma de la escuela de arquitectura de la Universidad de Chile; Se crea también la Revista ARQquitectura promovida por Enrique Gebhard y Waldo Parraguez.
- **CIAM V (1937)** París “La vivienda y el ocio”

En 1942 se crea el Colegio de Arquitectos de Chile y en 1945 ocurre una nueva reforma en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Chile, donde se cambian sus programas de formación.

- **CIAM VI (1947)** Bridgwater, fue un encuentro tras la Segunda Guerra Mundial, en este año también se funda la filial chilena de los CIAM.
- **CIAM VII (1949)** Bérgamo “La Carta de Atenas en práctica” y “Síntesis de las artes mayores”
- **CIAM VIII (1951)** Hoddesdon “El corazón de la ciudad”
- **CIAM IX (1953)** Aix-en-Provence “Hábitat humano I”

En 1954 el Team X publica el Manifiesto de Doorn. Documento que propone fórmulas de asociación humana y de asociación entre edificios y el entorno, rechazando las cuatro funciones de la ciudad funcional.

- **CIAM X (1956)** Dubrovnik “Hábitat humano II”
- **CIAM XI (1959)** Otterlo, Congreso extraordinario para la disolución del CIAM

En base a lo anterior, es posible afirmar que el lenguaje moderno terminó por afectar la obra de ciertos arquitectos chilenos de manera casi literal. Se destaca el documento “los cinco puntos de una nueva arquitectura” que Le Corbusier y P. Jeanneret concretan en 1926, estos 5 principios exponen de forma sistemática algunas de sus ideas (Benévolo, Leonardo, 2002, p. 461 - 462).

- **Pilotis:** Propuestos desde una perspectiva urbanística y como resultados de lo que ellos consideraban pruebas de laboratorio, los pilotis se pensaron para resolver la gran enfermedad de las ciudades, aquellos lugares oscuros y a menudo húmedos. Las viviendas quedarían suspendidas en el aire, lejos del terreno. Junto con eso la idea sugería dejar pasar jardines por debajo y por encima de la vivienda.

- **Terrazas Jardín:** En contraposición al tejado inclinado que soporta en invierno los mantos de nieves propias de los climas fríos del hemisferio norte, se establece la idea de construir a base de hormigón armado cubiertas homogéneas que sirvan como tejados-terrazas planos, con recogidas de agua hacia el interior de las casas. Todo esto se justificaba bajo la noción de que el hormigón armado se dilata fuertemente y que esta dilatación produciría roturas en la estructura durante las horas de contracción rápida. Como solución, se proponía evitar la rápida evacuación de aguas pluviales, mantener una temperatura adecuada y una humedad constante recogiendo las aguas de lluvia hacia adentro y no expulsándolas hacia afuera. Permitiendo además, que las juntas de dilatación sirvieran para sembrar la hierba, colocar arena y

raíces, y de esta forma filtrar el agua lentamente; Como resultado, los jardines serían opulentos, con flores, arbustos, árboles y césped.

- **Planta Libre:** La medida contraria a los muros portantes era construir una nueva planta manejable por medio del hormigón armado. De esta forma los muros no se superpondrían unos con otros hasta el tejado y se ahorraría dinero.

- **Ventana alargada:** La liberación respecto a los muros portantes traería como consecuencia que las ventanas pudiesen correr de un lado a otro de la fachada. La «fenêtre en longueur» fue propuesta como un elemento mecánico-tipo, adaptable y funcional a la máquina de habitar que sería la vivienda.

- **Fachada libre:** Desde entonces, al retraer los pilares respecto a la fachada los forjados sobresaldrían hacia el exterior. Haciendo posible la construcción de muros ligeros, muros sueltos o ventanas (Benévolo, Leonardo, 2002, p. 461 - 462).

En consecuencia, a esta descontextualización se formarían corrientes relacionadas al uso de las imágenes de forma accesoria y otra a partir de los principios, que intentarían ser un fiel reflejo de los postulados modernistas.

“Se postuló que la forma era el resultado de un proceso donde la función actuaba como elemento ordenador e identificador principal; sin embargo, rápidamente se comprobó que existían elementos formales independientes de estas premisas, lo que estableció un repertorio de elementos que respondían más a conceptos espaciales y formales que a concepciones funcionales.”

(Eliash Díaz., H.; Moreno G., M.; 1985, p. 16).

Al imponerse en la arquitectura moderna la idea de una originalidad y también de un cambio, se negó a los modelos fijos y perdurables, pero las obras ya realizadas aún servían como punto de referencia y si se llevaba a cabo una posterior reinterpretación aquella originalidad podía mantenerse. No obstante, estas obras siempre quedaron suscritas a los criterios modernos, a una idea de lugar, del clima o de la materialidad. La relación de las características y comportamientos del usuario; el cuidado por las proporciones, los sentidos de liviandad de los materiales, la pureza y la fluidez espacial.

A nivel local la influencia de Le Corbusier se manifestó por medio del reconocimiento del proyecto ‘Casa Errázuriz’, publicado en 1935, en el segundo tomo de su Obra Completa. La trascendencia de este proyecto se debió a la importancia que los propios arquitectos chilenos le asignaron a su producción. No obstante, el mismo Le Corbusier destacó que el proyecto buscaba hacer hincapié en que los materiales tradicionales no eran un impedimento para conservar una estética moderna, la cual se basó en la búsqueda de la pureza estilística por medio del empleo de formas y colores primarios. El estudio de estas geometrías tuvo como objetivo alcanzar un ámbito de la comunicación visual que fuera universal y capaz de transmitir orden y claridad, siguiendo fuerzas, contrastes y tensiones que tienen dominio sobre la existencia; estas ideas fueron desarrolladas por Le Corbusier junto al pintor Ozenfant, con quien en 1920 desarrolló la revista “L’Esprit Nouveau” donde se expusieron las ideas bases del purismo (Baker, Geoffrey H.; 1985; p. 82 – 85). Finalmente, el proyecto casa Errázuriz fue destacado en diversas publicaciones por realizar una síntesis de las formas naturales y artísticas a través del uso de la madera y muros portantes, sin embargo su debilidad sísmica hizo inviable su construcción (Pérez Oyarzún, Fernando; 2017; p. 150 – 161).

Otra importante influencia moderna provino del arquitecto Walter Gropius, quién manifestó su interés en volver al oficio de la arquitectura inmediatamente cuando tomó la dirección de la Sächsische Kunstgewerbeschule



Fig. 18
Proyecto Casa Errázuriz, 1935.
Fuente: Pérez Oyarzún, Fernando; 2017.



Fig. 19
Dessau, el edificio de la Bauhaus, 1926.
Fuente: Benevolo, Leonardo. (2002) p.
447.

después de la guerra. Dentro de su primer programa educativo se destaca el desarrollo parcial de la técnica a través de la enseñanza de siete talleres dedicados al trabajo en piedra, madera, metal, arcilla, vidrio, colores y tejidos. Y también el desarrollo parcial formal que comprende la observación de los efectos formales en la naturaleza y en los materiales, el estudio de métodos de representación y la teoría de la composición. El discurso de Gropius se caracteriza por la defensa de la artesanía frente a la industria, para él la forzada restricción de las iniciativas personales es la gran diferencia entre ambas. Para él la solución a esto era el trabajo colectivo sin desmedro del esfuerzo personal. Cuando en 1924 la situación económica mejora la Bauhaus se convierte en el centro de las críticas de la izquierda y la derecha, a tal punto, que Walter Gropius decide abandonar la ciudad. Y la escuela se traslada a Dessau.

El edificio de la Bauhaus supuso la materialización de muchas de las ideas de Gropius, la postulación hacia una nueva estética industrial, puesto que para él era necesario reconocer en la industria la existencia de nuevas oportunidades cualitativas, las cuales según él, se equilibrarían naturalmente con las ventajas cuantitativas. Es posible describir algunas consecuencias al cambio metodológico que supuso la Bauhaus como:

a. *“El proyecto NO se concibe ya como una acción simple que ordene una realidad desde arriba, en un tiempo y a una escala ideales, sino como UNA SERIE CONTINUA DE ACCIONES reguladas según el ritmo y la extensión de los fenómenos reales, es decir distribuidas a varias escalas y en varios plazos.” (Benévolo, Leonardo, 2002, p. 450).*

b. *“Cada intervención debe proponerse resolver de modo justo un problema particular, pero al mismo tiempo debe ser transmisible y comunicable a otros y servir como precedente a otras intervenciones. No se podrá nunca invocar la particularidad de las condiciones objetivas y subjetivas –la inspiración, la sensibilidad- para acabar a toda prisa la partida, sino que cada experiencia deberá permanecer abierta y verificable para todos; por otra parte, un trabajo no tendrá que ser nunca únicamente demostrativo y experimental, sino siempre responder a una tarea concreta. El equilibrio entre estas dos exigencias es otra cuestión de grado siempre abierta.” (Benévolo, Leonardo, 2002, p. 453).*

c. *“La arquitectura no debe considerarse ni el espejo de los ideales de la sociedad, ni la mítica fuerza capaz por sí solo de regenerar la sociedad, sino uno de los SERVICIOS NECESARIO A LA VIDA ASOCIADA.” (Benévolo, Leonardo, 2002, p. 454).*

d. *“La tarea de la arquitectura no concierne sólo a sus cualidades, es decir, la concepción de las formas, ni sólo las cantidades, es decir, los procesos técnicos de ejecución y de multiplicación, sino que es la mediación entre calidad y cantidad.”*

(Benévolo, Leonardo, 2002, p. 454).

1.3. ARQUITECTURA MODERNA DEL ESTADO CHILENO (1950 – 1960)

Durante este período se harán reconocibles los atributos del movimiento moderno en Chile, por lo tanto, se destaca este período como el más relevante. Sin embargo, las lecturas que los historiadores tienen sobre la arquitectura moderna chilena continuaron siendo parecidas a las del resto del mundo, Humberto Eliash y Manuel Moreno (1985) por ejemplo, se referirán a los frutos de la arquitectura como:

“Un abanico de respuestas con innumerables valores, donde prima por cantidad la arquitectura sin identidad ni propuesta para un lugar y sociedad concreta como la nuestra.” Además de señalar que, “Los proyectos urbanos y de vivienda acrecientan su envergadura sin resolver los

problemas de su impacto urbano, ecológico y arquitectónico que conlleva el cambio de escala.”

(Eliash D., H.; Moreno G., M.; 1989, p. 190).

Las construcciones como el edificio de la CEPAL supondrán un cambio de orientación en la arquitectura chilena, a partir de esta época el enfoque se colocará en una arquitectura más relacionada con su medio, y también con una escala intermedia que logre otorgar diversidad la imagen urbana de las ciudades del país. Pero para llegar a tal punto, tendrán que llegar las influencias europeas del movimiento moderno y sobre todo sus métodos de enseñanza. La forma que tiene Chile para acercar los contenidos modernistas es a través de instrumentos técnicos y sociológicos, como la reforma de 1946 en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Chile, una reforma con una notable influencia de la Bauhaus y del funcionalismo. Que finalizará en 1963 con la renuncia del decano Juan Martínez tras la nueva crisis de profesores.

Tal como se señaló anteriormente el ambiente de posguerra europeo planteó un “arte moderno”, el cual se esforzó por motivar acciones innovadoras, sin embargo este arte moderno tuvo una influencia especial a partir del cubismo cuando se exploró la aproximación a las formas simples o “puras”. Luego, tras la fundación del neoplasticismo, se orientó la búsqueda hacia una abstracción completa. Esto supuso encontrar un método para sistematizar estas operaciones, para construir un mundo nuevo de formas coherentes y organizadas.

En Chile, la comprensión total del arte abstracto no se concretará hasta llegada la década del 50 y corrió por cuenta de los muralistas mexicanos en Chillán, Concepción y Santiago, lo cual provoca un nuevo compromiso con el arte abstracto.

“Las primeras exposiciones de arte abstracto y arte concreto se realizan en 1952 y 1953. Una de ellas se efectuó en Viña del Mar organizada por la Escuela de Arquitectura de la U. Católica de Valparaíso (...) desde su re-fundación entre la arquitectura, poesía y artes plásticas (Alberto Cruz-arquitecto, Godofredo Iommi-poeta, Claudio Girola-escultor, entre otros.”

(Eliash D., H.; Moreno G., M.; 1989, p. 160).

Este nuevo método de presentar las relaciones del espacio llevó hacia la creación de una concepción del espacio. Así fue como se disolvió la perspectiva renacentista, habituada a prestar atención a los objetos desde el exterior y sin concebir otra manera de imaginar la perspectiva. Por medio de los descubrimientos de la física, el espacio se comienza a concebir desde puntos de referencia y es por medio del cubismo que se propuso reproducir la apariencia desde todos puntos de vista, incluyendo la constitución interna de los objetos. Destaca entonces un concepto estrechamente ligado a la vida moderna: “la simultaneidad”.

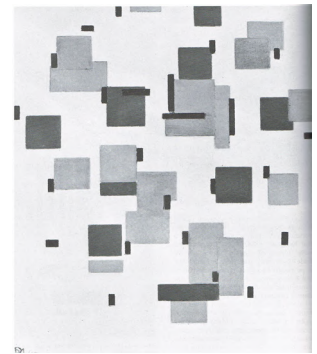


Fig. 20
Composición en azul.
Fuente: Benevolo, Leonardo. (2002) p. 447. Autor: P. Mondrian.



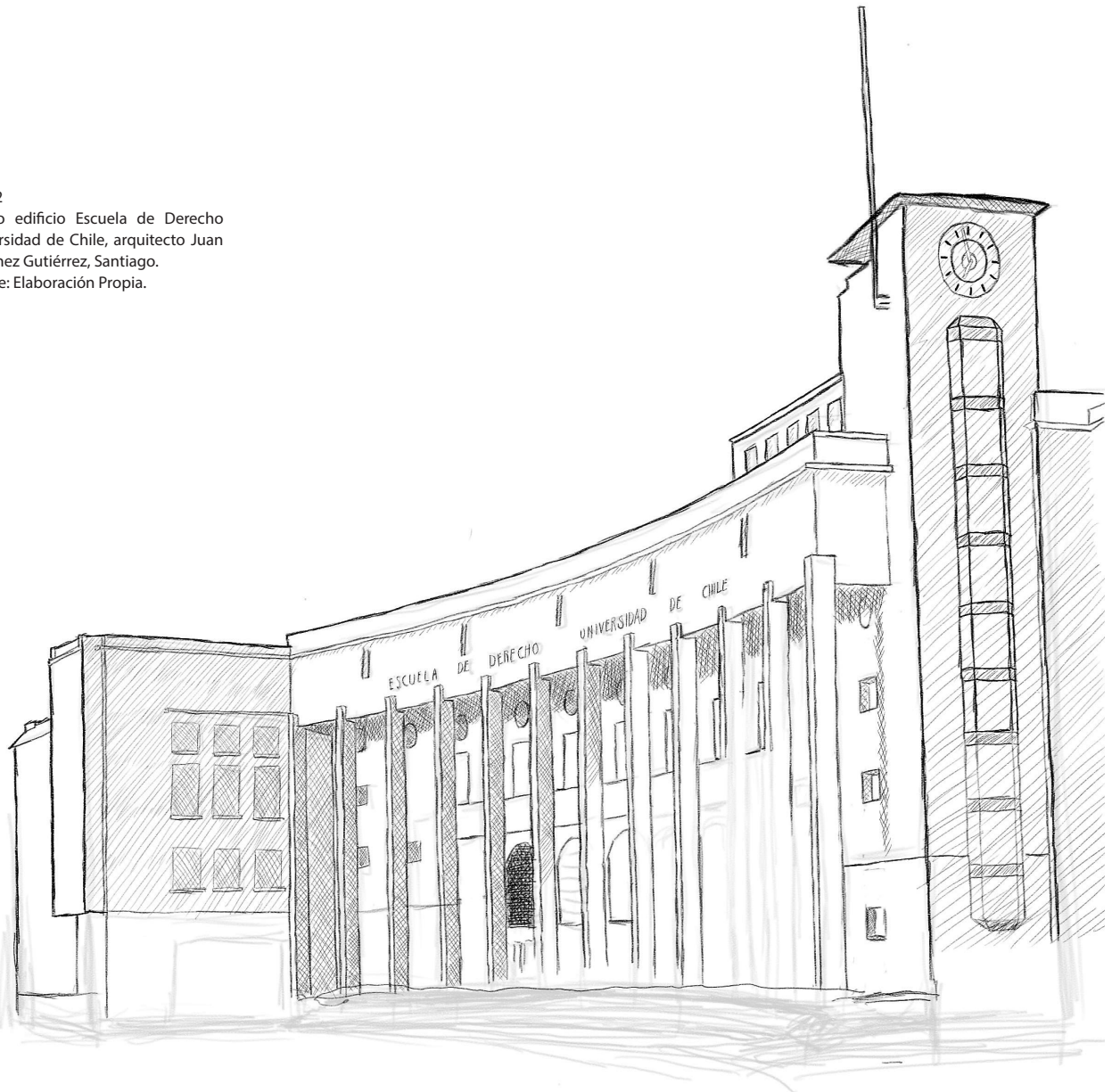
Fig. 21
Dessau, el edificio de la Bauhaus, 1926.
Fuente: Benevolo, Leonardo. (2002) p. 446.

1.4 OBRAS EMBLEMÁTICAS

Patrimonio Moderno en Chile

El patrimonio moderno en Chile se vinculó inicialmente a la ciudad. Sus formas posibilitaron la modificación de las normativas. En orden, se establecieron los edificios de oficina, seguidos de los recintos educacionales y las primeras configuraciones de vivienda masiva. Estos últimos grandes emprendimientos urbanos ampliamente reconocidos por introducir los espacios abiertos y las áreas verdes, áreas fundamentales para la vida urbana en densidad.

Fig. 22
Dibujo edificio Escuela de Derecho
Universidad de Chile, arquitecto Juan
Martínez Gutiérrez, Santiago.
Fuente: Elaboración Propia.



Obras Inscritas en el Marco Temporal (1929 - 1970)

El siguiente listado obras pertenece a un ejercicio realizado durante esta investigación en el cual se intentó buscar edificios modernos que fuesen comparables con la Estación de Biología Marina en Montemar.

Estas obras de carácter público que pertenecen al movimiento moderno en Chile y se ubican o se ubicaron en las Regiones de Valparaíso y Región Metropolitana de Santiago; fueron diseñadas por arquitectos influenciados por el movimiento moderno europeo y de arquitectos como Le Corbusier y Walter Gropius.



Fig. 24
El edificio de Ferrocarriles del Estado, hoy edificio del MINVU. De los arquitectos Costabal, Garáfulic y Del Río. 1934
Fuente: <https://santiagoadicto.tumblr.com/post/57070657232/el-edificio-de-ferrocarriles-del-estado-hoy>



Fig. 26
Cap Ducal.
Fuente: Yunis, Natalia; 2015.



Fig. 28
Teatro Valparaíso.
Fuente: Fuente: Maulen, David; 2016.

1929 - 1935 | **Edificio Oberpaur**
| Santiago |
Sergio Larraín García Moreno

1934 | **Empresa de Ferrocarriles del Estado**
| Santiago |
Costabal y Garáfulic

1934 | **Facultad de Derecho Universidad de Chile** | Santiago |
Juan Martínez Gutiérrez

1936 | **Cap Ducal** | Viña del Mar |
Roberto Dávila

1937 | **Clínica Santa María** | Santiago |
Costabal y Garáfulic

1937 | **Teatro Valparaíso** | Valparaíso |
Alfredo Vargas Stoller

1937 | **Edificio de Rentas de la Cooperativa Vitalicia** | Valparaíso |
Alfredo Vargas Stoller



Fig. 23
Edificio Oberpaur.
Fuente: Duque, Karina; 2013.
Autor: Alex Rojas, 2013.

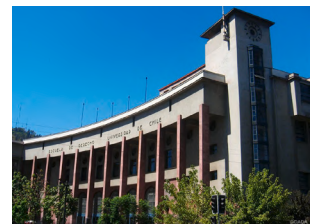


Fig. 25
Facultad de Derecho Universidad de Chile. Fuente: Fuente: Duque, Karina; 2011.



Fig. 27
Clínica Santa María
Fuente: <https://www.clinicasantamaria.cl/la-clinica/historia>



Fig. 29
Edificio de Rentas de la Cooperativa Vitalicia. Fuente: Maulen, David; 2016.



Fig. 30
Casa Flores.
Fuente: Colegio de Arquitectos, 2019.

1938 -1939 | **Casa Flores**
| Universidad de Viña del Mar | Viña del Mar |
Roberto Dávila



Fig. 32
Scuola Italiana "Arturo Dell'Oro". Fuente:
te: <https://www.plataformaurbana.cl/archive/2007/07/09/cambios-en-valparaiso-la-scuola-italiana/>.
Autor: Felipe Guillon G.

1937 | **Edificio Estación Puerto** | Valparaíso |
Luis Herreros Erquiaga

1940 | **Scuola Italiana "Arturo Dell'Oro"**
| Valparaíso |
David Cuneo Monteverde y
Jorge López Wolleter



Fig. 34
Edificio Ex Correos de Valparaíso.
Fuente: Fuente: Maulen, David; 2016.

1941 – 1956 | **Estación de Biología Marina**
| Montemar |
Enrique Gebhard

1941 | **Edificio Ex Correos de Valparaíso**
| Valparaíso |
Marcelo Deglín Samson

1945 – 1947 | **Club y Piscina en Rocas**
| Santo Domingo |
VCH

1947 | **Colegio del Verbo Divino** | Santiago |
Sergio Larraín García-Moreno

1947 | **Edificio Cooperativa Vitalicia**
| Valparaíso |
Alfredo Vargas Stoller



Fig. 37
Edificio Cooperativa Vitalicia
Fuente: Fuente: Maulen, David; 2016.



Fig. 31
Edificio Estación Puerto.
Fuente: https://www.archdaily.co/893031/guia-de-arquitectura-en-valparaiso-20-obras-y-lugares-que-todo-arquitecto-a-debe-conocer?ad_medium=gallery



Fig. 33
Estación de Biología Marina completa,
vista desde el norte.
Fuente: Archivo Universidad de Chile.
Autor: Desconocido.



Fig. 35
Piscina Rocas de Santo Domingo en
1949 [Fotografía], colección Nicolás
Fernández Gurruchaga, 1949, Archivo
Enterreno
Fuente: <https://www.enterreno.com/moments/piscina-rocas-de-santo-domingo-en-1949-3083>



Fig. 36
Colegio del Verbo Divino
Fuente: Grupo de Investigación FORM,
2013.



Fig. 39
Teatro Mauri.
Fuente: Maulen, David; 2016.



Fig. 41
Escuela Naval Arturo Prat.
Fuente: Grupo de Investigación FORM,
2013.



Fig. 42
Unidad Universitaria UTE
Fuente: Grupo de Investigación FORM,
2013.



Fig. 44
Centro Universitario de Playa Ancha
Fuente: <https://www.upla.cl/noticias/2018/04/19/la-historia-de-la-upla-se-sigue-escribiendo/>

1946 - 1948 | **Facultad de Derecho
U. de Valparaíso** | Valparaíso |
Enrique Marchetti Rogers

1951 | **Teatro Mauri** | Valparaíso |
Alfredo Vargas Stoller

1954 | **Edificio Plaza de Armas** | Santiago |
Sergio Larraín García Moreno

1957 | **Escuela Naval Arturo Prat** | Valparaíso |
Mario Pérez de Arce Lavín

1957 - 1967 | **Unidad Universitaria UTE**
| Santiago |
BVCH

1960 | **Instituto Nacional** | Santiago |
José Llambías Merchant

1962 | **Centro Universitario
de Playa Ancha** | Valparaíso |
TAU Arquitectos

1966 | **Edificio de la CEPAL** | Santiago |
Emilio Duhart



Fig. 38
Facultad de Derecho U. de Valparaíso.
Fuente: <https://portaleducacion.cl/index.php/2019/12/24/universidad-de-valparaiso-fija-sueldo-minimo-universitario-por-sobre-los-500-mil-pesos/>



Fig. 40
Edificio Plaza de Armas. Fuente: Duque, Karina; 2015.



Fig. 43
Fachada Principal Instituto Nacional
Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Fachada_Principal_IN.JPG

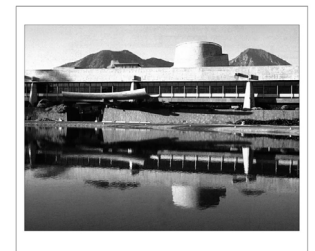


Fig. 45
Edificio Naciones Unidas, CEPAL.
Fuente: AOA, Abril, 2006; p. 7.



Fig. 46
Campus Antumapu
Fuente: <https://forestal.uchile.cl/noticias/153794/por-primera-vez-campus-antumapu-abrira-sus-puertas-a-la-ciudadania>

1969 | **Campus Antumapu** | Santiago |
TAU Arquitectos

1970 | **Edificio Central de Correos** | Santiago |
Carlos Bresciani



Fig. 47
Edificio Central de Correos
Fuente: https://www.archdaily.cl/cl/879545/guia-de-arquitectura-moderna-de-santiago-20-obras-que-debes-conocer?ad_medium=gallery

Ex Facultad de Biología Marina como obra emblemática del movimiento moderno en Chile (1945 - 1959)

La principal razón para escoger la obra del arquitecto Enrique Gebhard como caso de estudio, fue su evidente influencia respecto a los cinco puntos de la nueva arquitectura propuestos por Le Corbusier.

Tal como se puede constatar en las imágenes (figuras 48, 49 y 50), en el edificio está presente el uso de pilotis, terraza jardín, ventana alargada, fachada libre, planta libre y promenade architectural. Es una obra de carácter público, cuyo valor se encuentra en su integración con el paisaje. La actual Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales de la Universidad de Valparaíso da testimonio de cómo la arquitectura puede transformarse en una extensión del lugar en el que se emplaza.

Una segunda razón para escoger esta obra, fue contar con información previa recopilada en un expediente técnico realizado por Fernanda González y Christian López durante el Magíster de Rehabilitación Arquitectónica Sostenible de la UTFSM, en 2018.

En este registro, se recopilaron observaciones respecto a la respuesta climática del edificio, a través de la realización de un levantamiento crítico de patologías, grados de vulnerabilidad y un breve diagnóstico de la envolvente y la habitabilidad de la obra. No obstante, esta investigación previa dejó abierta la posibilidad de profundizar en los aspectos que ponen en relación los valores arquitectónicos del edificio, sus posteriores intervenciones y la búsqueda por el control ambiental de los espacios.

Por último, a lo largo de esta tesis existió la intención de comparar esta obra con otras ubicadas en la zona climática litoral costera, como la Escuela Naval Arturo Prat; y otras obras, fuera de esta zona climática, pero que tuvieron presente los cinco puntos de la arquitectura como el emblemático edificio de Naciones Unidas 'CEPAL'.

Sin embargo, la oportunidad de extender el análisis de aquel expediente técnico derivó en la decisión de analizar únicamente la Facultad de Ciencias del Mar en Montemar, pues el alcance de los resultados, solo puede referirse a obras en sí mismas y bajo sus propios criterios estéticos estudiados caso a caso. Estudiar otro caso en el nivel de detalle requerido, hubiese transformado esta tesis en una investigación innabordable.

De todas formas, algunas de estas obras fueron señaladas en el análisis climático general de los recursos formales.



Fig. 48
El océano, 1959. Fuente: Araya de Pablo, 2022, p. 105. Autor: Rebeca Yañez.



Fig. 49
Desde el balcón de la biblioteca, hacia el camino, 1959. Fuente: Araya de Pablo, 2022, p. 108. Autor: Rebeca Yañez.



Fig. 50
Desde el camino: primer cuerpo del edificio, 1959. Desde el balcón de la biblioteca, hacia el camino, 1959. Fuente: Araya de Pablo, 2022, p. 108. Autor: Rebeca Yañez.

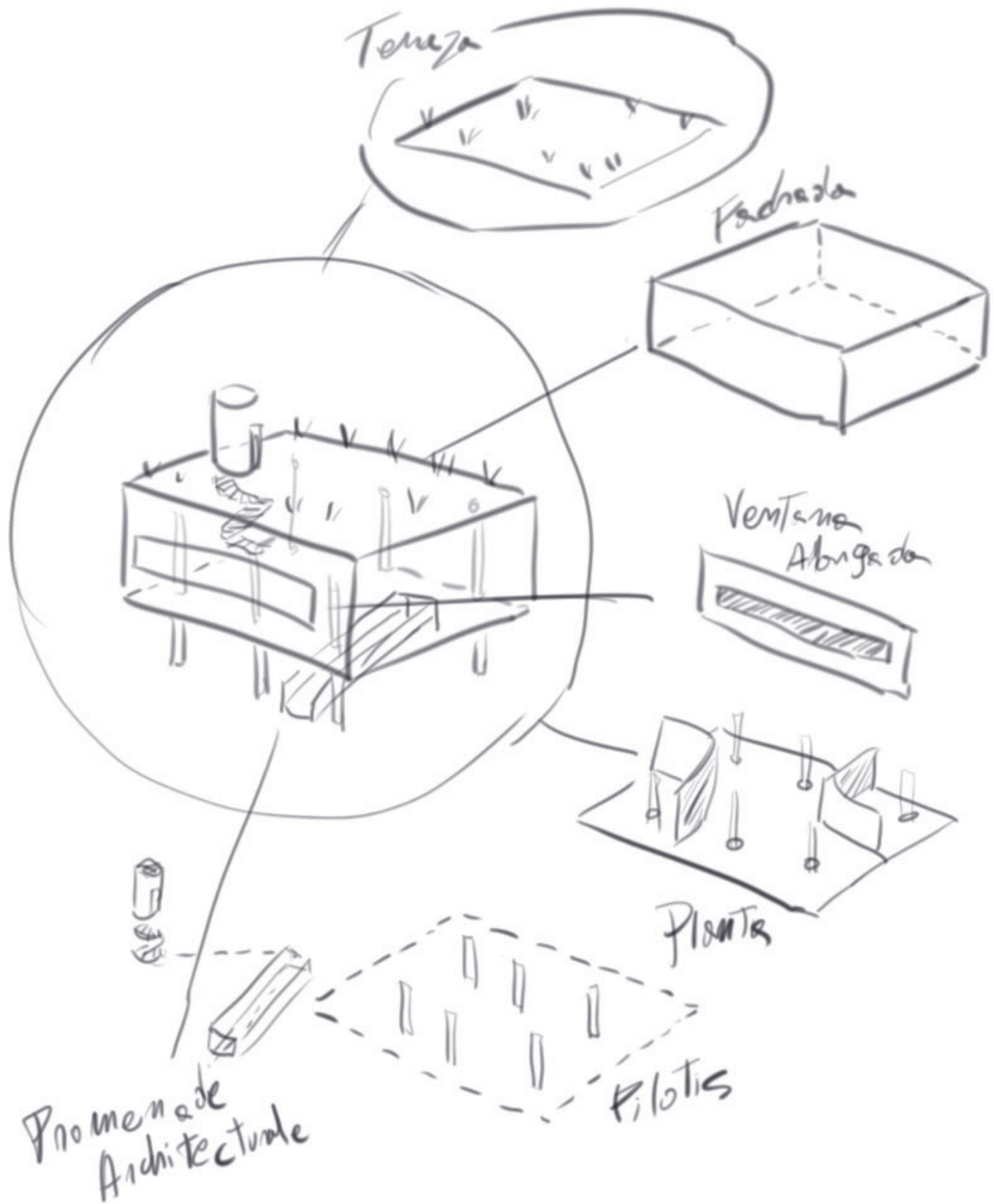


Fig. 51
Representación de los recursos formales y compositivos canónicos del movimiento moderno según Le Corbusier
Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO 2: RECURSOS FORMALES Y COMPOSITIVOS CANÓNICOS DEL MOVIMIENTO MODERNO SEGÚN LE CORBUSIER

En este capítulo se analizan los recursos formales y compositivos del movimiento moderno europeo y cómo estos responden al entorno de manera espacial. Para ello se seleccionó un catálogo de elementos específicos provenientes de las ideas desarrolladas por Le Corbusier a partir de los “cinco puntos de la nueva arquitectura” y el reconocimiento de su influencia en los edificios públicos construidos en Chile durante los años 1930 a 1970. El enfoque del análisis se orienta a determinar cuáles son las potencialidades inherentes de estos recursos, sus valores formales y los espacios que logran configurar; además de establecer qué parámetros ambientales están involucrados en su diseño de forma preliminar al análisis de control ambiental. Puesto que, en caso de ser ineficientes, se tendrá una mayor claridad sobre los aspectos que no podrán ser rediseñados o modificados significativamente.

2.1 Análisis del Lenguaje Espacial y Antecedentes Históricos

En una primera parte se alude a la historia del elemento formal y a su definición. Después, el análisis se enfocará en describir las operaciones espaciales que estos recursos ejecutan, qué ideas les dieron origen, cómo y por qué fueron modificándose con el tiempo para finalmente constituir el espacio moderno. Sumada a esta descripción se señala el propósito y/o el modo en que los arquitectos modernos utilizaban el elemento formal para que los individuos interactuaran con el edificio y su contexto; ya sea por medio de crear vistas, integrar la luz o incorporar aire al interior. Por último, y complementando esta información se señalará la manera en que se colocaba en valor el paisaje y se establecieron formalmente las relaciones entre el interior y el exterior.

Cabe recordar que la simplificación de la forma en la arquitectura moderna fue inicialmente el modo en que los arquitectos intentaron alejarse de lo estrictamente compositivo, a esta manera de proyectar se le puede denominar “arquitectura de determinación formal”. Al enfocarse sólo en la creación del espacio, no acepta leyes, sistemas y/o elementos preestablecidos, de tal modo que obliga a la creación de relaciones y formas nuevas (Suárez, M.; 2013). Con esto, las lógicas estructurales que anteriormente determinaban el espacio se disuelven y el enfoque se pone en la función, tal como señala el Grupo de Investigación FORM:

«El movimiento moderno, fiel a sus postulados de racionalidad, apuesta por la sinceridad estructural, a su aprecio por la lógica del detalle constructivo, por la concepción del espacio arquitectónico como un todo continuo entre interior y exterior, con el reconocimiento del paisaje autóctono como un valor per se, lleva implícito en su arquitectura aquellos elementos constructivos. Elementos constructivos, los cuales, en coherencia con sus postulados, dan respuesta a las solicitudes medioambientales del entorno.»

(Grupo de Investigación FORM; 2013, p. 9).

No obstante, y para comprender el modo en que la ‘arquitectura de determinación formal’ planteada por Le Corbusier constituye al hecho arquitectónico, esta investigación establece una secuencia de perfeccionamiento en sus ideas (figura 52) que inician con el elemento Pilotis, seguido de la Terraza Jardín, la Planta Libre y la Fachada Libre hasta el periodo de mayor exploración con el uso de la ventana alargada para iluminar y los muros para ventilar. El elemento ordenador en este caso ya no es la función sino los conceptos espaciales y formales que logran enlazar la expresividad y plasticidad del espacio moderno. En este sentido, el uso del elemento Pilotis ayudó a Le Corbusier a explorar la idea de una Promenade Architecturale la cual crea nuevas relaciones a partir del recorrido y la experiencia en secuencia. Tal como ha sido mencionado, este repertorio de elementos tiene su origen en la estructura DOMINO que el arquitecto desarrolló junto con los hermanos ingenieros Auguste y Gustave Perret en 1914.

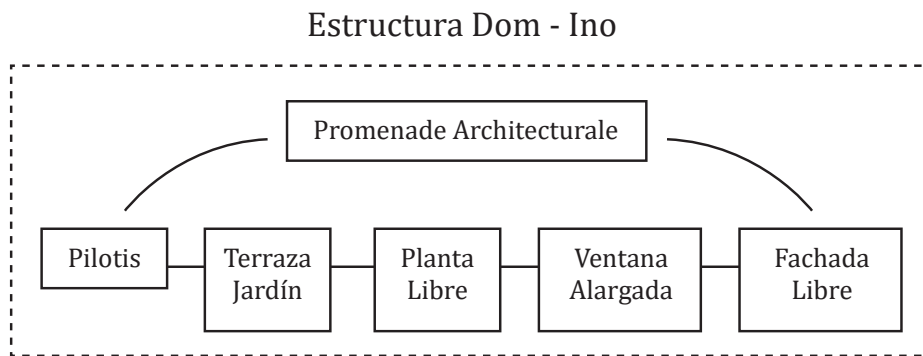


Fig. 52
Diagrama explicativo de las relaciones establecidas entre los elementos formales establecidos por Le Corbusier. Fuente: Elaboración Propia a partir de revisión temática.

Como síntesis, cada revisión de recurso formal finaliza con una tabla que vincula de manera preliminar los enfoques patrimoniales y sostenibles. En esta tabla se señalan los aportes a la constitución del espacio moderno y los factores ambientales involucrados en el uso de estos elementos arquitectónicos. A través de este ejercicio de análisis, se descarta la influencia de una zona climática específica y no se señala un contexto, colocando en énfasis el valor de la forma para generar intervenciones estéticamente aceptables y que tengan consecuencias favorables en el comportamiento térmico de los edificios.

En esta tabla se desintegra la unicidad de un edificio en sistemas, correspondientes al (a) *sistema compositivo* que traza las líneas maestras que organizan los espacios donde van a estar situados los elementos visuales, (b) el *sistema portante* que jerarquiza según elementos capacitados para transmitir cargas, y (c) el *sistema volumétrico* que divide la forma y los espacios.

2.1.1. PILOTIS

«En 1926, Le Corbusier expuso lo que a su juicio eran los Cinco puntos de la Nueva Arquitectura. En gran parte, sus observaciones eran el resultado del desarrollo de la construcción a base de hormigón armado que se inició en el pasado siglo XIX. Esta clase de construcción, y en particular la utilización de columnas de hormigón como elementos sustentantes de las losas del forjado, dio paso a nuevas posibilidades en la concreción y el cerramiento de los espacios constructivos.»

(Ching, Francis, 2002, p. 128)

Lenguaje Espacial

Los pilotis son elementos formales arquitectónicos propios del movimiento moderno que constituyen el espacio vertical entre dos planos horizontales (Suelo, losa o cielo), se colocan de manera equidistante para soportar el peso de la losa superior y permitir la libre circulación en la planta inferior. En su origen los pilotis respondían a una lógica estructural que reemplazaría a los muros portantes y/o estructuras de grandes dimensiones, por esta razón los espacios cerrados serían cada vez menos frecuentes en la arquitectura moderna.

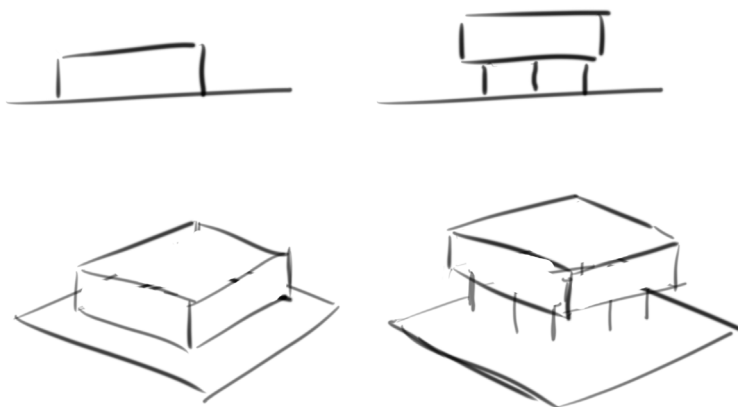


Fig. 53
Representación de Pilotis
Fuente: Elaboración Propia.

Los arquitectos modernos proponían una nueva visión de la arquitectura basada en la continuidad del espacio. Esta idea planteaba que los ocupantes no siguieran habitando en espacios cerrados, y por medio de la búsqueda del espacio continuo, el límite entre el exterior y el interior de los edificios se hiciera cada vez más difuso. En este sentido, ya en 1914 al publicar su manifiesto sobre arquitectura de cristal, Paul Sheerbart expresaba lo siguiente:

«Nuestra cultura es en cierta medida un producto de nuestra arquitectura. Si queremos elevar el nivel de nuestra cultura, estamos obligados, para bien o para mal, a transformar nuestra arquitectura. Y esto nos será solamente posible si ponemos fin al carácter cerrado de los espacios en que vivimos. Pero esto sólo lo podemos hacer por medio de la introducción de la arquitectura de cristal, que dejará entrar en nuestras viviendas la luz solar y la luz de la luna y de las estrellas, no por un par de ventanas simplemente, sino, simultáneamente, por el mayor número de paredes completamente de cristal, de cristales coloreados. (1994, p. 167)» Las

palabras de Scheerbart exigían la transparencia del espacio para dejar pasar al interior las condiciones del exterior: la luz, oscuridad, paisaje.»

(Suárez, M.; 2013, p. 27).

A nivel espacial los pilotis también constituyen áreas para el esparcimiento social, estacionamiento de vehículos. Aportan al confort visual de una manera en la que el paisaje es percibido como un espacio continuo.

Uso del elemento Pilotis

Al interesarse en el uso,

«Los arquitectos modernos (...) se dedicaron al desarrollo del espacio arquitectónico. Influenciados por las teorías de la física moderna, la psicología de la percepción y la fisiología de la visión, asumieron la idea de un espacio relativo a un punto de referencia móvil que, en el caso de la arquitectura, era el individuo. Esto era el espacio-tiempo, una relación disoluble que permitía al individuo percibir la arquitectura siempre de manera distinta. Así, el espacio se convirtió en un hecho arquitectónico capaz de afectar al individuo y en esa medida susceptible a la manipulación intencionada por parte del arquitecto.»

(Suárez, M.; 2013, p. 8).

Así fue como se rechazaron el concepto del espacio estático, pues el espacio y el tiempo se perciben de manera conjunta y se van modificando. Con la creación del espacio manipulable es posible construir una sumatoria de situaciones perceptuales. Las cuales, por ejemplo, a través del uso del elemento pilotis los arquitectos modernos fueron capaces de marcar recorridos, dirigir vistas o dar la posibilidad de conectarse visualmente con el exterior estando en el interior de los edificios, de no haber sido construidos con pilotis, el uso de muros implicaría menor simpleza y mayor gasto de material en estos espacios.

Relación entre Interior y Exterior

También, al enfocarse en la eliminación de la dualidad interior – exterior, los arquitectos pudieron establecer nuevos modos de habitar. La construcción pudo realizarse entonces de dos maneras: desde dentro hacia afuera y desde dentro hacia adentro. Tal como señala Suárez (2013) el constructivismo ruso influenció mucho la arquitectura de la Bauhaus y de Walter Gropius. El rascacielos horizontal de 1924 buscaba disminuir el contacto visual con el suelo para mejorar vistas e iluminación. Así mismo, el constructivismo ruso lograba representar las formas abstractas suspendidas, la interpenetración y la yuxtaposición por medio de la arquitectura. Al construir de adentro hacia afuera, se rechaza la idea de espacio cerrado y se incorpora la ocupación en movimiento.

Como resultado de todo lo anterior, los pilotis se establecen como la respuesta que ‘la arquitectura de determinación formal’ tuvo para la creación de espacio, guiándose por lógicas de uso y por las múltiples posibilidades de ocupación. Sobre estas primeras ideas primigenias de la “Fluidez espacial” el trabajo de Suarez señala lo siguiente:

«En 1914, Le Corbusier elabora un modelo estructural para vivienda conocido como la Casa Dominó que constaba únicamente de seis pilares, tres losas (dos de piso más una de techo) y una escalera, todos construidos en concreto armado. Este modelo partía del hecho que el esqueleto es-

tructural era independiente de la distribución y dimensión de los espacios de la casa, así como de todos los elementos de cerramiento que requeriría sin importar su forma o tipo, lo cual daría múltiples posibilidades de ocupación y tratamiento de la forma.»

(Suárez, M.; 2013, p. 34).

Por tanto, podemos afirmar que sin los pilotis los otros elementos de la arquitectura moderna no serían posibles.

Tabla 1.
Análisis formal del elemento Pilotis
Fuente: Elaboración Propia.

Pilotis	Aporte a la CONSTITUCIÓN DEL ESPACIO MODERNO	Parámetros Ambientales Involucrados (Preliminar)
Sistema Portante	<ul style="list-style-type: none"> - Es el elemento sobre el que se basan el resto de recursos formales. - Constituye espacio vertical, respondiendo a lógicas estructurales y de transmisión de cargas. Además de aportar a la ELIMINACIÓN DE MUROS PORTANTES. - Logra liberar la planta inferior a favor del paisaje. Por tanto es una estrategia de EMPLAZAMIENTO en el terreno. 	<p>Humedad</p> <ul style="list-style-type: none"> - Puede aislar al volumen completo de un edificio del contacto con el agua. <p>Movimiento del Aire.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Favorece la ventilación cruzada y el efecto chimenea. - Valor de emplazamiento y vegetación relativo al movimiento del aire. Zonas de abrigo, vientos predominantes y diseño del suelo. <p>Temperatura del Aire.</p>
Sistema Compositivo	<ul style="list-style-type: none"> - Las ASIMETRÍAS funcionales y formales, aportan a una nueva forma de ordenación. - CONTROL DE LA MIRADA. Permiten la creación de nuevos ejes formales y virtuales aportando a la continuidad del espacio. 	<ul style="list-style-type: none"> - Involucrará poner atención al aislamiento y la masa térmica de la nueva superficie expuesta del edificio. - Atención a los puentes térmicos. <p>Radiación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estudio de sombreado y aportación solar.
Sistema Volumétrico	<ul style="list-style-type: none"> - Generan un volumen o espacio interno de sombra al exterior. - Aumentan la CAPACIDAD VOLUMÉTRICA al exterior y posibilitan la constitución de áreas de esparcimiento social. 	<ul style="list-style-type: none"> - Incidencia del sol en invierno, respecto a la altura de la vegetación, sombra, reflexión y penetración de la luz.

2.1.2. TERRAZA JARDÍN

«El tejado ya no debe ser inclinado, sino plano. Debe recoger las aguas hacia adentro y no expulsarlas hacia fuera. (...) El hormigón armado es el nuevo medio que permite la realización de cubiertas homogéneas. El hormigón armado se dilata fuertemente. La dilatación produce roturas en la estructura durante las horas de contracción rápida. En vez de buscar la rápida evacuación de las aguas pluviales, es necesario, al contrario, mantener una humedad constante sobre el hormigón de la terraza y, con ello, una temperatura adecuada al hormigón armado. Medida particular de protección, juntas de dilatación.

Estas juntas se siembran de hierba. Arena y raíces sólo dejan filtrar el agua lentamente. Los jardines-terrazza serán muy opulentos: flores, arbustos y árboles, césped. Razones técnicas, económicas, funcionales y sentimentales nos llevan a adoptar la terraza»

(Benévolo, Leonardo, 2002, p. 461).



Fig. 54
Representación de la terraza jardín.
Fuente: Elaboración Propia.

Lenguaje Espacial

En el modernismo las terrazas jardín fueron pensadas, en un primer lugar, para climas fríos bajo la perspectiva de que la construcción de tejados planos con recogidas de agua hacia el interior, sería un buen complemento para las calefacciones centrales que desde entonces se ocuparían de mantener el ambiente interior confortable. En tal período de tiempo se creía que el hormigón necesitaba humedad constante para evitar roturas en las estructuras en la medida de mantener, hierba, arbustos y flores, el agua se filtraría lentamente, por entonces estas eran razones técnicas, económicas y funcionales.

Además, históricamente las terrazas surgen como extensión utilizable de las casas con cubiertas planas en regiones soleadas como el Antiguo Egipto o las costas del mediterráneo. Los arquitectos modernos son quienes comienzan a utilizarlas masivamente como espacios habitables al aire libre, soleados

con plantas, imitando los patios de las viviendas unifamiliares. En otras palabras, la terraza se despega del suelo y se eleva sobre el terreno para independizarse del lugar, ya no se trata de incluir la naturaleza en la casa cuando la creación de una estancia que fluye en el ambiente interior es capaz de constituir un espacio que acoge al contexto exterior del mismo modo que cualquier otra habitación.

Así mismo y fiel a sus postulados de racionalidad el movimiento moderno apuesta por la sinceridad estructural, reconociendo en el paisaje autóctono un valor per se (Grupo de Investigación FORM; 2013, p. 9). La terraza jardín aparece como un espacio habitable devuelto a la naturaleza, como un símbolo de la vida saludable y también como una evolución de la ventana moderna que materializa la versatilidad de la mirada. Es en las terrazas donde se potencia la relación del entorno inmediato con el lejano.

De este modo, el control de la vista surge como una nueva función para la ventana moderna, la mirada se convierte en un aspecto fundamental del proyecto alejándose de la disociación de las funciones tradicionales en cuanto a la iluminación y la ventilación, la riqueza que alcanzan las miradas controladas tendrá relación directa con la multiplicidad de recursos para construir el espacio terraza, ya sea con cerramientos, sombreadores o jardinería, obteniendo vistas panorámicas, sutilmente pensadas y preparadas, conjugando el proceso arquitectónico con el movimiento y recorrido del edificio. Por lo tanto Los paisajes podrían ser semejantes a instantáneas tomadas con cámara fotográfica (Muñoz Héctor, 2014-2015, p. 60 - 63)

Uso del elemento Terraza Jardín

Las terrazas jardín fueron pensadas como techos planos utilizables, una forma de extender el paisaje sobre la vivienda. La creación de este atributo redujo el uso de la madera en las cubiertas. Para acceder a estos planos expuestos se utilizaba el periscopio, un elemento arquitectónico que remite al submarino y se inserta en el imaginario industrial (Muñoz, pág. 69) que apela a la mirada libre. Así también, de las terrazas en cubierta se desprende un simbólico ambiente náutico (Baker, Geoffrey, 1985, p. 187).

Relación entre Interior y Exterior

La visión recurrente de Le Corbusier respecto al uso de las terrazas jardín fue la unión o fusión del objeto arquitectónico con el entorno mediante la descomposición de volúmenes y los recorridos de circulación. Por esta razón, en las Villas Stein-De-Monzie todos los planos verticales y horizontales pueden atravesarse a fin de crear una interacción continua entre el espacio interior y exterior (Baker, Geoffrey, 1985, p. 165).

Tabla 2.
Análisis formal del elemento
Terraza Jardín
Fuente: Elaboración Propia.

Terraza Jardín	Aporte a la CONSTITUCIÓN DEL ESPACIO MODERNO	Parámetros Ambientales Involucrados (Preliminar)
Sistema Portante	<ul style="list-style-type: none"> - Constituye espacio un PLANO UTILIZABLE resultado de la evolución de la técnica. - Su uso permite la ELIMINACIÓN DEL CIELORRASO. Por lo que redujo el uso de madera en las cubiertas. 	<p><i>Humedad</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - En su origen las terrazas fueron pensadas para mantener la humedad constante del hormigón. <p><i>Movimiento del Aire.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Valor de emplazamiento y vegetación relativo al movimiento del aire. Zonas de abrigo, vientos predominantes y diseño del suelo.
Sistema Compositivo	<ul style="list-style-type: none"> - Potencian la relación entre el entorno inmediato y el lejano. - Acoge al contexto exterior del mismo modo que cualquier otra habitación. - La terraza evolucionó la técnica del CONTROL DE LA VISTA 	<p><i>Temperatura del Aire.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Involucrará poner atención a la masa térmica de la nueva superficie expuesta del edificio, asociada al calor específico del hormigón armado y al coeficiente de conductividad térmica. - Modelo de predicción cambio de T° Interior en función de la T° Ambiental. <p><i>Radiación Solar.</i></p>
Sistema Volumétrico	<ul style="list-style-type: none"> - Aumentan la CAPACIDAD VOLUMÉTRICA al exterior y posibilitan la constitución de áreas de esparcimiento social. 	<ul style="list-style-type: none"> - Generan un volumen o espacio externo expuesto a la radiación solar. - Aporte de luz solar a la planta superior o techo plano.

2.1.3. PLANTA LIBRE

«Hasta ahora los muros portantes; partiendo desde el sótano, los pisos se superponían, constituyendo la planta baja y los pisos llegando hasta la cubierta. La planta resultaba esclavizada por los muros portantes. En la casa, el hormigón armado aporta la planta libre! Los pisos ya no se han de superponer más según la organización de las particiones. Son libres. Gran economía del espacio construido, por el uso riguroso de cada centímetro. Gran economía de dinero. Cómodo racionalismo de la nueva planta.» Le Corbusier, Stuttgart, 1926.»

(Garcés Bravo, Camilo; 2014, p. 11)

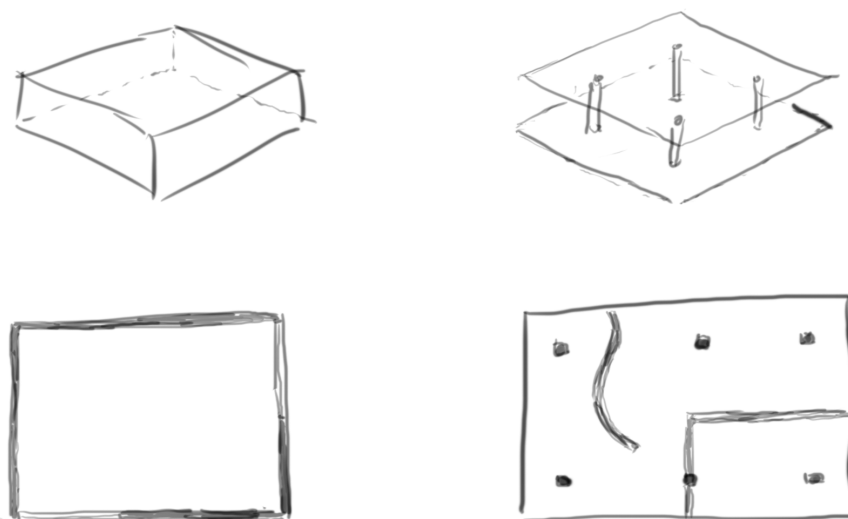


Fig. 55
Representación de la planta libre
Fuente: Elaboración Propia.

Lenguaje Espacial

La planta libre deriva de la estructura Domino desarrollada por Le Corbusier, el hormigón armado y los sistemas estructurales de Auguste y Gustav Perret. La voluntad de construir un plano horizontal sin vigas de cuelgue ayudó a generar una nueva idea del espacio, al resolver el problema técnico que elimina las vigas maestras a la vista se alcanzó la percepción de un espacio “libre”. Los muros portantes dejaron de determinar las dimensiones de la planta. Joaquín Asensi (2015) señala que con la planta libre el sistema estructural se independiza respecto al programa del edificio, se desarrolla el concepto de flexibilidad, entendiendo que el uso del edificio puede sufrir variaciones a lo largo de su vida útil y que la estructura es aquello que permanecerá invariante a los programas funcionales cambiantes.

El desarrollo del espacio fluido como nueva idea espacial, requería toda una nueva gramática, con nuevos materiales (particiones ligeras) y nuevos recursos compositivos. La arquitectura se aleja del equilibrio estático de la simetría central y axial, apareciendo el movimiento, parámetro crucial para que el espacio moderno sea comprendido. El espacio moderno actúa desde la yuxtaposición de espacios, estableciendo relaciones entre zonas equivalentes. «Ahora pasamos de lo simétrico, de lo igual, a lo equivalente, a el “equilibrio dinámico” que genera movimiento al introducir una continuidad, una sucesión de espacios, una interpenetración de unos espacios en otros.» (Asensi Roig, Joaquín; 2015, p. 61)

Pese a sus limitados conocimientos técnicos, Le Corbusier al relacionarse con los hermanos Perret, comenzará a desarrollar todo un sistema arquitectónico. Descubrirá por medio del uso del hormigón armado una libertad plástica. Según el autor Joaquín Asensi (2015, p.49) la capacidad de explorar esta libertad plástica por medio del hormigón le llevará a complementar y subvertir las tipologías arquitectónicas que hasta ese entonces se desarrollaban, creando otras nuevas a través de un camino desconocido. Camino que lo llevará a cometer errores tales como los cometidos durante la evolución de su ventana moderna (J. Asensi; 2015; p.52).

Entre los arquitectos que asumieron la búsqueda de la flexibilidad se encuentran Le Corbusier y Mies van der Rohe.

Uso del elemento Planta Libre

Derivado del desarrollo de un sistema estructural que podía producir una extensión infinita del espacio, la circulación se convierte en el instrumento que organiza las masas y los vacíos dentro de la retícula cartesiana. Ya sea por los flujos de aire caliente ascendente, como en la Baizeau, o por el movimiento en planta de los vehículos o por el movimiento en sección de las personas a través de las rampas, dentro de la planta libre la circulación construye el espacio arquitectónico (Asensi Roig, Joaquín; 2015, p. 62).

A través del tiempo Le Corbusier convirtió a cada proyecto en un laboratorio, investigó las ideas hasta transformarlas en principios generadores. La distribución de los elementos liberados de su función portante le permitió alcanzar composiciones en el espacio horizontal asociadas a traslaciones, rotaciones y deslizamientos que no se habían conocido hasta ese momento. (Asensi Roig, Joaquín; 2015, p. 62 - 63)

Relación entre Interior y Exterior

Por su parte, la forma de habitar la interpenetración de espacios puede comprenderse mejor en el Pabellón de Barcelona de Mies van der Rohe. Allí los planos verticales se lanzan hacia el territorio para atrapar el paisaje, generando formas cerradas descubiertas, los patios cerrados son asignado a los espacios interiores. Esta “abolición de la envolvente” es también desarrollada y definida por Frank Lloyd Wright como la “destrucción de la caja” cuando se proyecta hacia el exterior los planos horizontales afecta la relación entre la masa del interior con el vacío que las envuelve, provocando un equilibrio dinámico (Asensi Roig, Joaquín; 2015, p. 61).

En el caso de Le Corbusier, en la planta libre se introduce la dialéctica entre el ángulo recto y las formas curvas, en el que las primeras responden a la lógica y las segundas al sentimiento. (Asensi Roig, Joaquín; 2015, p. 61)

Tabla 3.
Análisis formal del elemento
Planta Libre
Fuente: Elaboración Propia.

Planta Libre	Aporte a la CONSTITUCIÓN DEL ESPACIO MODERNO	Parámetros Ambientales Involucrados (Preliminar)
Sistema Portante	<ul style="list-style-type: none"> - La LIBERTAD PLÁSTICA del hormigón permitió subvertir a las tipologías arquitectónicas que hasta entonces se desarrollaban. - La voluntad de construir un plano horizontal sin vigas de cuelgue, hizo que se alcanzara la percepción de un ESPACIO LIBRE. 	<p><i>Humedad</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - EL diseño de las zonas equivalentes será fundamental al evaluar los sistemas de propagación del calor (conducción y convección) que favorecen el movimiento del aire y la renovación del aire. El cual contiene agua en estado de vapor que influye en la sensación de confort térmico.
Sistema Compositivo	<ul style="list-style-type: none"> - Los muros portantes dejaron de determinar las DIMENSIONES de la planta. - El espacio requirió de una nueva gramática espacial ALEJADA DE LAS SIMETRÍAS axiales y centrales. - Sigue la retícula cartesiana. Se rige por el equilibrio dinámico y la continuidad. Y por tanto, permite y aporta al MOVIMIENTO - LA ESTRUCTURA PERMANECE INVARIANTE a los programas funcionales cambiantes. 	<p><i>Movimiento del Aire.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Ventilación cruzada. La disposición y direccionalidad de los elementos favorecerá el movimiento del aire en algún sentido. <p><i>Temperatura del Aire.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Involucrará un estudio de la iluminación natural y artificial. Que considera la temperatura en la que radían o absorben las superficies. <p><i>Radiación Solar.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - La propagación del calor, quedará determinada por las superficies presentes en estas zonas equivalentes constituidas por la planta.
Sistema Volumétrico	<ul style="list-style-type: none"> - No tiene relación con la envolvente. - Sin embargo si determina volúmenes. El espacio moderno que constituye actúa desde la yuxtaposición de los espacios, estableciendo ZONAS EQUIVALENTES. 	<ul style="list-style-type: none"> - Energía radiante, flujo radiante, emitancia, intensidad radiante, radiación e intensidad de irradiación.

2.1.4. VENTANA ALARGADA

«Con la aparición del hormigón armado y el acero como materiales estandarte de la nueva *Arquitectura Moderna* se abre todo un mundo de posibilidades constructivas. Se permiten crear mayores ménsulas, retranqueando así la línea estructural. La liberación de la función sustentante de la fachada permite a su vez la obertura de mayores huecos, de rasgaduras horizontales ininterrumpidas, puesto que el cerramiento no sustenta nada, este se apoyará en los forjados. El simple gesto de supresión de la función estructural de la piel del edificio rompe completamente con lo establecido anteriormente posibilitando toda una serie de innovaciones constructivas en los edificios de *Le Corbusier*, cambiando la forma de abordar la ventana.»

(Muñoz Héctor, 2014-2015, p. 25)

Lenguaje Espacial

El papel de las aberturas en los edificios del movimiento moderno gana relevancia de una manera progresiva, la construcción de la mirada tanto física como conceptualmente nutren de uso a la ventana. La ventana alargada es un tipo de abertura de cerramiento que el arquitecto Charles-Edouard Jeanneret intentó desarrollar. Si bien siempre se ha admirado la capacidad de *Le Corbusier* para organizar espacios, es importante señalar su habilidad para gestionar el tiempo. Ya que la arquitectura no puede existir sin el espacio y sin el tiempo que con su cambio perpetuo permiten el movimiento, un parámetro imprescindible para la comprensión de cualquier edificio moderno (Asensi; 2015, p. 19).

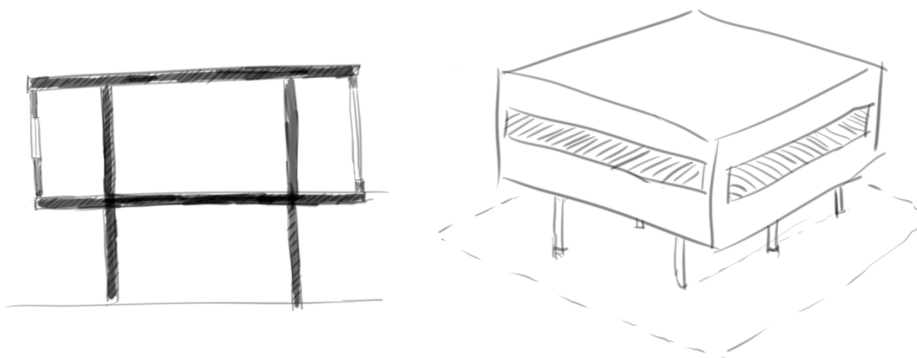


Fig. 56
Representación de la ventana alargada
Fuente: Elaboración Propia.

A su vez, el cambio de la luz solar es lo que marca el transcurso del tiempo, por lo tanto existió interés en acercarse a la arquitectura tradicional mediante el estudio y la experimentación de criterios solares pasivos. Esto se puede ver aplicado en el estudio del hueco en la arquitectura moderna y su influencia en el movimiento es lo que permite comprender al espacio moderno, un ejemplo de esta exploración es el lenguaje arquitectónico de *Le Corbusier* que tal como señala Ezequiel Usón Guardiola (2004) en el libro 'Dimensiones de la Sostenibilidad' en 1929 la luz era un asunto de vital importancia para el arquitecto ya que al obtener luz el usuario es capaz de realizar cualquier cosa, de lo contrario sólo podría dormir.

Esa luz que junto con el espacio y el tiempo completó los elementos compositivos en los que se apoyó el arquitecto, sirvió para conectar el espacio interior con el exterior en una necesidad por enmarcar el paisaje. En principio, la versión de *Le Corbusier* para la ventana moderna respondió a una mane-

ra fotográfica de mirar que dejó expuesta una franja panorámica a la vista y afirmó que ésta iba a mejorar la iluminación de los recintos. A fin de cuentas, la creación de una imagen de paisaje acotado llevó por objetivo “domesticar el paisaje” ya que al restringirlo y darle proporción se tiende a ver con más detenimiento y detalle. A partir de esta idea, la ventana se transformó en un mecanismo constructivo-visual a través del entendimiento de la misma como un lente fotográfico, dotándola de diversas capas para obtener instantáneas de calidad con diferentes exposiciones lumínicas (Muñoz Héctor, 2014-2015, p. 20 - 26).

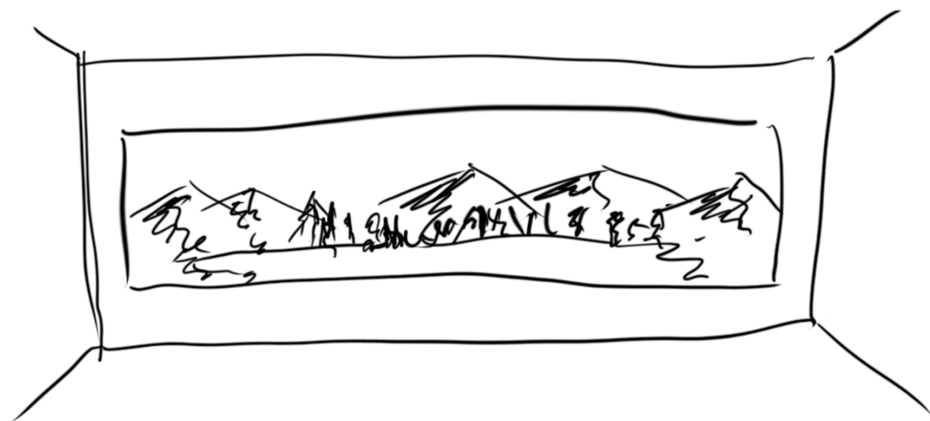


Fig. 57
Representación de la domesticación del paisaje por parte de la ventana alargada.
Fuente: Elaboración Propia.

La definición de la ventana moderna por sí misma se ve afectada por la idea de una continuidad espacial y disolución física de los límites del espacio. En este sentido, la construcción de la mirada se menciona en el artículo de Merí de la Maza (2016) «Histoire d'une Fenêtre» de la siguiente forma:

«En la modernidad, el límite del espacio pierde su condición de frontera para ganar la de horizonte y de esa manera se transmuta tanto la percepción del espacio arquitectónico como las reglas de definición de su límite. Hay que buscar una concreción construida para ese nuevo límite y la definición visual que lo acompaña, y esa búsqueda va a estar presente de manera especialmente intensa en la obra arquitectónica de Le Corbusier.»

(Merí de la Maza, R.; Díaz Segura, A.; Serra Soriano, B.; 2016, p. 2)

Uso del elemento Ventana Alargada

La construcción de la mirada tanto física como conceptualmente nutren a la ventana de uso. Por lo tanto, se le da mucho valor al alfeizar pues constituye una extensión del paisaje al interior de la vivienda y en contrapunto la cornisa se reduce hasta desaparecer. En cuanto a la manera de experimentar los espacios, la evolución conceptual de la ventana fue el producto de la prueba y el error, al comienzo se trabajó con diferentes formas de abertura limitadas por la plasticidad de los materiales utilizados que según indica Héctor Muñoz (2014 - 2015) se manifestaron en el interés de Le Corbusier por reducir al mínimo los marcos de sus fenestraciones y ampliar el área útil transparente para la entrada de luz, de esta forma se hizo necesario un avance tecnológico que terminó por introducir mecanismos más complejos.

Relación entre Interior y Exterior

Del libro Ventanas de Le Corbusier se extrae lo siguiente:

En cierto punto Le Corbusier le confía todo el control de la ventilación a los sistemas activos, por lo que esta es una de las principales desventajas de

la ventana alargada «la ventana es sólo luz no para ventilar» (Le Corbusier. Precisiones. P.73.)

«En esencia, la fenêtre en longueur será aquel elemento que generará una amplitud de miras hacia lo que se observa gracias a las bondades de la técnica y el avance de los materiales. Se constituirá por tanto un elemento formado por mecanismos que harán de la fenestration en sí un aparato complejo. Los diferentes artefactos que se le añadirán, tales como persianas, enrollables o cortinajes proporcionarán una relativa gradación de las vistas y un cierto control de la luz que se percibe. No obstante la negación de todo el aparatage de la ventana tradicional y del papel de la contraventana como una de sus partes fundamentales, y posibilitadora de un control total de la sombra y del direccionamiento de la luz en el interior de una estancia, mermará la riqueza compositiva y de funcionamiento que sí que poseía aquella ventana histórica. La ventana corrida posibilitará mirar de otra forma, distinta a la de la mirada más vertical de las ventanas del pasado y será una primera muestra de las capacidades de una industria en evolución que ayudará a la arquitectura a crear un elemento capaz de satisfacer las necesidades de una sociedad que se distancia poco a poco de la tradición. De esta forma el elemento-ventana como parte autónoma del cerramiento, que es lo que en última instancia es el hueco apaisado, se consagrará como el mejor instrumento de la trayectoria de Le Corbusier, en estos momentos, de relación del interior con el mundo exterior.»

(Muñoz Héctor, 2014-2015, p. 32-33)

En paralelo a la evolución del elemento ventana, Le Corbusier puso atención al planteamiento del higienismo que buscaba responder al hombre moderno y su modo de vida más saludable. El arquitecto se interesó entonces en la importancia del soleamiento y los rayos ultravioleta, en otras palabras, la evolución del sol a lo largo del día. Además, se encargó poco a poco de dar soluciones de climatización, ventilación y mejoramiento de la vida en sus edificios desde un punto de vista intuitivo. Por ejemplo, la elección de un buen emplazamiento para la reducción de pérdidas de energía en épocas de frío y un mayor intercambio o búsqueda de la mayor inercia térmica en días calurosos.

El Brise-Soleil o Parasol

Con el tiempo la ventana creció en complejidad y riqueza hasta llegar a la plasticidad del brise-soleil, este recurso formal se desarrolla a partir de la inquietud por proteger al habitante de la excesiva radiación solar y el deslumbramiento; se realiza por medio de crear un espacio-ventana al cual se le complementó con diferentes filtros y protecciones repensados desde las múltiples capas que componían la ventana vertical tradicional. El espacio-ventana siguió un diseño arquitectónico intuitivo basado en el interés por las cartas solares, decisión poco común entre los arquitectos de la época. A pesar de ello, el primer Brise-soleil desarrollado por Le Corbusier fue construido en Ville Baizeau durante los años 1928 y 1930 (Muñoz Héctor, 2014-2015, pág. 84).

El brise-soleil y por extensión el espacio-ventana no solo adquirieron un papel fundamental en diferenciación física de lo habitable con el entorno inmediato, sino también conformaron una mejor forma de dar respuesta a los problemas de la globalidad en un edificio, la protección solar quedó unida al espacio interior de un modo funcional, constructivo y representativo, convirtiéndose en imagen identificativa de los edificios de alojamiento colectivo



Fig. 58
Modelo 1: Fenêtre en longueur
Villa Le Lac (Corseaux-Vevey, 1923).
Figura M02. Vista desde el exterior de la vivienda.
Fuente: Muñoz Muñoz, Héctor (2014 - 2015). p. 18.
Autor: Héctor Muñoz Muñoz.

en cualquiera de sus variantes desarrollados por Le Corbusier. A su vez, la importancia de la diversidad de sombras, junto con la posibilidad de una vida al exterior son las cualidades que alcanzó el espacio-ventana (Muñoz Héctor, 2014-2015, p. 106 - 107). Tal como expone Silvia Morel (2016) en su artículo “El brise-soleil” los parasoles no impidieron que en la Unidad de Habitación de Marsella incidiera la luz solar directa ni tampoco permitieron el aporte solar durante el invierno, sin embargo las simulaciones que se realizaron en edificios diferentes llegaron a evidenciar una reducción en las temperaturas de ambiente interior, por lo que estas estrategias pasivas se consideran como algo no despreciable.

Tabla 4.
Análisis formal del elemento
ventana alargada
Fuente: Elaboración Propia.

Ventana Alargada	Aporte a la CONSTITUCIÓN DEL ESPACIO MODERNO	Parámetros Ambientales Involucrados (Preliminar)
Sistema Portante	<p>- El hormigón armado permitió crear mayores ménsulas, lo cual liberó de la función sustentante a las fachadas, permitiendo MAYORES ABERTURAS.</p>	<p>Humedad</p> <p>- Como cualquier abertura también puede aportar en el aumento o disminución del contenido de agua en estado de vapor presente en el aire.</p>
Sistema Compositivo	<p>- Su mayor cualidad como ventana moderna es su capacidad para ENMARCAR EL ESPACIO y “domesticar el paisaje” haciéndolo parte del interior.</p> <p>- Son Rasgaduras ininterrumpidas y aportan a la CONSTRUCCIÓN DE LA MIRADA.</p> <p>- Respondió a una MANERA FOTOGRÁFICA DE MIRAR y en teoría iba a mejorar la iluminación de los recintos.</p>	<p>Movimiento del Aire.</p> <p>- Ventilación cruzada. Como cualquier ventana sus dimensiones tendrán implicancia en el movimiento del aire por presión de un viento exterior, el cual puede renovar la calidad del aire interior.</p> <p>Temperatura del Aire.</p> <p>- Como cualquier ventana tendrá implicancia en la transmisión por conducción de calor a través de la envolvente. Estas diferencias de temperatura tendrán implicancias en los procesos convectivos que mueven el aire en el interior.</p>
Sistema Volumétrico	<p>- Por medio de su geometría COMPACTA EL ESPACIO. Y aporta a los trazados reguladores de las proporciones y los límites dentro de un volumen regular.</p> <p>- Colabora en el EQUILIBRIO DINÁMICO de formas y volúmenes de los edificios modernos.</p>	<p>Radiación Solar.</p> <p>- La ventana alargada es un tipo de cerramiento por tanto controla la iluminación y la radiación.</p>

2.1.5. FACHADA LIBRE

«La ventana corriente es todo un montaje de hierro o de madera, es decir, algo infinitamente delicado, que requiere una construcción cuidada. ¿Y si pudiéramos, con un gesto, repudiar la ventana, pero dando, al mismo tiempo, luz a los pisos? (...) Vamos a sujetar a 25 centímetros por delante de estas bandas de cemento, por medio de cartelas de llanta, unos hierros verticales, bien colocados, que tengan aplomo. Y al través, fuera o dentro, unos hierros horizontales a unas distancias proporcionadas a los cristales o a los vidrios disponibles en el comercio. Por consiguiente, delante de las fachadas habrá un panel de vidrio. La fachada es un panel de cristal.»

(Jeanneret, Charles-Edouard. Le Corbusier: Precisiones, Apóstrofe, Barcelona, 1999, p. 56)

Lenguaje Espacial

La concepción de espacio evolucionó durante el movimiento moderno, los arquitectos intentaron buscar la flexibilidad absoluta y por medio de la evolución de los sistemas estructurales la disposición de los elementos dejó de estar impuesta por las fuerzas de gravedad (Asensi, 2015; p.17). En este sentido, Le Corbusier afirmó que en oposición a las ideas clásicas que establecían simetrías rígidas en las fachadas, la modernidad debía proponer la fachada libre tanto en construcción como en composición. De esta forma, al separar el hecho arquitectónico el movimiento moderno reflexionó sobre la relación entre el interior y el exterior de la arquitectura. La unidad de sistemas quedó relegada a los sistemas portantes, compositivos, volumétrico-formales y espaciales (De la Maza, 2015, p. 2). Los pilares se retrasaron respecto a la fachada, los forjados sobresalieron en voladizo hacia el exterior y las fachadas quedaron libres de ornamentos. De esta forma, estos recursos formales se consideraron 'pantallas reflectantes de luz' ya que ninguna de ellas se apoya sobre el suelo.

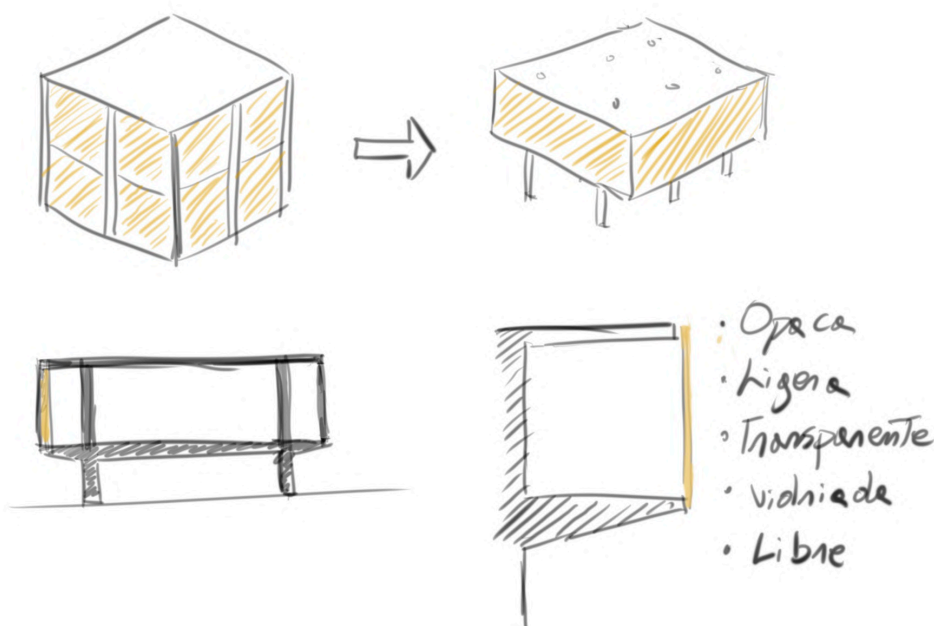


Fig. 59
Representación de la fachada libre
Fuente: Elaboración Propia.

Desde una perspectiva constructiva, una fachada ligera puede considerarse bien un muro cortina o una fachada panel, según la relación establecida entre la fachada ligera y los forjados de la estructura; sumado a esto, se distinguen también por su porcentaje de vidrio. Cuando se trata de un muro cortina, la fachada pasa de forma continua por delante de los forjados del edificio, en este caso la estructura auxiliar de la fachada ligera permanece suspendida desde los forjados como si se tratara de una “cortina”. Por otra parte, se habla de una fachada panel cuando en cada forjado se interrumpe por medio de paneles o zonas independientes, de este modo la estructura auxiliar de la fachada ligera queda apoyada sobre cada forjado.

Uso del elemento Fachada Libre

Desde la perspectiva de la autora Diana Bustamante (2020) en su investigación sobre “El dominio de la envolvente: la transformación de la fachada profunda”, la separación entre estructura y cerramiento ocasionó una redefinición del límite en el espacio, a partir de ahí la liberación de la fachada ocasionó que se tuviera mayor conciencia respecto a la potencialidad de la envolvente como un espacio habitable y articulador. En este sentido, la experimentación de la fachada, tanto en sus formas como en su estética, posibilitó a dar respuesta a las necesidades propias del espacio interior: iluminar, ventilar y mirar. Pues estos son los propósitos de la fachada libre como elemento delimitador, es parte de su naturaleza como recurso arquitectónico de mediación entre el edificio y su contexto.

Relación entre Interior y Exterior

A nivel de climatización Le Corbusier era consciente de las limitaciones de la ventana longitudinal, puesto que a partir de 1933 se empeñó en sacrificar la riqueza funcional de la ventana tradicional y la sustituyó por el panel de vidrio o pan de verre. Por medio de aquella exploración la ventana se transformó en la totalidad del cerramiento, esto permitió al arquitecto profundizar en la idea del edificio completamente hermético, donde la envolvente funciona como un sistema de climatización activo que controla el ambiente interior de un modo más adecuado (Muñoz Héctor, 2014-2015, p. 76). Este error se corrigió con la creación del brise-soleil, sin embargo la arquitectura contemporánea heredó la concepción de ventana como un simple vidrio con la menor carpintería posible.

Sin embargo, el pan de verre o muro neutralizante fue el principal interés de Le Corbusier durante un tiempo, pues su intención era estandarizar e industrializar el uso del hormigón como la única solución arquitectónica para todo el mundo. En consecuencia, para el arquitecto, la respiración exacta del edificio debía estar en los muros y no en las ventanas, ya que las ventanas tendrían como único propósito iluminar. Todas estas decisiones se basaron en la búsqueda de volúmenes puros, herméticos y abstractos (Muñoz Héctor, 2014-2015, pág. 74). No fue hasta su viaje a Brasil que Le Corbusier descubrió las celosías y comprendió que era posible construir una arquitectura adaptada al lugar (Muñoz, pág 83). Los arquitectos brasileños utilizaban celosías de madera y también los argelinos, los Mashrabiya fueron su principal referente para explorar más allá la fachada libre hasta llegar a desarrollar el Brise-Soleil y la protección contra la radiación solar que supondría prevenir el sobrecalentamiento de sus edificios.

Fachada Libre	Aporte a la CONSTITUCIÓN DEL ESPACIO MODERNO	Parámetros Ambientales Involucrados (Preliminar)
Sistema Portante	<ul style="list-style-type: none"> - Configura la envolvente por medio del retranqueo de la línea estructural. Permite MAYORES ABERTURAS. - La fachada libre no se rige por la disposición de los soportes verticales, por lo tanto es una FACHADA LIGERA. - Se considera una PANTALLA REFLECTANTE DE LUZ y por ningún caso descansa sobre el suelo. - NO ES ESTRUCTURAL, solo soporta su propio peso y las acciones del viento. - Puede tratarse de un panel de cristal, y también a través del uso de celosías PUEDEN ADAPTARSE PLENAMENTE AL LUGAR. 	<p>Humedad.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dependiendo del porcentaje de superficies practicables la fachada puede aportar en el aumento o disminución del contenido de agua en estado de vapor presente en el aire. <p>Movimiento del Aire.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ventilación cruzada. El diseño de la fachada puede determinar el aporte de ventilación cruzada en el ambiente interior. <p>Temperatura del Aire.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Debido a sus porcentajes elevados de superficie vidriada es importante prestar atención a los puentes térmicos que podría generar.
Sistema Compositivo	<ul style="list-style-type: none"> - Es LIBRE DE ORNAMENTOS y puede ser opaca, ligera, transparente, vidriada o liberada. - GESTIONA EL ESPACIO Y EL TIEMPO en la arquitectura, por medio de la construcción de la iluminación. - Es ASIMÉTRICA pues es libre en composición. 	<ul style="list-style-type: none"> - Los muros de la fachada libre son más ligeros, pueden perder protección térmica que ofrecían los muros masivos. <p>Radiación Solar.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aporta luz natural a la planta libre. Se puede sacar el máximo provecho de las ganancias solares útiles.
Sistema Volumétrico	<ul style="list-style-type: none"> - En su origen, se relacionó a la búsqueda de VOLÚMENES PUROS, herméticos y abstractos, capaces solo de iluminar. - Al CONFIGURAR LA ENVOLVENTE, también se consideran fachadas libres: la planta baja sobre pilotis o suelo y el techo plano ajardinado del edificio. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estas zonas equivalentes requerirán un estudio de sombreado y aportación solar. - Además de un estudio de la iluminación que evalúe la integración de la luz natural y artificial.

2.1.6. PROMENADE ARCHITECTURALE

«Promenade significa dar un paseo, hacer un recorrido o vivencia del espacio. Para Le Corbusier el recorrido o el paseo, era lo que hacía vivo el espacio. Esta muestra ofrece un paseo a través de cinco conceptos clave en la obra y el pensamiento del arquitecto: función y forma; luz y color; proporción y volumen; la planta libre; el recorrido.»
 (Chacón Piña, C.; Merchán Bustos, G.; Pineda Guncay, K.; 2015, p. 132)

Lenguaje Espacial

Para experimentar el espacio continuo, los arquitectos modernos se enfocaron en cambiar los puntos de referencia (Suárez, M.; 2013, p. 8). Esto solo era posible a través del movimiento y el recorrido de los espacios. La promenade architecturale aparece en esta investigación como un sexto recurso formal que engloba los cinco puntos de la arquitectura canónicos de Le Corbusier.

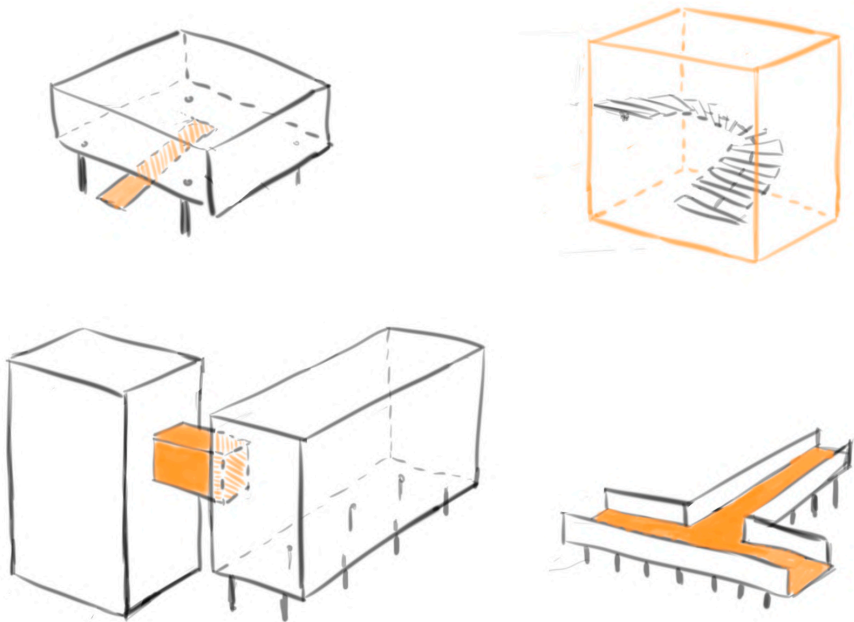


Fig. 60
 Representación de la promenade ar-
 chitecturale
 Fuente: Elaboración Propia.

Tal como señala el autor Geoffrey Baker (1985) en su libro “Le Corbusier: Análisis de la forma”, el arquitecto crea un desplazamiento progresivo en sus obras como una primera muestra personal de la promenade architecturale. Reconoce el valor que tenían los elementos que intervenían en la circulación como componentes con funciones específicas y que además establecían un contraste excelente con otros elementos de la composición. De este modo, se sirvió de rampas, escaleras, puentes y demás para infundir en sus obras una expresividad y experiencias inesperadas. Fue una decisión de lenguaje compositivo tan pensado, que otorgó dinamismo a sus diseños, aunque siempre dio importancia a la consecución del equilibrio.

a) Rampa

La rampa posibilita la percepción de continuidad de un espacio, manteniendo la mirada fija en los objetos de importancia o mejor dicho los edificios. Es posible apreciar el ángulo, la altura y las distancias por lo tanto la experiencia estética del usuario cambia y para Le Corbusier “La rampa une y la escale-

Tabla 5.
 Análisis formal del elemento
 fachada libre
 Fuente: Elaboración Propia.

ra separa". En este sentido, las rampas representaron una demostración de cómo los elementos formales expresaban directamente su función, a través de generar un lenguaje compuesto por la estructura de hormigón armado y las formas cúbicas (Baker, Geoffrey, 1985, p. 81).

b) Circulaciones Verticales de Vidrio

Se entiende a las circulaciones verticales como los espacios destinados al desplazamiento y transporte de las personas y materiales en diferentes niveles de una edificación, se dividen en Naturales y Mecánicas. Siendo las con verticales naturales divididas en Escaleras y Rampas. Y las mecánicas como ascensores, escaleras metálicas, cintas, ascensores montacargas (Medina, Miguel; 2018, p. 61).

c) Puentes

El aporte espacial de los puentes es ocupar los espacios vacíos entre los volúmenes de un edificio creando atajos. Por lo tanto, colaboran con la continuidad y fluidez del espacio moderno.

d) Pasarelas

Por su parte, una pasarela elevada configura otro momento dentro de la secuencia o circulación progresiva que conecta toda una obra moderna.

Uso del elemento Promenade Architecturale

De la tesis "Las circulaciones verticales como elemento generador de orden y forma en la SESC fábrica de Pompeia" se extrae lo siguiente:

«Las circulaciones son el nexo o el vínculo entre espacios de uno o diferentes niveles, cuya finalidad es la de permitir su accesibilidad o interrelación, así como la movilidad y el flujo de personas y materiales entre ellos.»
(Medina Miguel, 2018, p. 17)

Siendo la circulación una de las variables asociadas a la percepción de la obra y espacio creado por Le Corbusier la Promenade Architecturale se convierte en un elemento que organiza las masas y los vacíos dentro de una retícula cartesiana, a nivel vertical y horizontal (Asensi Roig, Joaquín; 2015, p. 62).

La promenade se divide en secuencias, pues la arquitectura moderna debe ser experimentada, tal como se señala en el artículo de Tim Benton (1987) muchas de las soluciones en las obras experimentales de Le Corbusier se fueron improvisando durante su proceso de diseño.

Relación entre Interior y Exterior

Tal como interpreta Juan Saldarriaga (2014) el concepto de promenade - paseo o recorrido por la naturaleza con un fin estético - parece ser un fenómeno moderno, que se manifiesta especialmente en el jardín 'pintoresco' inflés y en el urbanismo del siglo XIX. Le Corbusier estaría influenciado por la vieja estética del paisaje de los templos griegos, descritas como "transiciones hábilmente manejadas".

Esto otorga dinamismo a los espacios intermedios, vinculandos respecto a formas geométricas y masas constructivas con determinadas "presiones" o "cargas energéticas" haciendo de cada recorrido una experiencia relativa.

Tabla 6.
Análisis formal del elemento
promenade architecturale
Fuente: Elaboración Propia.

Promenade architecturale	Aporte a la CONSTITUCIÓN DEL ESPACIO MODERNO	Parámetros Ambientales Involucrados (Preliminar)
Sistema Portante	<ul style="list-style-type: none"> - Las cargas que transmiten los elementos formales son múltiples y diversas (rampas, puentes, pasarelas, etc.). - No obstante, los elementos EXPRESAN DE FORMA DIRECTA SU FUNCIÓN. A través de combinar el hormigón armado y las formas cúbicas. 	<p>La observación que se hace en el CONFORT DINÁMICO sobre la variabilidad temporal deberá ir en el diagnóstico de la Promenade Architecturale.</p> <p>Humedad.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las rampas y pasarelas no supondrán mayor impacto o cambio en el ambiente interior. Los puentes podrían implicar un espacio en donde la energía se pierda. Y las cajas de escalera y algunos pasillos podrían servir como puntos de pérdida o de acumulación de calor en base al efecto invernadero.
Sistema Compositivo	<ul style="list-style-type: none"> - Constituye el ESPACIO INTERMEDIO por medio del recorrido. - Permite percibir la INERCIA DINÁMICA del espacio intermedio, disponiendo de los cambios de luz solar. 	<p>Movimiento del Aire.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ventilación cruzada. Los espacios quedan vinculados a la circulación ya sea de los fluidos de aire caliente por el movimiento en planta de los vehículos o por el movimiento en sección de las personas. <p>Temperatura del Aire.</p> <ul style="list-style-type: none"> - De acuerdo a la proximidad de las masas constructivas en cada espacio en secuencia, se liberará una determinada radiación térmica o se acumulará una cantidad de calor proveniente de los cuerpos del edificio.
Sistema Volumétrico	<ul style="list-style-type: none"> - Organiza MASAS y VACÍOS dentro de una retícula cartesiana en base a su función y forma. 	<p>Radiación Solar.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dada la evidente variedad de experiencias corporales que ofrece un paseo por la totalidad del edificio se requerirán un estudio de sombreado y aportación de radiación solar.

2.2 Resultado del Análisis al Lenguaje Espacial

En su origen, la manera en la que los recursos formales corbusianos dieron respuesta al espacio fue a través del perfeccionamiento de la técnica y por lo tanto existió una progresión lineal de relaciones (figura 24). No obstante, una vez realizado el análisis del lenguaje espacial de los recursos, se puede establecer que el verdadero orden de relaciones tiende a estar basado en una jerarquía entre elementos arquitectónicos (figura 33).

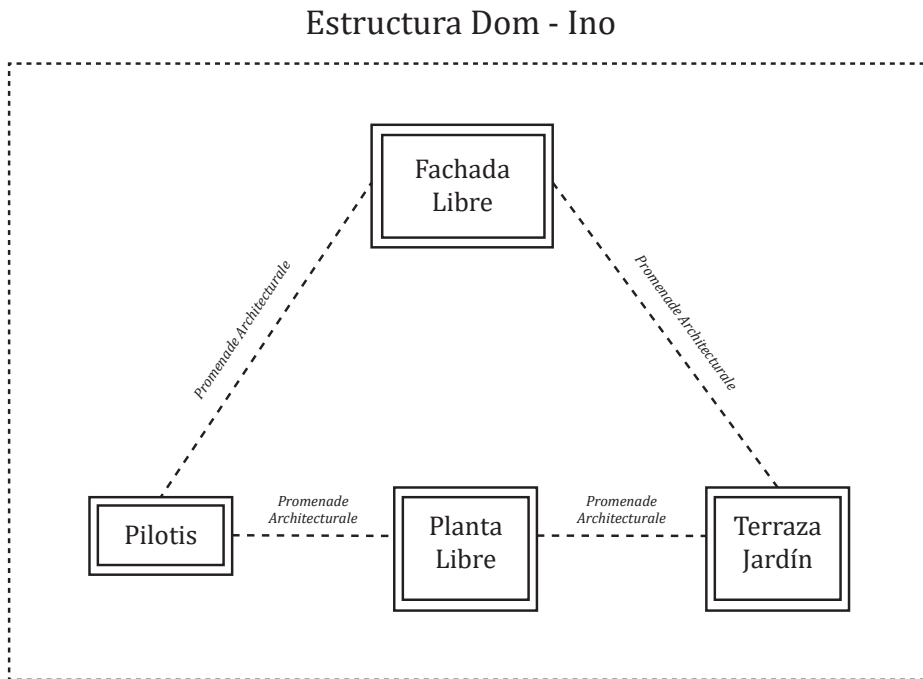


Fig. 61
Esquema de relaciones espaciales jerarquizadas entre los recursos formales corbusianos.
Fuente: Elaboración Propia.

Relación espacial de orden jerarquizado

El orden jerarquizado queda dispuesto de tal manera que la Fachada libre es el recurso con mayor influencia sobre el resto. Al configurar la envolvente, la planta baja sobre pilotis y el techo plano ajardinado también podrían considerarse nuevas fachadas del edificio. Es por esto que quedan alineados con la planta libre, responsable de generar una nueva gramática espacial alejada de las simetrías axiales y centrales. Queda claro, además, que todos los recursos formales están unidos compositivamente por el movimiento o *promenade architecturale*. Tal como se señalaba al inicio del capítulo, las lógicas estructurales pierden poder y el enfoque se pone en la función.

Se establece una relación más fuerte entre ciertos elementos constructivos que otros, en su manera de diseñar el espacio y también en su capacidad para controlar las variables climáticas, servicios o funciones que desarrollan. Es el caso de la ventana alargada, la cual pierde protagonismo al quedar inserta en la fachada libre. La relación entre el interior y el exterior, sin embargo, hasta este punto se considera puramente estética. No es posible comprobar la "domesticación del paisaje" por parte de la ventana alargada o fachada libre. No obstante, el paisaje se coloca en valor por medio de un nuevo plano utilizable o terraza jardín y por nuevo un suelo liberado por pilotis.

VALORACIÓN FORMAL:

Tal como se hecho revisión a lo largo de este capítulo. La manera en la que los recursos configuran el espacio tendrá directa relación con su valor formal o estético. Es por esto que el alcance de estos valores se corresponde al nivel de influencia moderna europea que estas obras poseen, por lo tanto, cada caso es diferente.

Resulta crucial además, la elaboración de una matriz, ponderada en porcentaje, la cual indique el valor formal en una escala simple, siendo alto, medio o bajo.

En el caso particular de la Ex Estación de Biología Marina, los aspectos generales a considerar están registrados en las tablas 7 y 8.

Este aspecto resulta relevante para la rehabilitación ya que de esta forma podríamos asegurar reacondicionamientos térmicos que no alteren los principios del movimiento moderno y generen resultados estéticos aceptables que no alteren las condiciones de significado propias del edificio.

Fig. 62
Ponderación de Valoración Formal y Compositiva.
Fuente: Elaboración Propia.

¿Cómo se calcula este porcentaje?

Valor Formal

El valor formal tendrá relación con un estándar general previamente investigado, el cual deberá describir la manera en la que el recurso configura el espacio.

Alto	Si respeta sobre el 60% de los aspectos investigados y en todo nivel (edificio, intervención o recurso formal).
Medio	Si respeta entre 30% y 60% de los aspectos investigafos a todo nivel (edificio, intervención o recurso formal).
Bajo	Si respeta menos del 30% de los aspectos investigados a todo nivel (edificio, intervención o recurso formal).

Según la escala de ponderación:

Alto: Hasta el 100% ... No importa si los recursos van en desmedro del balance térmico o lo que diga la norma, un elemento arquitectónico con altos valores formales e históricos no debería modificarse.

Medio: Hasta el 60%... Si el resultado de la evaluación climática resulta ser desfavorable al balance térmico del edificio. Quedará abierto a discusión si los elementos arquitectónicos con valor fomal medio pueden modificarse, en cuyo caso deberá buscarse una forma de adaptarse a las normas de sostenibilidad sin ir en desmedro de los valores formales. Solución que esta tesis encuentra en las estregias de diseño pasivo.

Bajo: Menor al 30%... Si el resultado de la evaluación climática resulta ser desfavorable al balance térmico del edificio. No quedará mayor duda respecto a la posibilidad de modificar las características del recursos formal.

Tabla 7.
Resumen del Lenguaje Espacial elementos Pilotis, Terraza jardín y Planta libre.
Fuente: Elaboración Propia.

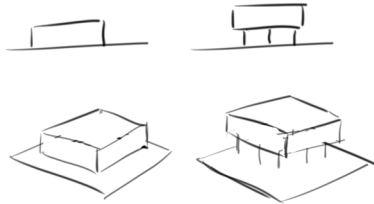
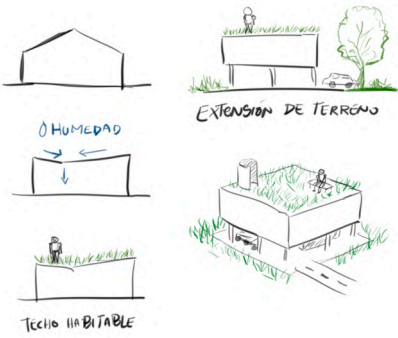
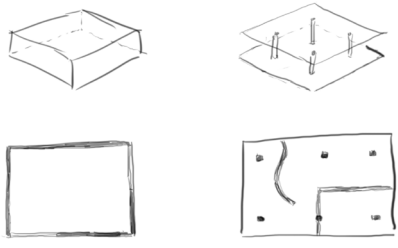
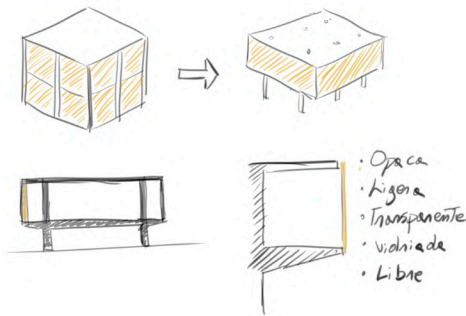
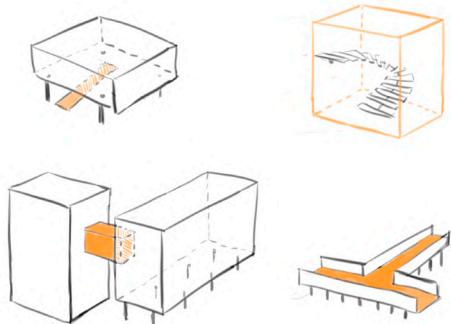
Recurso Formal	Dibujo	Cómo constituye espacio
Pilotis		<ul style="list-style-type: none"> - Constituyen el espacio vertical entre dos planos horizontales. - Se colocan de manera equidistante y permiten la libre circulación en la planta inferior. - Responden a lógicas estructurales que reemplazan los muros portantes y eliminan los espacios cerrados. - Se basan en la continuidad del espacio por medio de la búsqueda de un límite difuso entre el interior y el exterior. - Constituyen áreas para el esparcimiento social y/o estacionamiento de vehículos. - Permiten que el paisaje sea percibido como un espacio continuo.
Terraza Jardín		<ul style="list-style-type: none"> - La terraza explora el concepto detrás de la mirada libre, ligado a la luz natural. - Al estar relacionada con la luz natural en términos funcionales, la terraza evolucionó la técnica del control de la vista. - Constituye un plano utilizable resultado de la evolución de la técnica, para una nueva forma de vivir. - En su origen, las terrazas fueron pensadas para mantener una humedad constante en el hormigón. - Potencian la relación del entorno inmediato y el lejano. - Su uso permite la eliminación del cielorraso.
Planta Libre		<ul style="list-style-type: none"> - La libertad plástica del hormigón permitió subvertir a las tipologías arquitectónicas que hasta entonces se desarrollaban - La voluntad de construir un plano horizontal sin vigas de cuelgue, hizo que se alcanzara la percepción de un espacio libre. - Los muros portantes dejaron de determinar las dimensiones de la planta y se desarrolló el concepto de flexibilidad. - El espacio fluido requirió de una nueva gramática espacial alejada de las simetrías axiales y centrales. - El espacio moderno actúa desde la yuxtaposición de los espacios, estableciendo relaciones entre zonas equivalentes. - La búsqueda de la flexibilidad absoluta provocó que las fuerzas de gravedad no rijan la disposición de los elementos. - Sigue la retícula cartesiana - Se rige por el equilibrio dinámico y la continuidad - No tiene relación con la envolvente.

Tabla 8.
Resumen del Lenguaje Espacial elementos Fachadas libres y *promenade architecturale*
Fuente: Elaboración Propia.

Recurso Formal	Dibujo	Cómo constituye espacio
<p>Fachada (s) Libre (s)</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Configura la envolvente por medio del retranqueo de la línea estructural. Permite mayores aberturas, por lo tanto integra a la ventana alargada y al brise-soleil. - La fachada libre no se rige por la disposición de los soportes verticales, por lo tanto es una fachada ligera. - Se considera una pantalla reflectante de luz y por ningún caso descansa sobre el suelo. - No es estructural, solo soporta su propio peso y las acciones del viento. - Es libre de ornamentos y puede ser opaca, ligera, transparente, vidriada o liberada. - Su mayor cualidad como ventana moderna es su capacidad para construir la sombra, además de enmarcar el espacio y "domesticar el paisaje" haciéndolo parte del interior. - Sirve para gestionar el espacio y el tiempo en la arquitectura, por medio de la construcción de la iluminación. - En su origen, su uso se relacionó a la búsqueda de volúmenes puros herméticos y abstractos, capaces solo de iluminar. - Puede tratarse de un panel de cristal, y también a través del uso de celosías puede adaptarse plenamente al lugar.
<p>Promenade Architecturale</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Constituye el espacio intermedio por medio del recorrido. - Organiza masas y vacíos dentro de una retícula cartesiana en base a su función y forma. - Su uso permite percibir la inercia dinámica del espacio intermedio, disponiendo de los cambios de luz solar. - Los espacios quedan vinculados a la circulación y surgen de la circulación. Ya sea de los fluidos de aire caliente, o por el movimiento en planta de los vehículos, o por el movimiento en sección de las personas. - El recorrido es el que hace posible cambiar los puntos de referencia.

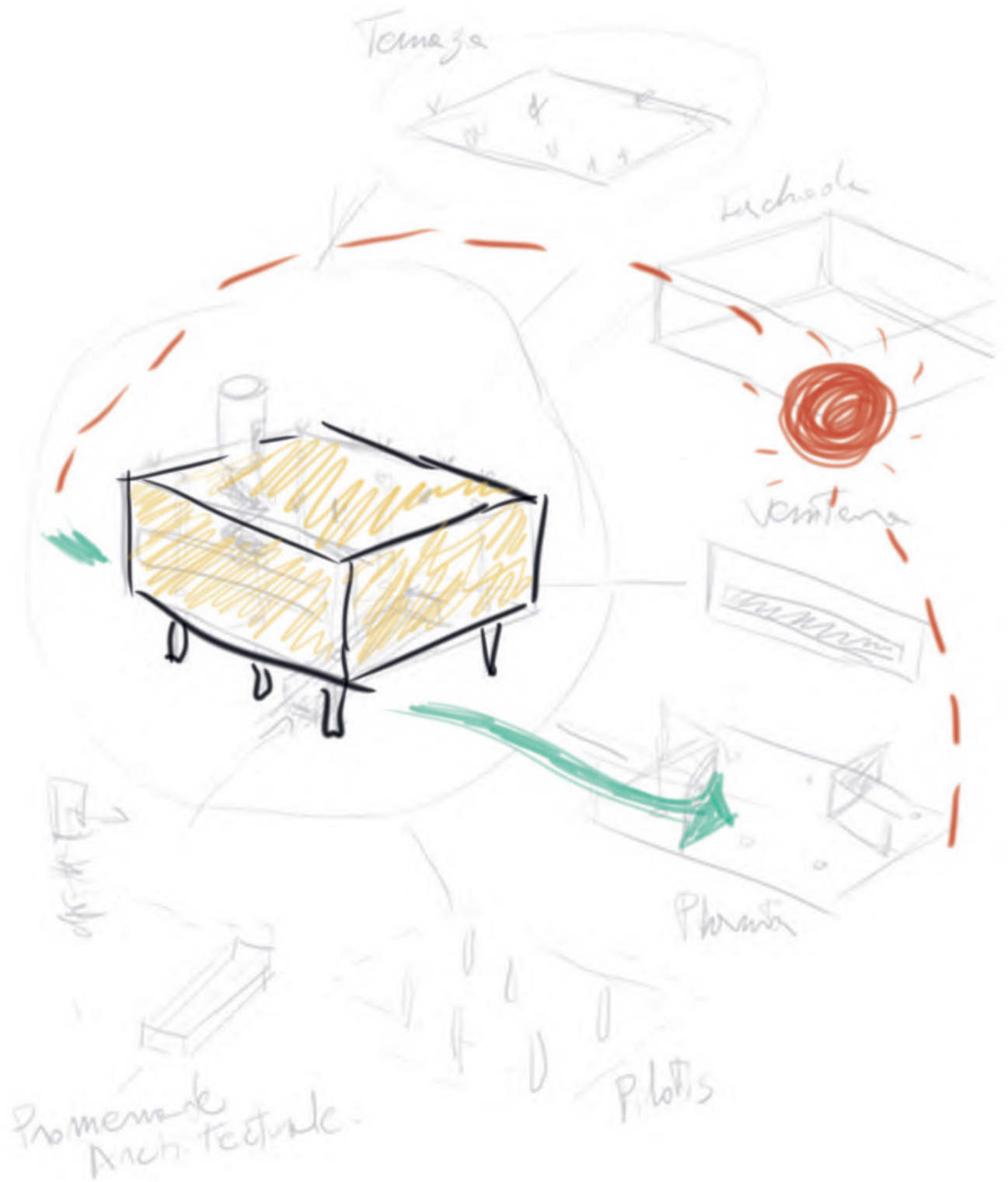


Fig. 63
Representación control ambiental en
el movimiento moderno.
Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO 3: POTENCIAL DISEÑO PASIVO INHERENTE

En este capítulo se analizan los recursos formales y compositivos del movimiento moderno europeo y cómo influyen en el ambiente higrotérmico. Para ello se continúa analizando de forma general el catálogo de elementos específicos que provienen de las ideas desarrolladas por Le Corbusier a partir de los “cinco puntos de la nueva arquitectura” y su influencia en los edificios públicos construidos en Chile durante los años 1930 a 1970. El enfoque del análisis climático se orienta en determinar las potencialidades de diseño pasivo en estos recursos de manera de señalar qué ventajas o desventajas su uso en el patrimonio moderno desde el punto de vista de la eficiencia energética.

Así mismo, se busca valorar si recursos actúan, deterioran o son neutrales en los ambientes interiores o exteriores que configuran, puesto que, en caso de ser ineficientes, carecerán de las posibilidades de ser rediseñados o modificados significativamente. Ya que, como señala Horacio Torrent (2018) podrían ir con contra de conseguir resultados estéticamente aceptables.

3.1 Bases teóricas del lenguaje de control ambiental

En esta segunda parte del análisis a los recursos formales y compositivos del movimiento moderno, se alude a las consecuencias que estos tienen en el ambiente. Para ello se recurre a un diagnóstico preliminar que permite cambiar el tono poético del lenguaje arquitectónico hacia uno más técnico que otorga respaldar o poner en evidencia los detalles que posteriormente serán evaluados sin perder los valores e ideas originales del hecho arquitectónico.

Tal como indica el Instituto de la Construcción (2014) en la “Certificación de Edificio Sustentable” los aspectos que influyen en el comportamiento ambiental de un edificio no deben solo quedar separados en categorías también debe comprenderse que existirá una dinámica entre ellos. Por ejemplo, la calidad del ambiente interior, se establece entre el uso y operación, la arquitectura y construcción del edificio (sistemas pasivos) y se complementa con las instalaciones (sistemas activos). En este caso, el diagnóstico se centra únicamente en los aspectos de arquitectura y los complementa con una noción general de uso y operación, como resultado se responde qué se debería hacer para que un recurso formal no esté en contra de la demanda energética.

Calidad Arquitectónica

Se reconoce en la calidad arquitectónica una combinación de ámbitos referidos al uso, deleite y durabilidad en los edificios. En este sentido, al rehabilitar, la tarea del arquitecto es reacondicionar los ambientes habitables al interior y exterior y su trabajo se enfocará en el diagnóstico de los parámetros de confort, para lo cual el conocimiento de la influencia que estos factores poseen es fundamental, pues gracias a eso será capaz de proyectar la repercusión real de sus decisiones. Se designa entonces con la palabra “confort” a todo aquello que pueda producir molestia o comodidad a los usuarios en las características ambientales de un determinado espacio, en esta sensación influyen simultáneamente los estímulos recogidos por todos los sentidos, además de otros factores a veces muy difícilmente reconocibles (Serra, R. y Coch, H., 2015, p. 79). Entre ellos se distinguen dos tipos de agentes, los **parámetros ambientales** – radiación, movimiento del aire, temperatura y humedad relativa del aire - y los factores de confort del usuario; condiciones sociológicas, psicológicas y fisiológicas.

En esta parte, los parámetros ambientales o manifestaciones energéticas, expresan las características físicas y ambientales de un espacio habitable de forma independiente al uso del espacio y de sus ocupantes.

PARÁMETROS AMBIENTALES

Profundizando en lo anterior, se realiza un análisis de **parámetros ambientales**. Si bien para el autor Hernández Pezzi (2010) los aspectos clave del asesoramiento en proyectos ecológicos tienen relación con diversas disciplinas; estructuras, cerramientos, formas de iluminación, calefacción y refrigeración pasiva, ventilación y paisajismo; la perspectiva de esta investigación destaca a los recursos renovables como aspectos clave en el mejoramiento del rendimiento energético, ya que estos son parámetros ambientales fundamentales en el diseño pasivo. Pues pertenecen a los principales factores dependientes del clima en que se emplaza un edificio y afectan al bienestar de sus ocupantes.

Los **parámetros climáticos** quedan acotados de la siguiente forma:

- RADIACIÓN:

Uno de los sistemas de propagación del calor, este transporte de energía se produce cuando dos superficies a distinta temperatura radian térmicamente, cada una hacia la otra, una parte es absorbida por la superficie receptora y luego transformada nuevamente en calor (Serra, R. y Coch, H., 2015, p.44).

Medición de Radiaciones electromagnéticas:

- o Energía Radiante, joule (J)
- o Flujo Radiante, watt (W)
- o Emitancia, watt por metro cuadrado (W/m²)
- o Intensidad Radiante, watt por estereorradián (W/str)
- o Radiancia L, watt por estereorradián y metro cuadrado
- o Intensidad de irradiación, watt por metro cuadrado.

Unidades Lumínicas, son un caso particular de unidades de radiación, que comprenden la zona del espectro visible, con longitudes de onda entre 380 y 760nm, afectan los valores energéticos según la sensibilidad del ojo a las distintas longitudes de onda $V(\lambda)$:

- o Flujo luminoso, lumen (lm)
- o Intensidad de la luz, candela (cd)
- o Luminancia, (cd/ m²)
- o Iluminancia, lux (lx)

Color de la luz, Temperatura de color T_c, Kelvin (K) expresa el color de una fuente de luz por comparación con el color de la luz emitida por el cuerpo negro a una temperatura absoluta determinada. E, índice de rendimiento en color IRC (%) expresa las características de composición espectral de la luz emitida por una fuente, en referencia al color de los objetos iluminados por ésta. Se debe tener presente que para tener una buena reproducción del color, la luz debe tener energía suficiente en todas las longitudes de onda (Serra, R. y Coch, H., 2015, p.37).

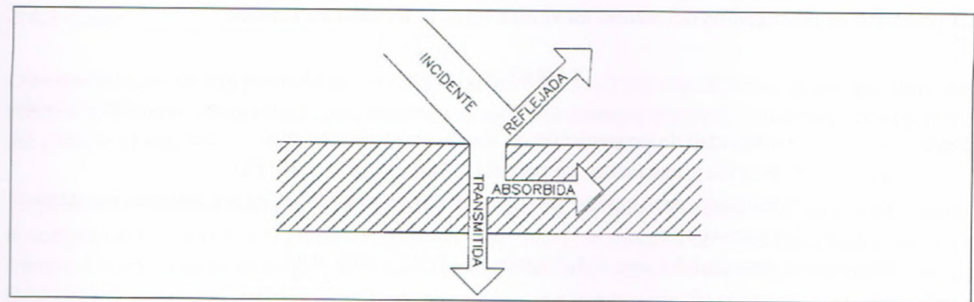


Fig.2.14 Radiación. Comportamiento frente a obstáculos.

Fig. 64
Radiación. Comportamiento frente a obstáculos. Fig. 2.14.
Fuente: (Serra, R. y Coch, H., 2015, p. 46).

Suponiendo una energía incidente, una parte de esta se puede reflejar en el obstáculo, otra parte se puede transmitir y la última parte se pierde en el mismo obstáculo (Serra, R. y Coch, H., 2015, p.46). Si definimos como coeficientes de reflexión, coeficientes de transmisión y coeficientes de absorción. Debemos distinguir entre la radiación reflejada por una superficie y la que emite, por efecto térmico, la misma superficie. A pesar de que el origen de la radiación emitida pueda ser el aumento de temperatura producido por una radiación emitida no reproduce el espectro de la incidente, aunque hay una ley general que relaciona las capacidades absorbentes y las emisoras de las superficie. Resulta interesante hacer el estudio de las gráficas reflexión-longitud de onda de distintos materiales. Desde el punto de vista geométrico, el acabado superficial de los cuerpos varía la geometría de la reflexión, dependiendo de la longitud de onda de la radiación incidente. En la práctica, podemos distinguir tres tipos básicos de reflexión: especular (o regular), difusa y dispersa, los casos reales son una combinación de los tres tipos básicos en distintas proporciones (Serra, R. y Coch, H., 2015, p.51).

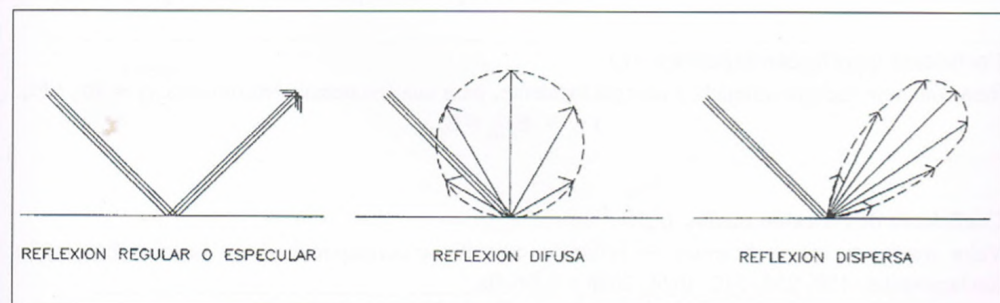


Fig. 2.19 Reflexión. Planteamiento teórico.

Fig. 65
Tipos de Reflexión. Fig. 2.19. Reflexión. Planteamiento teórico.
Fuente: (Serra, R. y Coch, H., 2015, p. 51).

La absorción tiene importancia ambiental por su repercusión sobre las condiciones lumínicas y térmicas. La radiación absorbida depende de la longitud de onda y del tipo de superficie y se convierte en calor en estas superficies, lo que condiciona indirectamente su emisión de radiación térmica (Serra, R. y Coch, H., 2015, p.54).

- **MOVIMIENTO DEL AIRE:**

Se puede generar por la renovación o el cambio del aire interior por aire exterior o de otro local. Este proceso siempre se genera por movimientos convectivos, por diferencias de temperaturas entre dos aires o bien por la presión de un viento exterior. A su vez los vientos exteriores son causados por movimientos convectivos a una escala mayor (Serra, R. y Coch, H., 2015, p.45). Sin embargo, la evaluación de las características del aire puede ser compleja. Tratándose de una mezcla de gases, su adecuación a los espacios interiores puede variar de manera radical. Al evaluar su estado energético debe considerarse su temperatura y también el contenido de agua en estado de vapor dentro de la mezcla de gases. Estos aspectos tienen especial importancia por su influencia en la sensación de confort térmico (Serra, R. y Coch, H., 2015, p.39).

Comportamiento general frente a obstáculos:

En el caso del aire, será un obstáculo cualquier barra que impida el libre movimiento de sus moléculas, en la práctica paramentos sólidos o cerramientos de los espacios arquitectónicos que resultan altamente impermeables al paso del aire. Siguiendo las leyes de la dinámica de los fluidos, pueden existir circulaciones de aire atravesando aberturas y otra parte del obstáculo, pueden haber difusiones a través de la porosidad de los cerramientos, pero siempre con caudales muy reducidos (Serra, R. y Coch, H., 2015, p.47).

- **TEMPERATURA DEL AIRE:**

Concepto relacionado al calor, fenómeno donde se encuentran relacionados los estados energéticos de los cuerpos, que tienden a igualar la temperatura entre ellos (Serra, R. y Coch, H., 2015, p.28).

La medición de las temperaturas de los cuerpos resulta especialmente importante porque permite evaluar su estado energético, la cantidad de calor que acumulan, la radiación térmica que emiten, etc. Esta medición se puede hacer en:

- o Grados centígrados o Celsius ($^{\circ}\text{C}$)
- o Grados absolutos o Kelvin ($\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$)
- o Grados Fahrenheit o anglosajones ($^{\circ}\text{F} = 32 + 1,8^{\circ}\text{C}$)

- **HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE:**

La transmisión del aire o de alguno de los gases componentes (como es el caso del vapor de agua) a través de un obstáculo queda, hasta cierto punto, fuera del interés de este estudio ambiental, a pesar de su importancia desde otros puntos de vista arquitectónicos. El paso del aire por la porosidad de un material o por rendijas microscópicas representa unos caudales muy poco influyentes en el ambiente, comparados con los caudales que se generan con las ventilaciones, voluntarias o no, de cualquier edificio (Serra, R. y Coch, H., 2015, p.62).

Como es sabido la temperatura del aire y la humedad relativa están relacionadas. La herramienta para el análisis conjunto de todas las variables termodinámicas del aire se hace con ayuda del ábaco psicométrico en el que figuran además de la humedad y la temperatura las siguientes variables:

- o Temperatura seca (TS), registrada con termómetro común. En $^{\circ}\text{C}$.
- o Temperatura húmeda (TH), informa el contenido de agua en el aire. En $^{\circ}\text{C}$.
- o Temperatura de rocío (TR) se mide $^{\circ}\text{C}$.

- o Humedad específica (X) Cantidad absoluta de vapor de agua que contiene un aire específico. Se mide en gr/kg de aire seco.
- o Humedad relativa (HR) Porcentaje de vapor de agua presente en el aire, en relación al máximo que puede contener a su temperatura sin saturarse. Se mide en %.
- o Calor sensible (QS) Energía calorífica que se utiliza para cambiar la TS del aire sin modificar su X. Se mide en J/Kg de aire seco.
- o Calor latente (QL) Energía calorífica que se utiliza para cambiar el contenido de vapor de agua del aire (Humedad específica) sin variar su TS. Se mide en J/Kg de aire seco.
- o Calor total o entalpía ($J = QS + QL$) Energía total que se utiliza para cambiar las condiciones del aire entre dos estados de temperatura seca y humedad específica. Se mide en J/Kg de aire seco.
- o Volumen específico (V) Se mide en m³/kg de aire seco.
- o Calor Específico del aire (Ce) Cantidad de calor necesario para subir en un °C la temperatura de un kg de aire. Se mide en J/(kg°C)
- o Calor de vaporización del agua (Cv) Cantidad de calor necesario para pasar un gr de agua del estado líquido a vapor, a temperatura constante Se mide en J/g de agua.

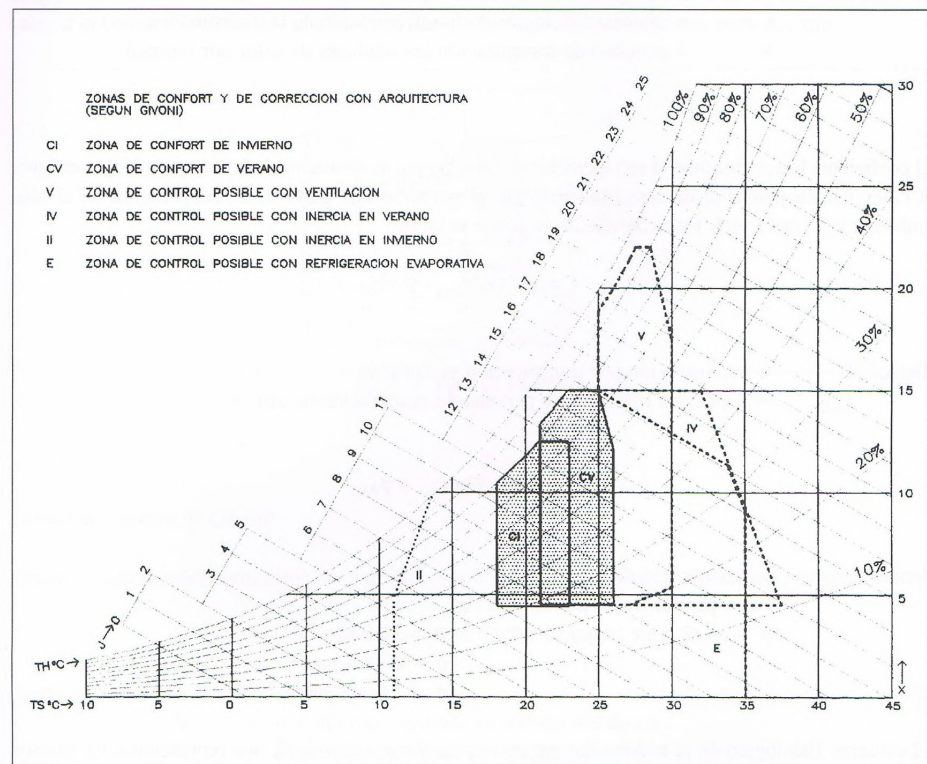


Fig. 3.14 Zonas de corrección arquitectónica sobre el ábaco psicrométrico

Fig. 66 Zonas de corrección arquitectónica sobre el ábaco psicrométrico. Fuente: (Serra, R. y Coch, H., 2015, p. 88).

Estos cuatro factores están relacionados con los correspondientes mecanismos de intercambio de calor (radiación, conducción, convección y evaporación). La conducción se relaciona con los materiales de construcción y la convección se da en el movimiento de moléculas de un fluido, en este caso el aire. Al estudiar los fenómenos ambientales relacionados con la construcción también es importante referirse a las unidades que miden el calor.

- o Cantidad de calor Q, joule (J). Energía térmica producida, transmitida, ganada o perdida por un cuerpo físico.
- o Potencia calorífica $W = Q/t$; watt (W). Energía calorífica que se intercambia por unidad de tiempo.

o Calor específico de un material C_e ; J / (kg °C). Cantidad de energía calorífica necesaria para elevar un grado centígrado la temperatura de un gramo del material.

o Capacidad calorífica o masa térmica $M = C_e m$. J / °C. En un cuerpo determinado de masa m , es la cantidad de calor necesaria para elevar un grado su temperatura.

La velocidad de propagación de la energía tiene mucha importancia en el ambiente interior. En general, hay que considerar como instantáneos los fenómenos radiantes. Los movimientos del aire, más lentos, significan retrasos de minutos en las transferencias convectivas de calor y en las renovaciones de aire. Finalmente, las transmisiones de calor por conducción comportan retrasos de horas y de días en el almacenamiento y cesión de la energía, pudiendo gracias a ello obtener la estabilización climática de los edificios que produce la inercia térmica (Serra, R. y Coch, H., 2015, p.45).

REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

Según el manual de diseño pasivo (2012) para optimizar la relación entre la cantidad de **energía consumida** en un edificio y los **servicios** que se desarrollan en él, se debe hacer frente a la observación de los siguientes sistemas:

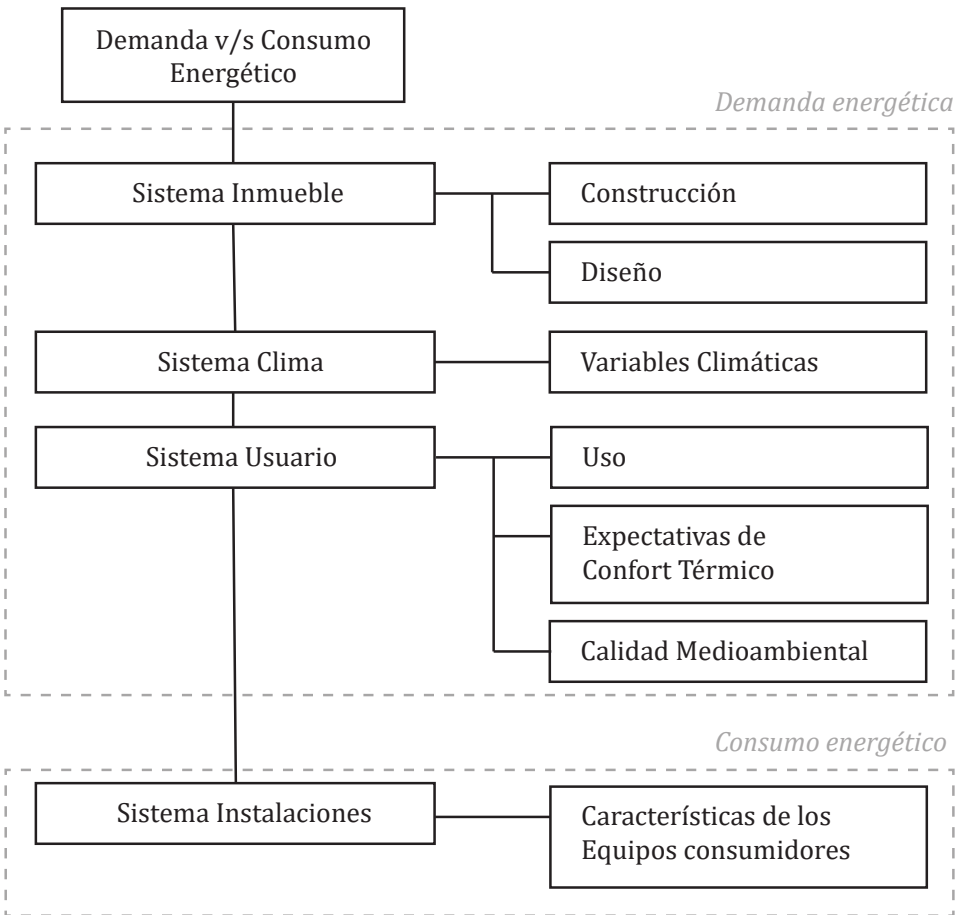


Fig. 67
Diagrama de gestión energética basado en la p. 2 del manual de diseño pasivo.
Fuente: Instituto de la Construcción, 2012.

De este modo, la calificación del desempeño ambiental se reduce a cuatro dimensiones; la primera es el análisis físico del edificio que mide la aptitud del diseño pasivo para limitar su demanda energética y la capacidad de la envolvente para limitar los flujos de calor y de aire; Conocer las variables climáticas implicadas en el confort ambiental global que brinda el edificio a sus ocupantes; la percepción que los usuarios tienen de estas condiciones de confort y por último, conocer la eficiencia energética de las instalaciones (Instituto de la Construcción; 2012; p. 7).

En este sentido, para realizar un buen análisis físico del edificio, es importante observarlo como un sistema térmico que está en constante interacción con el medio exterior cambiante y, por lo tanto, adverso a los requerimientos de confort propios del edificio (D'Alençon, Renato, 2008, p. 52). Los intercambios de calor y humedad se producen a través de la envolvente e involucran un espesor lo cual es susceptible a **tratamiento arquitectónico** y en este caso, a rehabilitación arquitectónica. El confort ambiental supone el manejo de una serie de variables complejas tales como la vestimenta, los niveles de actividad de los usuarios, niveles de luz y ruido presentes o potenciales, la variabilidad del tiempo y del medio ambiente inmediato; sin embargo, en esta ocasión se dejó de lado al confort acústico y se trabajó con el confort Visual y el confort térmico.

Confort Visual

En el caso de la comodidad visual el primer parámetro será la cantidad de luz (iluminancia) que sea necesaria para que nuestra agudeza visual nos permita distinguir detalles. El segundo será el deslumbramiento o el efecto que tenga el contraste excesivo entre luminancias dentro un campo visual; dentro de este se distinguen el deslumbramiento por velo, que se produce en la noche respecto a un punto luminoso, y el deslumbramiento por adaptación, que es más importante en el diseño arquitectónico ya que se produce al adaptarse el ojo a la luminancia media de un campo visual donde hay valores múltiples y los extremos no se alcanzan a ver. Por último el tercer parámetro ambiental será la temperatura de color, que representará un factor en la calidad de la percepción de un elemento, molestia o comodidad (Serra, R. y Coch, H., 2015, p. 80).

Confort Climático

Finalmente en el confort climático se deben distinguir dos campos generales, la calidad del aire y el confort térmico, en este último intervienen fenómenos energéticos complejos de intercambio de energía entre el cuerpo y el ambiente.

Calidad del aire: Parámetro de renovación del aire, con su caudal absoluto (m^3/h) o relativo al volumen del local ($rh = m^3/m^3 \cdot h$)

Confort Térmico: En general, el consumo de energía de un ser humano es proporcional a su peso y depende de su grado de actividad. Cuando se realiza un trabajo, un 20% de la energía usada se transforma en trabajo mecánico, mientras que el resto se transforma en calor. Esta producción de calor compensa las pérdidas que tenemos hacia el exterior y mantiene estable la temperatura, dando una sensación de confort. Sin embargo, si el equilibrio no existe puede aumentar o disminuir la temperatura interna produciendo una sensación de molestia.

Los sistemas de eliminación de energía están gobernados por la homeostasis, que permiten al cuerpo regular la producción de calor, podemos distinguir dos tipos de calor, uno sensible y otro latente (Serra, R. y Coch, H., 2015, p. 83).

Calor sensible, la mayor temperatura del aire espirado en relación al inspirado.

Calor latente, eliminación del calor por evaporación mediante la transpiración y el agua eliminada en la respiración.

ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

La evaluación del rendimiento medioambiental es necesaria para un proyecto de calidad. En la fase de proyecto pueden considerarse las alternativas y elegir la mejor solución. El arquitecto suele evaluar el rendimiento ambiental desde la energía, la luz natural, el confort interior, la ganancia o pérdida de calor y los materiales. Puede ser útil la utilización de simulaciones para realizar esta evaluación, y resulta indispensable en edificios grandes o complejos. El seguimiento del edificio terminado puede suponer evaluaciones de confort, la energía, el agua consumida y los residuos producidos.

a. CLIMA DEL LUGAR (Zonas climáticas de Chile)

La zonificación climática definida en la NCh1079 Of.2008 se basa en las características del clima; temperatura, humedad, continentalidad, etc. La zonificación térmica definida en el artículo 4.1.10 de la OGUC en cambio, se basa en el concepto de grados día de calefacción.

Así, el clima donde se va a localiza el edificio se define por la temperatura, los niveles de humedad, la velocidad y dirección de los vientos y el soleamiento del sitio. Por lo tanto, las condiciones climáticas pueden constituir un inconveniente o una ventaja para un adecuado rendimiento energético del edificio. De acuerdo a la zonificación climática establecida por la NCh1079 of 2008, se sugiere considerar distintas estrategias de diseño pasivo para edificios públicos localizados en cada uno de los distintos climas existentes en Chile.

- Aislación Térmica
- Aislación de puente térmico
- Masa Térmica
- Control de Infiltraciones
- Ganancias directas
- Ganancias Indirectas
- Ventilación cruzada
- Ventilación convectiva
- Ventilación nocturna con Masa Térmica
- Enfriamiento evaporativo
- Protección Solar

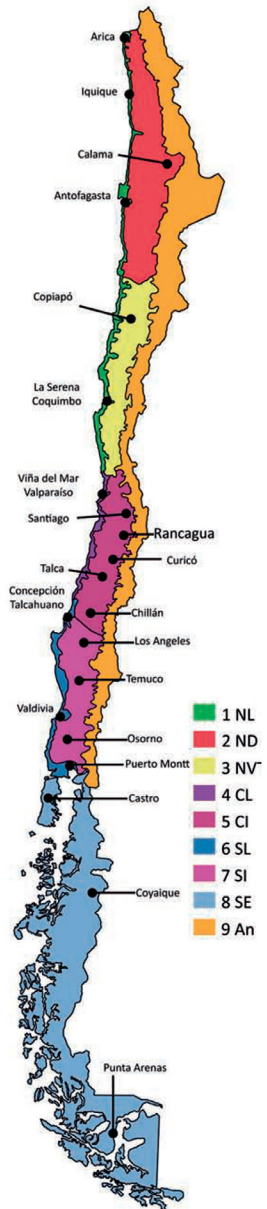


Fig. 68
Zonificación climática
NCh 1079 OF.2008
Fuente: (Instituto de la Construcción,
2012, p. 19)

	Aislación Térmica	Aislación de puente Térmico	Masa Térmica	Control infiltraciones	Ganancias directas	Ganancias indirectas	Ventilación cruzada	Ventilación convectiva	Ventilación nocturna con Masa Térmica	Enfriamiento evaporativo	Protección solar
1 NL	0	0	●	0			●	●	●	●	●
2 ND	0	0	●	0			●	●	●	●	●
3 NVT	0	0	●	0	0		●	●	●	●	●
4 CL	●	●	●	●	0	0	●	●	●		●
5 CI	●	●	●	●	0	0	●	●	●	●	●
6 SL	●	●	●	●	0	0	●	●	0	0	0
7 SI	●	●	●	●	0	0	●	●	0	0	0
8 SE	●	●		●	●	●	●	●		0	0
9 An	●	●		●	●	●	●	●			

Simbología
● Recomendado
0 Opcional: Realizar dependiendo de criterios de uso y clima, apoyar la decisión con simulación.

Fig. 69
Cuadro de relaciones entre estrategias de diseño y zonas climáticas
Fuente: (Instituto de la Construcción,
2012, p. 26)

Estrategias de diseño arquitectónico pasivo:

Una vez que realizado un buen análisis de las características climáticas y microclimáticas del emplazamiento del proyecto, se deben tomar decisiones de diseño para aprovechar las ventajas del clima y minimizar sus desventajas, con el objetivo de alcanzar el bienestar de los usuarios de las edificaciones públicas con un mínimo consumo de energía.

- *Orientación*: La orientación de los edificios determina en gran parte su demanda energética en calefacción y refrigeración. Una buena orientación podría minimizar considerablemente las demandas energéticas a través del control de las ganancias solares.

Las edificaciones públicas se caracterizan por altas ganancias internas generadas por usuarios, equipos e iluminación, por lo que se recomienda – siempre que sea posible – una orientación norte y sur de sus fachadas principales.

Una orientación oriente y poniente es menos recomendable, ya que la incidencia solar es más compleja de controlar en estas fachadas.

- *Factor Forma*: La volumetría de un edificio debe establecer una relación equilibrada entre el clima del lugar y el programa de uso, por tanto es importante saber si el edificio busca conservar el calor dentro de sí o disiparlo al ambiente. El factor de forma es una ecuación simple que relaciona la superficie envolvente con el volumen envuelto.

Un factor de forma bajo significa que el edificio tiene menos pérdidas. Para reducir al máximo las pérdidas de calor no deseadas, se recomienda minimizar la superficie de la envolvente.

En el caso de que no se puede modificar el factor de forma de un edificio – debido a requerimientos funcionales o es una obra pre-existente – se debe prestar más atención a la *calidad de la envolvente* (en climas fríos) y al control de la *radiación solar* (ya sea aprovechándola en climas fríos o minimizándola en climas cálidos).

- *Zonificación Interior*: Normalmente un edificio contiene espacios con distintos usos, esta estrategia se encarga de organizar estos espacios de acuerdo a sus necesidades de calefacción, iluminación natural y confort acústico.

- *Protección del acceso*: Especialmente en clima fríos, esta estrategia permite que el acceso actúe como una zona de transición que evita excesivas pérdidas de calor por ventilación (Instituto de la Construcción, 2012, 22 - 25).

Información sobre gráficos de Givoni y evaluación de confort térmico

Formas de valoración conjunta a partir de los parámetros y factores de confort térmico, calculando estadísticamente el confort que producen.

Gráfica de Victor Olgyay

Estudia el medio ambiente exterior, teniendo en cuenta la temperatura del aire y la humedad relativa. Considera de forma indirecta la radiación y el movimiento del aire. Define una "zona de confort" muy amplia sin valorar los factores de confort, que podrían hacerla cambiar bastante. Útil para estudiar la variación diaria o anual del clima típico de un emplazamiento (Serra, R. y Coch, H., 2015, p. 85).

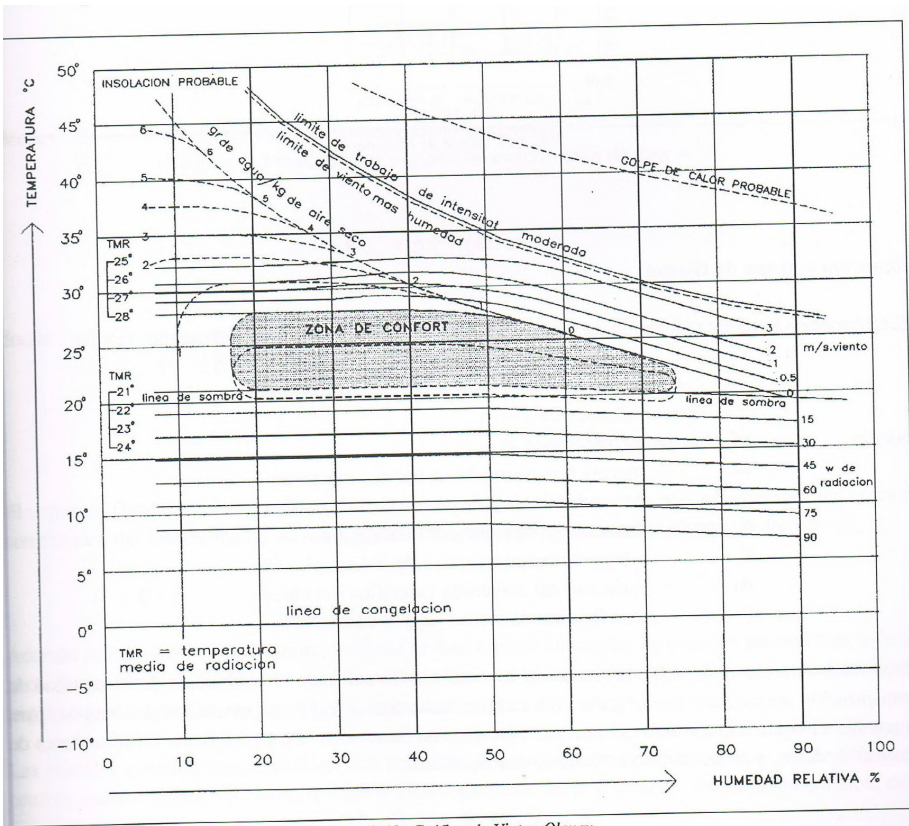


Fig. 3.12 Gráfica de Victor Olgyay

Fig. 70 Gráfica de Victor Olgyay Fuente: (Serra, R. y Coch, H., 2015, p. 85).

POTENCIALIDADES DEL DISEÑO PASIVO

Diseño pasivo es un método utilizado en arquitectura con el fin de obtener edificios que logren su acondicionamiento ambiental mediante el aprovechamiento de procesos naturales. Utilizando el sol, las brisas y vientos, las características propias de los materiales de construcción, la orientación, entre otras. Para estándares de hoy, la abstracción de adaptarse al "espíritu del lugar" parece ya no ser suficiente para regular el comportamiento térmico de las obras.

Dado que un edificio se construye con el fin de cobijar y separarnos del clima exterior creando un clima interior, cuando las condiciones del exterior impiden el confort del espacio interior se recurre a sistemas de calefacción o refrigeración. El diseño pasivo busca minimizar el uso de estos sistemas y la energía que consumen.

Las estrategias de diseño que mejoran el desempeño ambiental de los edificios se establecen considerando la interacción entre el medio exterior cambiante y a menudo adverso, en relación con los requerimientos de confort de los usuarios. El fomento del uso de sistemas pasivos es la respuesta sostenible a las lógicas de despilfarro de materiales, en un planeta con recursos insuficientes. Por tanto, para aprovechar los recursos renovables las estrategias de diseño a considerar se agrupan de la siguiente forma:

- **CONTROL DE ASOLEAMIENTO:** Iluminación natural que contribuye al aporte de ganancias térmicas en invierno y construcción de sombra que ayuda a proteger al edificio de la radiación directa no deseada.
- **CONTROL DE LA VENTILACIÓN (Movimiento del Aire):** garantizando la renovación del aire interior con una cantidad y calidad suficiente, evitando infiltraciones en la envolvente.
- **CONTROL DE LA ENVOLVENTE** y los intercambios de calor que ocurren a través de ella. Para eliminar costes de vida muy altos. La envolvente se compone por elementos de cubiertas, fachadas, pisos y cerramientos en contacto con el terreno.

b. DISEÑO DE LA ENVOLVENTE:

Tiene como propósito la eficiencia energética, confort térmico, disminución riesgos de condensación. Busca tener un efecto en la disminución de la demanda de calefacción y refrigeración, además de mejorar las temperaturas radiantes medias. Se debe estar al pendiente del tipo de aislante, orientación del edificio, además del diseño, ubicación y tipo de ventanas. En paralelo se puede coordinar con las estrategias de ventilación natural, otras estrategias relacionadas son el calentamiento pasivo, e inercia térmica (Instituto de la Construcción, 2012, p. 29).

La envolvente de una edificación pública tiene vital importancia pues es responsable de mediar entre el espacio interior – que busca ser confortable para sus ocupantes – y el clima exterior. Los principios más relevantes en el diseño de la envolvente son la aislación y el sellado de la misma al apaso del aire. El primero es una de las estrategias más efectivas del diseño pasivo pues minimiza las pérdidas de calor por conducción. El segundo evita las pérdidas de calor por infiltraciones (Instituto de la Construcción, 2012, p. 29).

b.1 Muros envolventes

Los muros envolventes son aquellos cerramientos exteriores en contacto con el aire cuya inclinación es superior a 60° respecto a la horizontal. Cumplen un rol fundamental en confinar la envolvente térmica del edificio, por lo que deben alcanzar un buen estándar de aislación (Instituto de la Construcción, 2012, p. 31).

b.2 Cubiertas

Las cubiertas son aquellos cerramientos superiores en contacto con el aire cuya inclinación es igual o inferior a 60° respecto a la horizontal. Cumplen un rol fundamental en confinar la envolvente térmica del edificio, por lo que deben alcanzar un buen estándar de aislación (Instituto de la Construcción, 2012, p. 34).

b.3 Pisos

Los pisos son aquellos cerramientos inferiores horizontales o ligeramente inclinados en contacto con el aire, con el terreno, o con un espacio no habitable. El complejo de pisos ventilados es el conjunto de elementos que lo con-

forman y que se encuentran en contacto con el exterior y no directamente con el terreno, incluyendo los planos inclinados de rampas y escaleras (Instituto de la Construcción, 2012, p. 36).

b.4 Puentes térmicos

Se considera puente térmico a zonas concretas de la envolvente del edificio en los cuales se presenta una drástica variación de la resistencia térmica, ya sea por un cambio de geometría; un cambio de los materiales empleados (penetración de la envolvente de materiales con una conductividad térmica distinta) o por un cambio en el espesor del revestimiento (Instituto de la Construcción, 2012, p. 40).

b.5 Ventanas

Las ventanas, y todos los elementos transparentes que conforman la envolvente, permiten el ingreso de luz natural, pero también que sucedan otros intercambios que deben saber controlarse, inhibirse o aprovecharse según se trate, a saber: ganancias solares y pérdidas térmicas, flujos de aire en ambos sentidos, agua lluvias, ruidos y contaminantes atmosféricos, etc. (Instituto de la Construcción, 2012, p. 47).

b.6 Infiltraciones de Aire

Las infiltraciones de aire, denominación que recibe el paso de aire sin control a través de grietas ocultas y aberturas no previstas en la envolvente, inciden de manera importante en el comportamiento de los edificios (Instituto de la Construcción, 2012, p. 55).

c. ESTRATEGIAS DE CALENTAMIENTO PASIVO

Tiene como propósito calentamiento y confort térmico. Busca tener un efecto en la eficiencia energética y la satisfacción del usuario. Se debe estar al pendiente del tamaño de las ventanas, tipo de vidrio, protección solar, acumuladores de masa térmica y el control por parte del usuario. En paralelo se puede coordinar con el enfriamiento, iluminación, calefacción activa, materialidad, control por parte del usuario, aislación térmica y diseño de interiores (Instituto de la Construcción, 2012, p. 66).

c.1 Ganancias Solares directas

Es conocida como la forma más simple y de menor costo para aprovechar la energía solar para generar calor. Durante el invierno, el sol atraviesa las superficies vidriadas orientadas al norte y éste es absorbido al interior de los recintos por la masa térmica de los materiales (Instituto de la Construcción, 2012, p. 66).

c.2 Ganancias Solares indirectas

Se consideran ganancias indirectas los sistemas en que la captación solar se produce en forma aislada de los espacios habitables. Es decir, la radiación solar es absorbida por un sistema que regula el ingreso al interior de los recintos habitados, según las necesidades de este (Instituto de la Construcción, 2012, p. 69).

c.3. Ganancias Solares Aisladas

La captación de ganancias aisladas es una estrategia solar pasiva que capta, acumula y distribuye el calor a través de un espacio que está térmicamente separado de los espacios habitados del edificio. El ejemplo más común de esto es el espacio solar o invernadero adyacente al edificio (Instituto de la Construcción, 2012, p. 71).

c.4 Masa Térmica

La masa térmica es una estrategia tanto de calentamiento como de enfriamiento pasivo, recomendable para edificaciones públicas localizadas en todas las zonas climáticas de Chile (Instituto de la Construcción, 2012, p. 73).

d. ESTRATEGIAS DE ENFRIMAMIENTO PASIVO

Tiene como propósito enfriamiento y confort térmico. Busca tener un efecto en la eficiencia energética y la satisfacción del usuario. Se debe estar al pendiente del confort térmico y el enfriamiento de nocturno de elementos constructivos. En paralelo se puede coordinar con el calentamiento pasivo y calefacción activa, seguridad, acústica, calidad del aire y el control por parte del usuario. Sin embargo como prerequisite se deberá tener en cuenta además la dirección y velocidad de los vientos predominantes, temperatura del aire, estimación de la carga de ventilación. (Instituto de la Construcción, 2012, p. 79).

d.1 Ventilación Cruzada

La ventilación cruzada es la forma más simple de ventilar, ya que esta estrategia utiliza dos ventanas en fachadas opuestas, las que al abrirse simultáneamente generan movimientos de aire. El flujo arrastra el aire a mayor temperatura y lo reemplaza por uno a menor temperatura procedente del exterior. El enfriamiento se produce tanto por la diferencia de temperatura, como por la sensación de refrescamiento que produce el aire en movimiento. Para que se produzca la sensación de disminución de la temperatura, la temperatura exterior debe ser menor a la interior (al menos 2°C) (Instituto de la Construcción, 2012, p. 79).

d.2. Ventilación por efecto convectivo

La ventilación por efecto convectivo o efecto “stack” utiliza la estratificación que se produce por la temperatura del aire. A medida que el aire se calienta es menos denso y sube; el aire que sube es eliminado y remplazado por aire que ingresa a menor temperatura del exterior. Sólo funcionará como estrategia de enfriamiento si el aire exterior está a menor temperatura que el aire interior del edificio (mínima diferencia de temperatura de 1,7°C) (Instituto de la Construcción, 2012, p. 82).

d.3. Ventilación nocturna de masa térmica

Esta estrategia busca enfriar el interior de los edificios a través de la ventilación natural durante la noche, y de esta manera evitar el sobrecalentamiento en el día. Esto se logra adicionando masa térmica al edificio a través de materiales macizos (pétreos) que generan el efecto moderador de la temperatura del aire, reduciendo los extremos. (Instituto de la Construcción, 2012, p. 86).

d.4 Enfriamiento pasivo evaporativo de flujo descendente

La estrategia de aprovechar el potencial de enfriamiento que tiene el agua evaporada ha sido utilizada en países de climas cálidos y secos durante siglos. (Instituto de la Construcción, 2012, p. 88).

d.5 Intercambios de calor geotérmicos

Esta estrategia consiste básicamente en tubos enterrados que logran enfriar o precalentar el aire utilizando la diferencia de temperatura existente entre la tierra y el ambiente (Instituto de la Construcción, 2012, p. 90).

e. ESTRATEGIAS DE ILUMINACIÓN NATURAL

Existe una serie de factores que son determinantes para el mejor aprovechamiento de la luz natural; aquellos que dependen de la geografía y el clima, y aquellos que dependen directamente del diseño arquitectónico y de las decisiones por parte del arquitecto, como por ejemplo la geometría del edificio, las formas y dimensión de los vanos o aberturas (Instituto de la Construcción, 2012, p. 93).

e.1 Estrategias de captación de luz natural

Para utilizar de manera efectiva los diferentes elementos de captación de la luz natural (como por ejemplo ventanas, claraboyas y otros) (Instituto de la Construcción, 2012, p. 94).

e.2 Estrategias de transmisión de la luz natural

La transmisión de la luz natural está influenciada por las características de las aberturas tales como su posición, su dimensión, su forma y el material de transmisión utilizado en ellas (Instituto de la Construcción, 2012, p. 102).

e.4 Estrategias de distribución de la luz natural

La repartición de la luz representa un factor clave para asegurar una buena calidad de iluminación. Una distribución armónica de la luz en el interior de un edificio puede ser promovida a través de diferentes factores tales como: los elementos de distribución de luz, la repartición de las aberturas, las características de las superficies interiores y finalmente la organización del espacio interior (Instituto de la Construcción, 2012, p. 107).

e.5 Estrategias de protección solar.

Las ganancias solares son un beneficio importante durante la estación invernal, no así en la época de verano, ya que sumado a las ganancias internas se produce sobrecalentamientos en el interior de los edificios provocando incomodidad a los usuarios. Por tanto es esencial disponer protecciones solares que permitan evitar las ganancias excesivas por radiación solar y evitar posibles focos de deslumbramiento en el campo visual de los ocupantes (Instituto de la Construcción, 2012, p.112).

e.6 Estrategias de control de iluminación

Las estrategias de control de la iluminación están referidas a los sistemas de control de la luz artificial en función de la luz natural disponible que integran el comportamiento dinámico de la luz.(Instituto de la Construcción, 2012, p.116).

f. GESTIÓN DEL EDIFICIO

No se puede dejar de lado la importancia de la gestión del edificio como una estrategia de diseño pasivo. Si bien, esta investigación no se centrará en analizar estas soluciones. No está demás indicar que también puede servir como apoyo reducir la demanda de energía a través de educar a los usuarios y fomentar "buenas prácticas" en los entornos de edificios públicos. Además, se puede mejorar la eficiencia energética tal como señala Hernández Pezzi (2010) estableciendo objetivos y controlando el rendimiento; comprobar la eficacia de la utilización y el mantenimiento; además de considerar distintos sistemas de control.

3.2. ANÁLISIS DEL LENGUAJE DE CONTROL AMBIENTAL

3.2.1. PILOTIS

Le Corbusier tras largos procesos de diseño, llega a la conclusión de que la planta baja debía ser un espacio libre que sirviera como transición entre el suelo natural y la vivienda, en consecuencia decidió elevar la vivienda por medio de pilotis (Chacón Piña, C.; Merchán Bustos, G.; Pineda Guncay, K.; 2015, p. 103). A raíz de la búsqueda de la continuidad espacial es posible constituir también un espacio interno de sombra hacia el exterior. El modo en que este atributo aprovecha los factores climáticos, control de asoleamiento y de ventilación, encuentra su ejemplo más claro en la “Villa Savoye” de Le Corbusier donde:

«La concepción de la vivienda establecía una relación débil con el lugar (...) al ser proyectada en un entorno ideal, la vivienda se elevaba sobre los pilotis para evitar el ascenso de humedad y regularizar la superficie. (...) las asimetrías funcionales y formales venían producidas por la ordenación de los espacios según el sol.» (Requena, I.; 2011; pág. 44).

En 1926, Le Corbusier expresó que los pilotis eran los medios necesarios para resolver la gran enfermedad de las ciudades. Los volúmenes quedarían suspendidos en el aire, lejos del terreno, haciendo pasar la naturaleza por debajo de los edificios y también por encima de ellos. Por medio de esto pretendía marcar el recorrido del peatón.

Algunas consecuencias en el ambiente, a nivel estructural, se relacionan con la creación de una nueva superficie inferior expuesta que supondrá una pérdida de energía si no se aísla de forma correcta. Por otra parte, al elevar el volumen sobre pilotis el sistema portante deja un área de terreno expuesta a la radiación solar directa y también genera un espacio interno de sombra al exterior que varía según la posición del sol. Por último, el uso de este recurso formal posibilita modificar la dirección y velocidad de los vientos predominantes, ayudando con el efecto chimenea de ciertas zonas del edificio.

Estrategias de rehabilitación potenciales para Pilotis

Diseño de la envolvente

Al enfocarse en la eliminación de la dualidad interior – exterior y no habitar espacios cerrados, el uso de Pilotis se involucra en el control de la envolvente. Lo cual implica prestar atención a la aislación térmica y el control de las infiltraciones.

a. Pisos ventilados

Un piso ventilado se genera cuando un espacio se encuentra sobre un estacionamiento, sea subterráneo o no; este era el uso que le otorgó Le Corbusier al espacio inferior de la Villa Savoye. También, cuando se encuentra sobre espacios no calefaccionados generalmente no habitables lo cual genera que el flujo de calor vaya de la zona calefaccionada (el espacio superior) a las zonas más frías. Por ello en la rehabilitación también se hace necesario corroborar los valores de transmitancia térmica asegurando una protección de estos elementos para evitar pérdidas térmicas (Instituto de la Construcción, 2012, p. 37).

b. Puentes térmicos

En el caso de los Pilotis, las juntas entre piso ventilado y pilotis son un aspecto a evaluar ya que podrían estar generando un puente térmico puntual. De ser así, se pueden determinar posibles aumentos de la demanda de energía por pérdidas de calor. Sin embargo, como señala el Instituto de la Construcción (2012) los puentes térmicos son difíciles de solucionar o evitar una vez que la obra ya está construida.

c. Infiltraciones de Aire

Es importante dotar a la envolvente de la capacidad para limitar las infiltraciones de aire. Esta característica conocida como hermeticidad, se consigue utilizando diseños, materiales y elementos que aporten al sellado de la edificación (Instituto de la Construcción, 2012, p. 55).

Fig. 71
Representación del control ambiental de los Pilotis frente a los factores climáticos.
Fuente: Elaboración Propia.

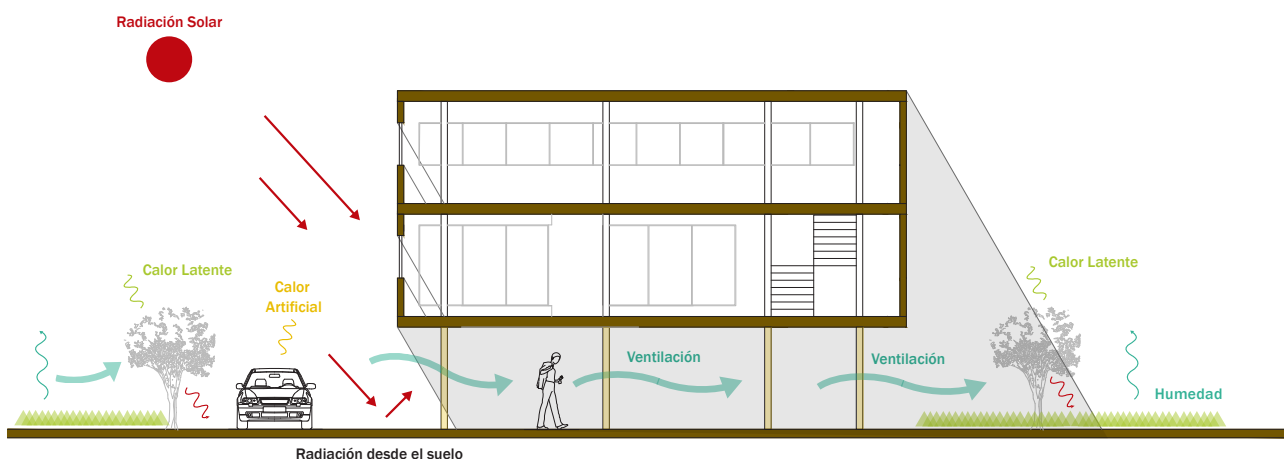
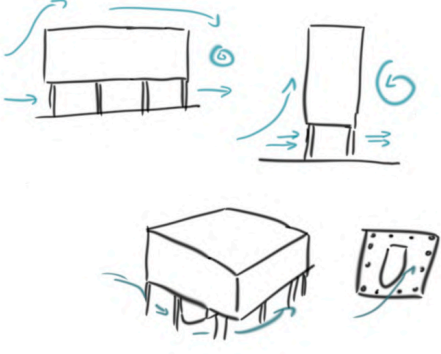
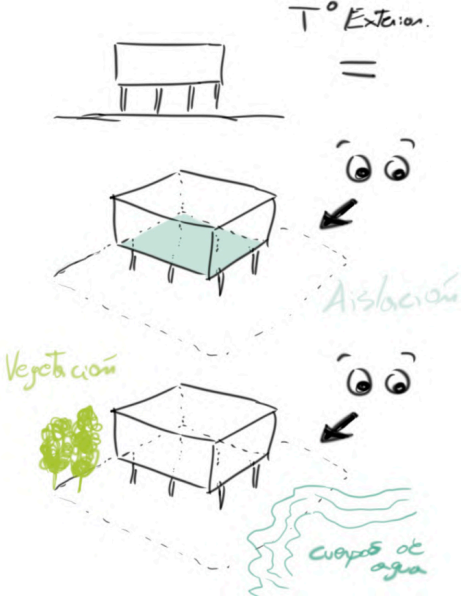
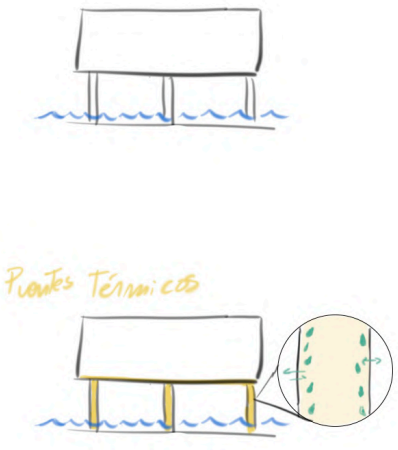


Tabla 9.
Análisis de ventajas y desventajas del
elementos Pilotis frente a la radiación
y movimiento del aire.
Fuente: Elaboración Propia.

Factor Climático	Potencial Inherente	Dibujo: PILOTIS
Radiación	<p>Ventajas:</p> <p>(1) DISMINUYEN LAS TEMPERATURAS al exterior en verano por medio de la CONSTRUCCIÓN DE LA SOMBRA, por lo que generan recorridos confortables al exterior; en espacios que de lo contrario serían intransitables o incómodos.</p> <p>(2) Puede aumentar la llegada de luz solar directa en invierno, a través de la creación de doble alturas al interior de los recintos, tal es el caso del hall en ciertos edificios del temprano movimiento moderno en Chile. No obstante, dependerá de la latitud en la que se encuentren los edificios cuán importante será la PROTECCIÓN DEL SOL.</p> <p>Desventajas:</p> <p>(3) Uso excesivo o extenso de pilotis también creará áreas extensas de sombra que no facilitarán la adaptabilidad de los usuarios del edificio.</p> <p>(4) La sombra depende de la posición del sol y de la geometría del edificio.</p>	<p>(1)</p>
Movimiento del Aire	<p>Ventajas:</p> <p>(5) Posibilita el aprovechamiento de los VIENTOS PREDOMINANTES en verano, *La velocidad del aire no reduce la temperatura, pero crea una SENSACIÓN DE FRESCOR gracias a la pérdida de calor por convección y al aumento de la evaporación. Para esto los edificios deberían planificarse y situarse en relación con la topografía.</p> <p>Desventajas:</p> <p>(6) Dependiendo del clima o del micro clima los pilotis ACELERAN LOS VIENTOS EN PLANTAS LIBRES ELEVADAS, resultado del flujo cruzado del aire. Esta situación modificará las distribuciones de presión alrededor de las construcciones en altura afectando la ventilación natural y el flujo del aire.</p>	

Tabla 10.
Análisis de ventajas y desventajas del
elementos Pilotis frente al movimiento
del aire, temperatura exterior y HR.
Fuente: Elaboración Propia.

Factor Climático	Potencial Inherente	Dibujo: PILOTIS
Movimiento del Aire	<p>(6) Acelerarán el paso del viento por lo que pueden generar espacios intermedios no confortables.</p> <p>Investigaciones de la Universidad Islámica Internacional de Malaysia y la Universidad de Kyoto en Japón afirman que la introducción de pilotis incrementa la velocidad mínima del aire en áreas cercanas o por encima de las plantas abiertas.</p> <p>En el caso de la ventilación será necesario considerar fenómenos asociados a la ventilación como la convección, la radiación y la conducción.</p>	
Temperatura Exterior	<p><i>...del Aire</i></p> <p>Ventajas:</p> <p>(7) No se modifica</p> <hr/> <p><i>...del techo</i></p> <p>Desventajas:</p> <p>(8) Se trata de una superficie a la sombra por lo que hay que prestar gran atención a su aislamiento.</p> <hr/> <p><i>...del terreno</i></p> <p>Ventajas:</p> <p>(9) Depende del acabado superficial y la humedad. Y, al estar protegido de la radiación es bastante estable.</p>	
Humedad Relativa	<p>Ventajas:</p> <p>(10) Puede aislar al volumen completo del edificio del contacto con el agua.</p> <p>(11) El edificio debería estar proyectado y construido para evitar la humedad [capilaridad, penetración, condensación]</p> <p>Desventajas:</p> <p>(12) Expone una nueva superficie a las condiciones climáticas del exterior, esta superficie deberá estar adecuadamente aislada.</p> <p>(13) Succión capilar del hormigón. Si los pilotis tampoco están bien aislados es posible que creen nuevos puentes térmicos al exponer el acero del hormigón armado a condiciones climáticas externas.</p>	

3.2.2. TERRAZA JARDÍN

A nivel de radiación solar, la terraza jardín no tendrá por objetivo proteger a los usuarios o disminuir la temperatura al exterior del edificio. Por el contrario, la terraza jardín expondrá a los usuarios de un edificio a todas las inclemencias del clima.

La manera en que este recurso formal da respuesta a las solicitudes medioambientales del entorno es por medio de su potencial diseño pasivo para controlar de la envolvente térmica. Una superficie completamente expuesta a la radiación solar directa puede contribuir con el aporte de ganancias indirectas; por medio de la estrategia de acumulación de calor en materiales con mucha masa, como el hormigón, los elementos opacos absorben el calor y lo transmiten por conducción al ambiente interior.

Estrategias de rehabilitación potenciales para Terraza Jardín

Diseño de la envolvente

Al seguir el origen histórico de las terrazas como una extensión utilizable de las casas con cubiertas planas se puede deducir que el uso de la Terraza jardín se involucra con el control de la envolvente. Lo cual tiene implicancias relativas al uso de aislación térmica y el control de las infiltraciones.

a. Cubiertas

La rehabilitación de cubiertas se lleva a cabo mejorando sus valores de transmitancia térmica y presentando soluciones que logren minimizar puentes térmicos esto evita las pérdidas de calor e infiltraciones de aire, mejora el confort térmico de los usuarios y disminuye la ocurrencia de condensación (Instituto de la Construcción, 2012, p. 34).

b. Puentes térmicos

Al igual que con los pilotis los puentes térmicos de la terraza jardín solo pueden ser identificados, ya que son difíciles de solucionar una vez que la obra ya está construida (Instituto de la Construcción, 2012, p. 40).

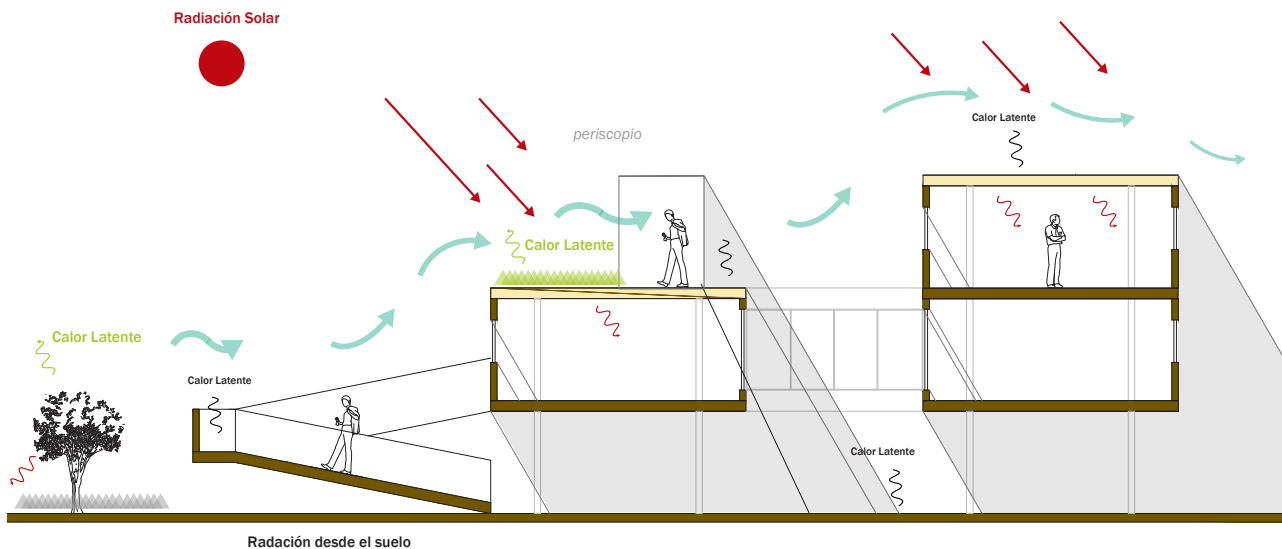
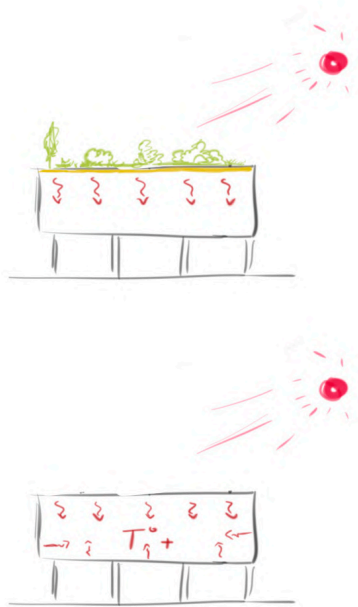
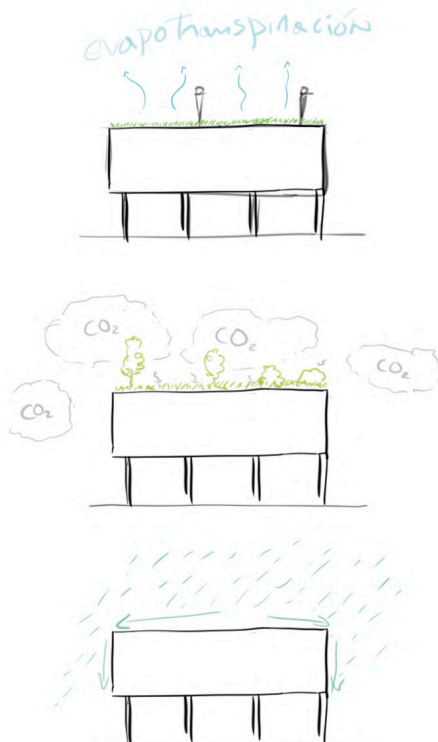


Fig. 72
Representación del control ambiental de la Terraza Jardín frente a los factores climáticos.
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 11.
Análisis de ventajas y desventajas de la
Terraza jardín frente a la radiación y el
movimiento del aire
Fuente: Elaboración Propia.

Factor Climático	Potencial Inherente	Dibujo: TERRAZA JARDÍN
Radiación	<p>Ventajas:</p> <p>(1) Si consideramos la adaptabilidad de las personas exponerlas a condiciones locales de radiación y luz natural puede ser una ventaja, ya que las terrazas jardín fueron pensadas como planos utilizables. Lo cual no impide la incorporación de dispositivos que proporcionen sombra.</p> <p>(2) Además son áreas expuestas a la radiación y por lo tanto pueden aportar energía al edificio por medio de la colocación de sistemas activos que utilicen energías renovables [uso de paneles solares] y así acondicionar los espacios en donde los sistemas pasivos no son suficientes.</p> <p>Desventajas:</p> <p>(3) Puede sobreexponer a los ocupantes a la RADIACIÓN solar directa, provocando discomfort.</p>	
Movimiento del Aire	<p>Ventajas:</p> <p>(4) Dependiendo de la velocidad del viento, las terrazas tienen el potencial espacio para utilizar un equipamiento que aproveche los procesos naturales e incorpore energía al interior del edificio.</p> <p>Desventajas:</p> <p>(5) Sobreexposición a la velocidad del viento local. (Esto puede estudiarse, cómo hacer una intervención que ocupe la energía renovable del viento).</p> <p>(6) Hay que poner especial atención a las diferencias de presión, trayectorias, tamaño y forma de los volúmenes que conforman el edificio ya que pueden causar daños estructurales.</p>	

Tabla 12.
Análisis de ventajas y desventajas de la Terraza jardín frente a la temperatura del aire y la Humedad relativa.
Fuente: Elaboración Propia.

Factor Climático	Potencial Inherente	Dibujo: TERRAZA JARDÍN
Temperatura del Aire	<p>Ventajas:</p> <p>(7) Tiene el potencial para generar una masa térmica sobre la cubierta de los edificios, que podría aislarlos térmica y acústicamente reduciendo la demanda de manera favorable.</p> <p>(8) Enfriamiento por evapotranspiración: Plantar árboles u otro tipo de vegetación reduce la temperatura del aire, de los techos y las superficies circundantes.</p> <p>Desventajas:</p> <p>(9) Las techumbres incluyen una fuerte componente de convección en los entretechos. Estos al ser eliminados se comportarán de otra forma. Las cubiertas sin entretecho suelen tener sobrecalentamiento por falta de ventilación.</p>	
Humedad Relativa	<p>Ventajas:</p> <p>(10) Reducción de la isla de calor, efecto de la humedad, variación de albedo. Puede utilizarse la brisa.</p> <p>Todos estos fenómenos pueden incrementarse debido a la mala gestión energética por parte de los seres humanos.</p> <p>(11) Vegetación. Fija la contaminación</p> <p>Desventajas:</p> <p>(12) Se debe prestar especial atención al desagüe de aguas lluvias.</p>	

3.2.3. PLANTA LIBRE

A nivel de diagnóstico preliminar, las consecuencias que este recurso formal asume sobre el control ambiental se reducen a las decisiones de diseño de fachada y no a las de diseño de planta en general. Entre las únicas consecuencias posibles que podría asumir se encuentran las estrategias de acumulación y de distribución de calefacción relativas al uso de materiales con mucha masa térmica en suelos y muros de hormigón armado donde la incidencia de luz solar directa podría ser aprovechada y en muros interiores (D'Alençon, Renato, 2008, 70-71). Sin embargo como se describe a continuación gran parte de las ideas de los arquitectos modernos fue disminuir la masa de los muros interiores y así fomentar un espacio fluido, libre y adaptable. En este sentido, a nivel de intervención no sería recomendable proyectar muros que acumulen calor porque irán en contra de los valores arquitectónicos modernos.

La interpenetración de los espacios, en algunos casos, estaba justificada bajo la idea de abolir o eliminar la envolvente (Asensi Roig, Joaquín; 2015, p. 61); esta acción a nivel climático implica muchas consecuencias, pero que como señalaba Frank Lloyd Wright se suscribe a la idea de “destruir la caja” que vincula la masa y el vacío en un equilibrio dinámico, sin embargo esta relación entre espacio interior y exterior queda bajo el control del diseño de fachadas, lo cual es propiamente la envolvente del edificio. Por otro lado, las formas cerradas descubiertas y patios cerrados asignados a espacios interiores que son el resultado de experimentaciones de arquitectos como Mies van der Rohe tienen características más similares a la terraza jardín, ya que exponen a sus ocupantes a las inclemencias climáticas. Además, los planos verticales que se “proyectan hacia el territorio para atrapar el paisaje” responden más a las lógicas de fachada, envolvente o promenade architecturale más que al recurso formal “planta libre”.

En el caso de Le Corbusier, la planta libre se constituye a base de la dialéctica entre el ángulo recto y las formas curvas (Asensi Roig, Joaquín; 2015, p. 61); la única lógica para proyectar estas formas se vincula a la “razón” y al “sentimiento” sin embargo ninguna de estas justificaciones tiene una consecuencia verificable en el control ambiental del espacio horizontal.

A través del arquitecto teórico Peter Eisenman (2008) -cuya obra se enmarca en el deconstructivismo- es posible saber que Le Corbusier tenía una obsesión con poner en tensión la figura – L o C en este caso – con la cuadrícula cartesiana del sistema portante. Si bien, Le Corbusier al parecer sí pensaba el espacio basándose en las orientaciones con comportamiento bioclimático, la planta libre no alcanza a establecer un potencial de diseño pasivo en el espacio horizontal, puesto que su fluidez y flexibilidad depende siempre de otros recursos formales, como son la fachada libre y los cambios de punto de referencia en la promenade architecturale.

«En la estructura Dom-Ino de 1914 ya podemos observar como aparece la cuadrícula cartesiana tratada “como un sistema estructural que podía producir una extensión infinita del espacio” acentuado por el hecho de que los soportes se retiran del borde del forjado y este se prolonga hacia el territorio. Y junto a la retícula cartesiana aparece la circulación, que en la Dom-Ino queda representada por la escalera que se traslada hacia el exterior del edificio en forma de una figura legible adherida.» (Asensi Roig, Joaquín; 2015, p. 62).

Racionalizar los espacios será la única manera que tendrán los arquitectos de controlar los ambientes térmicamente. Sin embargo, el control de la ventilación en las intervenciones puede entrar en conflicto con las funciones de los espacios, como es el caso de aquellas ocurridas en la Facultad de Biología Marina (González, F.; López, C.; 2018).

Estrategias de rehabilitación potenciales para la Planta Libre

Diseño de la envolvente

En consecuencia de la intención del movimiento moderno de abolir la envolvente, cobra mayor relevancia la aislación térmica y el sellado de la misma al paso del aire. En general, en la edificación pública, la aislación térmica se logra a través de la incorporación de un material aislante y de la especificación de ventanas que cumplan con determinados estándares según la zona climática (Instituto de la Construcción, 2012, p. 29). Por lo tanto, nuevamente este método de control ambiental queda relegado a otros recursos formales, como la fachada.

a. Muros envolventes y cubiertas

La rehabilitación de muros y cubiertas a través de mejorar sus valores de transmitancia térmica y presentando soluciones que logren minimizar puentes térmicos evitará pérdidas de calor e infiltraciones de aire, mejorará el confort térmico de los usuarios y disminuirá la ocurrencia de condensación (Instituto de la Construcción, 2012, 31 - 34).

b. Pisos

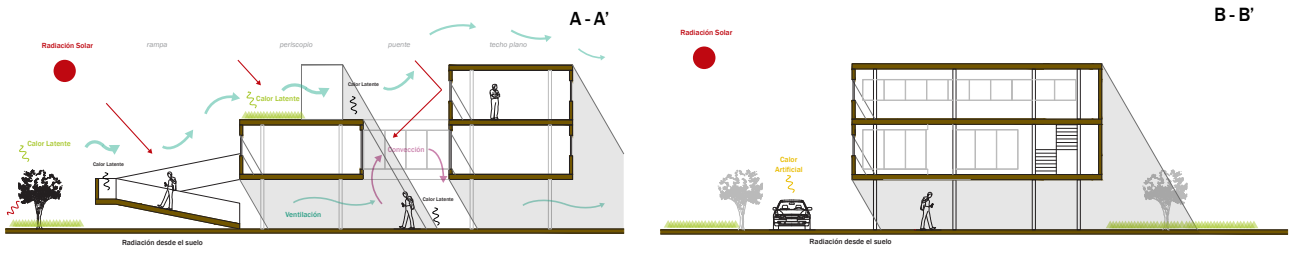
En el caso de la rehabilitación de pisos que entren en contacto con el terreno se debe considerar cada edificio como un caso de análisis en particular. La transmitancia térmica en estos elementos depende fundamentalmente de la relación área /perímetro, y otros factores tales como la conductividad térmica del terreno (Instituto de la Construcción, 2012, p. 37).

d. Puentes térmicos

Los puentes térmicos son difíciles de solucionar o evitar una vez que la obra está construida, por ello se hace importante detectarlos en etapa de diseño sin embargo en la rehabilitaciones ya se cuenta con un edificio construido por lo que el análisis de la forma de la planta libre se hace fundamental. Los puentes térmicos se clasifican en puentes térmicos puntuales o puentes térmicos lineales y puentes térmicos por geometría o constructivos. Detectarlos puede ayudar a determinar aumentos en la demanda de energía por pérdidas de calor, puntos fríos en el edificio, etc. (Instituto de la Construcción, 2012, p. 40).

e. Ventanas

Así como en el punto anterior se señalaba la importancia de analizar la forma de la planta también se puede estudiar la posición de las ventanas. Sin embargo, el análisis en detalle corresponde más al análisis de la fachada libre como recurso formal.



Planimetría ficticia de un edificio moderno genérico.

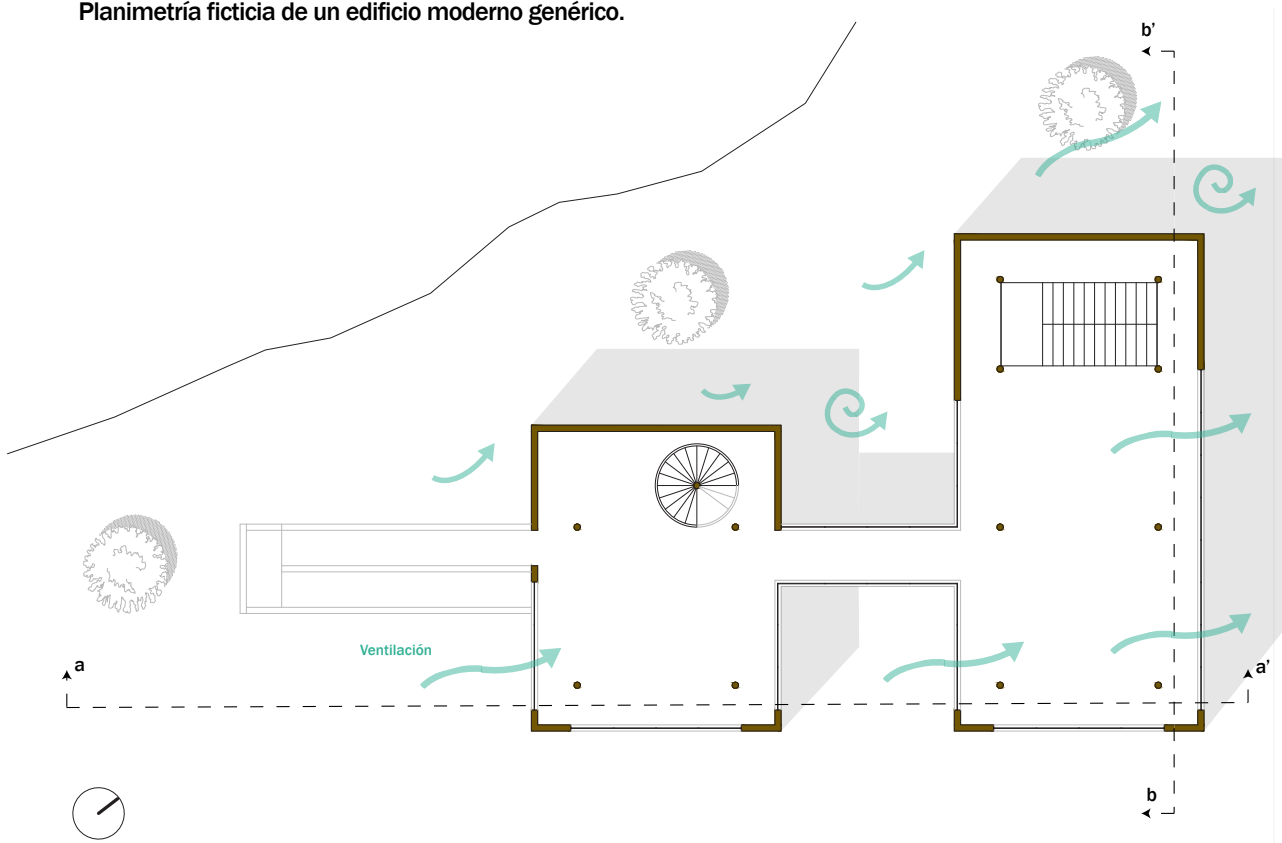


Fig. 73
 Representación del control ambiental
 de la Planta Libre frente a los factores
 climáticos.
 Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 13.
Análisis de ventajas y desventajas de la Planta Libre frente a la radiación y el movimiento del aire.
Fuente: Elaboración Propia.

Factor Climático	Potencial Inherente	Dibujo: PLANTA LIBRE
Radiación	<p>Ventajas:</p> <p>(1) La abolición de la envolvente permitió áreas de mayor claridad.</p> <p>(2) La planta libre como tal, además, es un espacio flexible que permitiría modificar los componentes de reflectancia interior</p> <p>Desventajas</p> <p>(3) No se determina desventaja aparente más allá de un mal diseño interior. En tal caso, un mal diseño respecto a la luz solar directa podría producir deslumbramiento.</p>	
Movimiento del Aire	<p>Ventajas:</p> <p>(4) La ausencia de obstáculos interiores facilita la ventilación cruzada.</p> <p>Desventajas:</p> <p>(5) No se determina desventaja aparente más allá de un mal diseño interior. Según la forma de la planta, para una ventilación adecuada, el área de las ventanas practicables debería ser, como mínimo, el 5% de la superficie construida.</p>	

Tabla 14.
Análisis de ventajas y desventajas de la Planta Libre frente a la temperatura del aire y la Humedad relativa.
Fuente: Elaboración Propia.

Factor Climático	Potencial Inherente	Dibujo: PLANTA LIBRE
<p>Temperatura del Aire</p> <p>y</p> <p>Humedad Relativa</p>	<p>Ventajas:</p> <p>(6) Permite racionalizar los espacios, por lo tanto las relaciones de volumen y temperatura se pueden controlar.</p> <p>(7) Depende de cómo sean los forjados. Si son losas de HA, mucha masa térmica, que puede aprovecharse completamente para acumular</p> <p>Desventajas:</p> <p>(8) Control térmico diferenciado de los espacios. Dependerá del modo en que se racionalicen los espacios.</p> <p>Por lo tanto. Una mala intervención podría provocar que se produzcan nuevos microclimas, como es el caso de la sala de computación en la Facultad de Biología. Dificulta la zonificación.</p>	<p>Dibujo: PLANTA LIBRE</p> <p>Diagram illustrating the potential of a free plant (Planta Libre) for passive design, showing various configurations and their effects on temperature and humidity control.</p> <p>Diagram illustrating the effect of material change (Cambio de material) on the building's thermal performance, showing a cross-section with a sun icon and a note indicating 'Madera Hormigón'.</p> <p>Diagram illustrating the effect of heat accumulation in the slabs (CALOR ACUMULADO en las losas) on the building's thermal performance, showing a cross-section with a sun icon.</p> <p>Diagram illustrating the effect of external temperature (Alta T° Exterior) on the building's thermal performance, showing a cross-section with a sun icon and a note indicating 'Edificio Original' and 'T°e+'.</p> <p>Diagram illustrating the effect of intervention (Intervenido) on the building's thermal performance, showing a cross-section with a sun icon and a note indicating 'Comportamiento Térmico diferente'.</p>

3.2.4. VENTANA ALARGADA

La relación entre el interior y el exterior es la gran exploración que heredamos de la ventana moderna, pero también con ella heredamos sus errores. El error aquí es asumir que la ventana horizontal es únicamente un mecanismo que construye la visual y mejora la iluminación natural.

A nivel estructural las ventanas son recursos formales que involucran pérdidas de calor a través de la envolvente. Por lo general están hechas de materiales con poca resistencia térmica y sus juntas tienen baja estanqueidad, en especial aquellas de elementos operables; este es un aspecto fundamental para mejorar el desempeño y evitar transmisiones de calor. Así también, la ventana es un tipo de cerramiento que reduce el espesor de la envolvente, por lo tanto es recomendable utilizar vidrios dobles o vidriados herméticos que reduzcan el espesor de la cámara de aire y disminuyan la convección (D'Alençon, Renato, 2008, p. 61).

En cuanto al control de la iluminación, si bien la ventana alargada no realiza un aporte mayor a la iluminación natural que la ventana vertical, no se debe despreciar su incidencia en el ahorro energético a través de la sustitución de energía eléctrica y las ganancias térmicas por radiación solar. Por último, el control de la ventilación por medio de la ventana alargada se puede dar gracias a la ventilación cruzada, que debido a diferencias de presión facilitará el movimiento del aire al interior de los recintos (D'Alençon, Renato, 2008, p. 84).

Estrategias de rehabilitación potenciales para Ventana Alargada

Diseño de la envolvente

En general, y para propósitos de esta investigación la ventana alargada queda circunscrita como parte de la fachada libre. Y por consiguiente, es parte relevante del diseño de la envolvente.

a. Muros envolventes (zócalos)

La rehabilitación de los zócalos de la ventana alargada se integran también como parte de los muros envolventes. Por lo tanto las soluciones deben enfocarse en reducir puentes térmicos corroborando que los materiales tengan valores de transmitancia térmica adecuados para cada zona climática.

b. Puentes térmicos

En el caso de los puentes térmicos que se produzcan en las ventanas alargadas mayoritariamente podrían deberse a los cambios de resistencia térmica del revestimiento por estructuras mixtas. En cuyo caso será de gran ayuda detectarlos para tomar alguna medida para reducir la demanda de energía por pérdidas de calor.

c. Ventanas

Siempre se debe poner en relación el clima de la localidad con las características de las ventanas. Cada proyecto de rehabilitación debería evaluar los tipos de vidrios y tipos de ventanas a utilizar -de proyección, de abatir, oscilobatientes, correderas, etc.- y poner especial atención a las propiedades de transmitancia térmica y permeabilidad al aire de las ventanas. (Instituto de la Construcción, 2012, p. 47).

d. Infiltraciones de Aire

Es importante dotar a la envolvente de la capacidad para limitar las infiltraciones de aire. Esta característica, conocida como hermeticidad, se consigue utilizando diseños, materiales y elementos que aporten al sellado de la edificación (Instituto de la Construcción, 2012, p. 55).

Fig. 74
Representación del control ambiental
de la Ventana alargada frente a los factores
climáticos.
Fuente: Elaboración Propia.

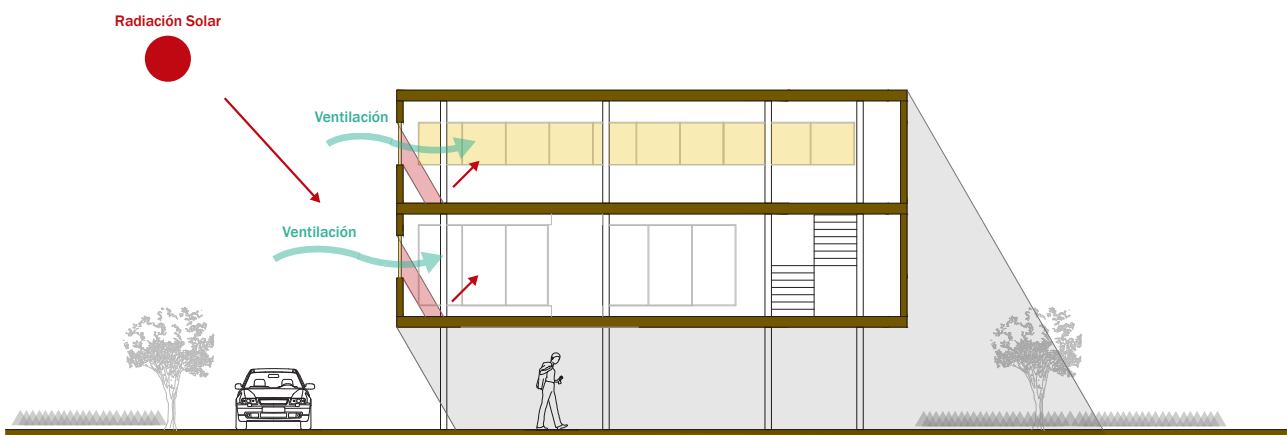


Tabla 15.
Análisis de ventajas y desventajas de la ventana alargada frente a la radiación y el movimiento del aire.
Fuente: Elaboración Propia.

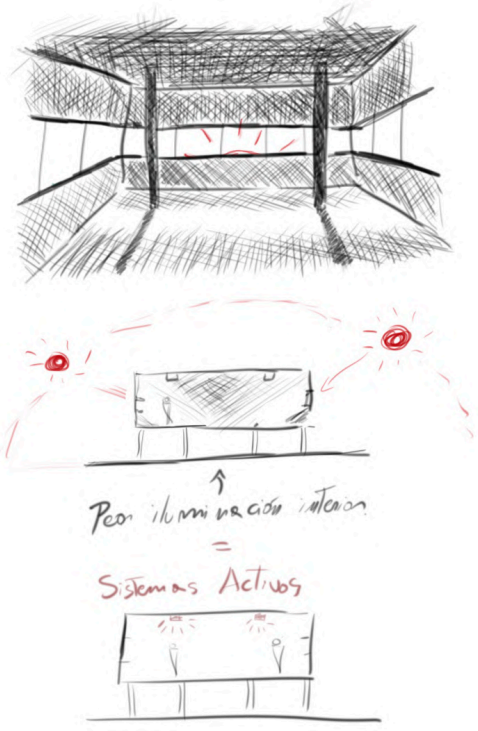
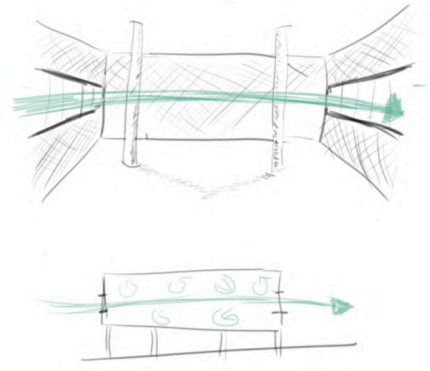
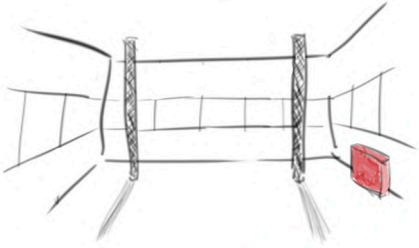
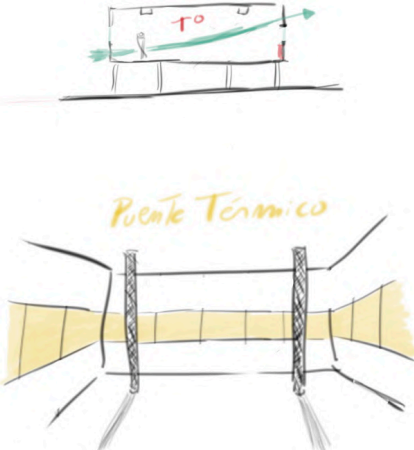
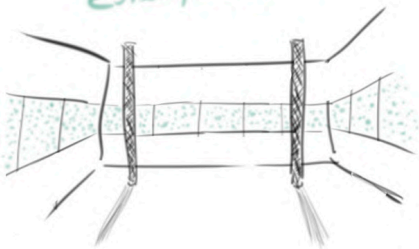
Factor Climático	Potencial Inherente	Dibujo: VENTANA ALARGADA
Radiación	<p>Ventajas:</p> <p>(1) Contraventana correderas pueden modular la luz diurna. Su papel puede ser fundamental para tener un CONTROL DE LA SOMBRA y del direccionamiento de la luz en el interior de una estancia. Pero fue a partir de este problema que se exploraron los primeros parasoles y celosías.</p> <p>(2) Mejor ventanas altas orientadas al norte.</p> <p>Desventajas:</p> <p>(3) Poca profundidad de penetración de luz natural.</p> <p>(4) No siempre es posible controlar la cantidad de radiación que ingresa en los espacios. Peor nivel de iluminación en zonas interiores, salvo que se empleen repisas de luz. Recordar que cada tarea visual requiere una iluminancia diferente.</p> <p>(5) Las ventanas mal orientadas dependían de los sistemas activos.</p>	
Movimiento del Aire	<p>Ventajas:</p> <p>(6) Garantizan las ventanas alargadas es tener ventilación cruzada al interior de los espacios.</p> <p>Desventajas:</p> <p>(7) Debido a la geometría, peor ventilación por tiro térmico.</p>	

Tabla 16.
Análisis de ventajas y desventajas de la ventana alargada frente a la temperatura del aire y la Humedad relativa.
Fuente: Elaboración Propia.

Factor Climático	Potencial Inherente	Dibujo: VENTANA ALARGADA
Temperatura del Aire	<p>Ventajas:</p> <p>(8) Aislamiento minimiza el flujo de calor por diferencia de temperaturas. Por el contrario, la falta de aislamiento producirá disconfort por radiación de pared fría.</p> <p>(9) Lugar donde se colocan los equipos de acondicionamiento activo del local (radiadores, convectores, difusores lineales, etc.</p> <p>Desventajas:</p> <p>(10) Vidrios y aislación, También al tener una mayor superficie vidriada se debe considerar la capacidad de aislación que proporcionan los materiales de las ventanas.</p> <p>(11) Se pueden generar puentes térmicos debido a la transmitancia del vidrio o del marco de la ventana.</p>	 <p>Sistemas Activos.</p>  <p>Puente Térmico</p>
Humedad Relativa	<p>Ventajas:</p> <p>(12) Permite la incorporación de humedad al interior de los recintos, como estrategia de enfriamiento pasivo.</p> <p>Desventajas:</p> <p>(13) Lo fundamental: estanqueidad al agua: el problema fundamental es de las juntas. Sellado, etc.</p> <p>Ojo, que la excesiva estanqueidad produce síndrome de edificio enfermo. Se soluciona con ventilación, generalmente mecánica,</p> <p>(14) También condensación por falta de aislamiento</p>	 <p>ESTANQUEIDAD</p>

3.2.5. FACHADAS LIBRES

Análisis del lenguaje de Control Ambiental

A nivel estructural la búsqueda de la transparencia en los espacios trajo como consecuencia ambientes interiores que requirieron un mayor consumo energético para poder mantener las condiciones de confort higrotérmico, confort visual y/o confort acústico, requeridos según el contexto. Pero si bien la climatización era pensada desde un punto de vista netamente activo, se puede reflexionar que la fachada libre desaprovecha la oportunidad de crear una envolvente que ayude a conseguir un mejor balance térmico. Los cerramientos al hacerse más livianos y utilizar materialidades como el acero (e incluso la madera en Chile), pierden la protección térmica, lumínica y acústica que ofrecían los muros masivos (D'Alençon, Renato, 2008, p. 11). No obstante, a nivel estructural los cerramientos opacos posibilitarán el uso de la inercia térmica del hormigón armado, pues estarán expuestas a la radiación solar.

Estrategias de rehabilitación potenciales para Fachada Libre

Diseño de la envolvente

La búsqueda de una fachada ligera con altos porcentajes de vidrio, donde la estructura se separa del cerramiento y además establece un espacio habitable y articulador es la mayor dificultad que puede encontrar la rehabilitación de una envolvente del movimiento moderno. Ya que alterar su forma o espesor puede ir en contra de sus valores formales y/o compositivos.

a. Muros envolventes

Es posible que los muros del edificio original ya cuenten con materiales aislantes y que resulten eficaces, pero algunos tipos de aislantes se deterioran con el paso del tiempo. Puede ser recomendable instalar aislamiento adicional para mejorar el confort y reducir el consumo de energía. En los edificios de varias planta, significará decidir entre un sistema de aislamiento interior cuando la fachada no pueda alterarse o aislamiento exterior, el cual se divide en tres categorías aislamiento de capa fina, fachada ventilada o módulos prefabricados (Hernández Pezzi, Carlos, 2010, 102 - 103).

Según Hernández Pezzi (2010) en general, el aislamiento interior debería utilizarse sólo cuando la fachada no puede alterarse o cuando la ocupación es intermitente. Por lo general funciona mejor que el aislamiento exterior pero se pierde espacio; además, impide el uso de la masa térmica del edificio para almacenar calor. Los esfuerzos térmicos de la envolvente del edificio aumentan el riesgo de condensaciones intersticiales, y es prácticamente imposible resolver el problema de los puentes térmicos. Por otra parte, el aislamiento interior colocado en la cámara de aire del muro puede no afectar su aspecto pero su instalación deberá ser ejecutada por un profesional calificado y, sin un estudio termográfico, resultará difícil garantizar que el muro quede aislado de manera uniforme.

El aislamiento exterior si bien puede ser más costoso, combinado con sistema de revoque ofrece ciertas ventajas como envolver al edificio completo evitando puentes térmicos, puede mejorar el aspecto del cerramiento y su resistencia a las inclemencias climáticas. El edificio puede estar ocupado durante las obras. Puede reducir los gastos de mantenimiento. Además, permite que la masa térmica se utilice para moderar las variaciones de temperatura interiores, entre otras (Hernández Pezzi, Carlos, 2010, 102).

b. Puentes térmicos

Anteriormente se ha insistido en que los puentes térmicos son difíciles de solucionar o evitar una vez que la obra está construida, por lo que en las rehabilitaciones el análisis de la forma de la fachada libre es fundamental. Los puentes térmicos podrían generarse por una reducción significativa del espesor del cerramiento, una disminución de la resistencia térmica del cerramiento o una mayor superficie en la cara exterior del cerramiento, producidos por diferencia en la geometría de los elementos o estructuras mixtas (D'Alençon, Renato, 2008, p. 11). De cualquier forma, y como señala el Instituto de la construcción (2012) detectarlos puede ayudar a determinar aumentos en la demanda de energía por pérdidas de calor, puntos fríos en el edificio, etc.

c. Ventanas

En los climas fríos, es necesario tener en cuenta las pérdidas de calor por transmisión a través de las superficies acristaladas, de los puentes térmicos en la carpintería y de las infiltraciones en las juntas. Cuantas más capas haya entre las hojas de vidrio, más se reducirá la transmisión térmica a través de la ventana (Hernández Pezzi, Carlos, 2010, 102 - 103). Aunque, por supuesto, en el caso de las fachadas libres esto puede entrar en conflicto si no queremos alterar su forma ni sus valores compositivos como fachada ligera.

d. Infiltraciones de Aire

Si bien la línea de barrera de aire debe establecerse en la fase temprana del diseño. Durante la rehabilitación de las fachadas, la envolvente puede evaluarse identificando puntos y lugares donde se pierde continuidad, marcándolos para así considerarlos factores de pérdida de calor.

Fig. 75
Representación del control ambiental de la Fachada Libre frente a los factores climáticos.
Fuente: Elaboración Propia.

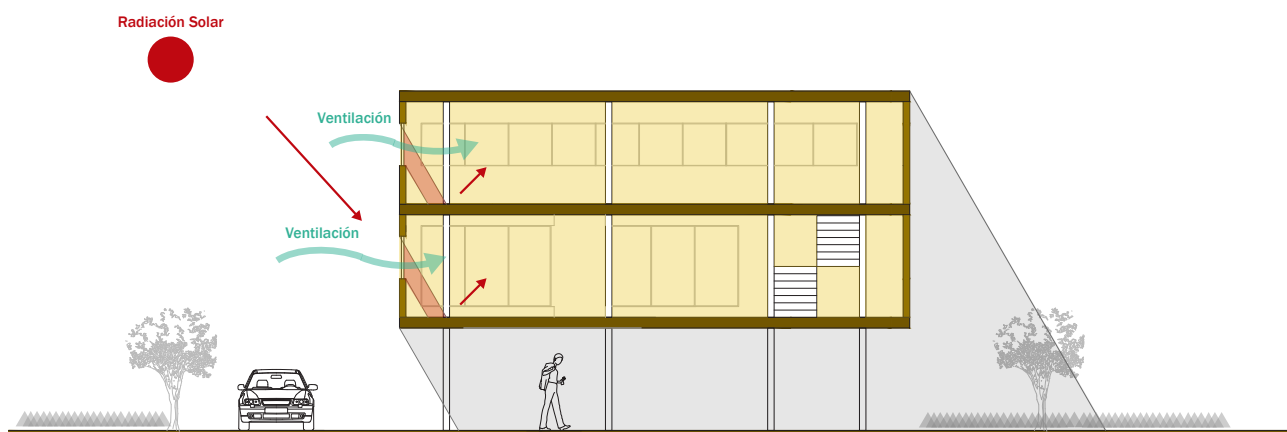


Tabla 17.
Análisis de ventajas y desventajas de la fachada libre frente a la radiación y el movimiento del aire.
Fuente: Elaboración Propia.



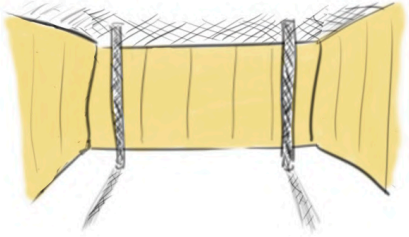
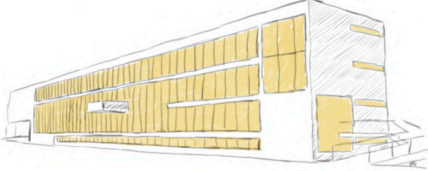
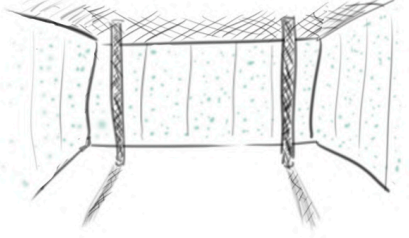
Factor Climático	Potencial Inherente	Dibujo: FACHADA LIBRE
Radiación	<p>Ventajas:</p> <p>(1) El tratamiento y diseño de la fachada libre potencia los sistemas para el mejor aprovechamiento de la luz natural. Ya sea por, captación de luz, transmisión, distribución y protección: por medio de repisas reflectantes, vidrio prismáticos, parasoles, celosías, etc.</p> <p>(2) El uso de celosías puede limitar el DESLUMBRAMIENTO directo. Controlan el exceso de radiación solar y dejan pasar la luz natural.</p> <p>(3) Además, como estrategia de protección solar, la disposición de elementos arquitectónicos que construyen la sombra en la fachada puede evitar ganancias excesivas por radiación solar.</p> <p>Desventajas:</p> <p>(4) Las superficies con un alto índice de reflexión pueden producir DESLUMBRAMIENTO, este es un factor a considerar dado la idea de que una fachada libre es "un pantalla reflejante de luz".</p>	
Movimiento del Aire	<p>Ventajas:</p> <p>(4) La geometría de la fachada, es fundamental para el aprovechamiento de los VIENTOS PREDOMINANTES en verano, y su protección en invierno.</p> <p>*La velocidad del aire no reduce la temperatura, pero crea una SENSACIÓN DE FRESCOR gracias a la pérdida de calor por convección y al aumento de la evaporación. Para esto los edificios deberían planificarse y situarse en relación con la topografía.</p> <p>- Para esto es fundamental revisar el sistema de apertura de la ventana para el control de la ventilación.</p> <p>Desventajas:</p> <p>(5) Problemas de estanqueidad</p>	

Tabla 18.
Análisis de ventajas y desventajas de la fachada libre frente a la temperatura del aire y la Humedad relativa. Fuente: Elaboración Propia.

Factor Climático	Potencial Inherente	Dibujo: FACHADA LIBRE
Temperatura del Aire	<p>Ventajas:</p> <p>(6) Igual que con la ventana, temas de aislamiento y puentes térmicos. En este caso, también la parte opaca. Crucial en la rehabilitación son los sistemas constructivos que existen para mejorar el aislamiento. Esto puede considerarse una ventaja, pues implicaría un recambio en la calidad de las ventanas que no afectaría el valor compositivo de la fachada.</p> <p>(7) La industrialización abre una vía fundamental en la rehabilitación de fachadas ligeras. Prácticamente se puede construir cualquier cosa en taller y montarlo en obra. Aunque se corre el peligro de ir en contra del valor formal, ya que la fachada libre elimina cualquier tipo de ornamento. No obstante dependerá de las características originales de la fachada.</p> <p>Desventajas:</p> <p>(8) Podría existir pérdida de Masa Térmica en base a la cantidad de superficie vidriada, o de aperturas.</p> <p>(10) También, podrían existir problemas de puentes térmicos en el contacto de la subestructura de fachada con la estructura del edificio.</p>	 <p>SUPERFICIE VIDRIADA</p>  <p>EDIFICIO UTE, SANTIAGO</p>
Humedad Relativa	<p>Ventajas:</p> <p>(11) La permeabilidad de la fachada libre permite la incorporación de humedad al interior de los recintos, como estrategia de enfriamiento pasivo. Sin embargo, esto puede ser una desventaja si esta estrategia no es acorde a la zona climática del edificio.</p> <p>Desventajas:</p> <p>(12) Problemas de Suciedad por Esguerramiento.</p> <p>(13) Sobreexposición a la humedad, al eliminarse la cornisa por considerarla prescindible, las fachadas libres quedaron expuestas a las inclemencias del clima, aumentando la humedad en los cerramientos.</p>	

2.2.6. PROMENADE ARCHITECTURALE

Análisis del lenguaje de control ambiental

La promenade architecturale supondrá el mayor desafío, ya que implicará dar respuesta al confort dinámico de los ambientes.

«Sin circulación, sin desplazamiento, sin Promenade Architecturale, no es posible percibir la inercia dinámica del espacio moderno, y sin el movimiento rotacional de la Tierra no dispondríamos de la cambiante luz solar, la que marca a su vez el transcurrir del tiempo. Esa luz que junto con el Espacio y el Tiempo completan los elementos compositivos en los que se apoyaba L-C, porque como él indica “la luz es para mí la base fundamental de la arquitectura. Yo compongo con la Luz”.» (Asensi Roig, Joaquín; 2015, p. 19)

Al configurarse por medio de múltiples decisiones de diseño arquitectónico, la *promenade architecturale* puede presentarse a través de su complejo lenguaje compositivo como una oportunidad para estudiar y rehabilitar los espacios de manera de dar respuesta al comportamiento ambiental dinámico de un edificio.

A fin de cuentas, el recorrido tiene una equivalencia en el lenguaje de control ambiental a nivel de ventilación o el movimiento del aire alrededor y a través de los volúmenes del edificio. Desde la perspectiva del uso, este recorrido supone un conjunto con la experiencias de distintos ambientes.

Estrategias de rehabilitación potenciales para la promenade architecturale

Diseño de la envolvente

El cambio de puntos de referencias, por medio del movimiento y recorrido de los espacios está íntimamente ligado a la composición arquitectónica global del edificio. Por lo tanto, en la rehabilitación de este recurso formal habrá una mayor implicancia de la aislación térmica y el sellado de la envolvente al paso del aire (Instituto de la Construcción, 2012, p. 29).

Debido a que la promenade architecturale se compone de una serie de elementos arquitectónicos que intervienen en la circulación, se debe considerar a cada edificio como un caso de análisis en particular, y en consecuencia las estrategias pasivas arquitectónicas - orientación, factor forma, zonificación interior y protección a los accesos - deberán recibir una mayor atención.

a. Muros envolventes, cubiertas

En el caso de la rehabilitación de muros y cubiertas de pasillos interiores, también estará presente la evaluación de sus valores de transmitancia térmica, con el objetivo de minimizar puentes térmicos que eviten pérdidas de calor e infiltraciones de aire (Instituto de la Construcción, 2012, 31 - 34).

c. Pisos

Por otra parte, en el caso rehabilitar complejos de pisos ventilados compuestos de escaleras, pasillos, pasarelas y/o rampas serán relevantes solo aquellos pisos donde el flujo de calor vaya desde una zona calefaccionada (espacio superior) a las zonas más frías, espacios no habitados o el exterior. En tal situación es necesario proteger estos elementos para evitar pérdidas

térmicas corroborando que cumplan con los valores de transmitancia térmica adecuados a cada zona térmica (Instituto de la Construcción, 2012, p. 37).

d. Puentes térmicos

En el caso de los puentes térmicos que se produzcan a lo largo del recorrido de la promenade arquitecturale mayormente podrían deberse a los cambios de resistencia térmica del cerramiento, entre las variaciones geométricas de los múltiples elementos arquitectónicos asociados al movimiento de los usuarios que la componen.

Por lo tanto, será de gran ayuda detectar las reducciones de espesor, y tamaño de las superficies expuestas al exterior del cerramiento, para tomar alguna medidas que reduzcan la demanda de energía por pérdidas de calor (Instituto de la Construcción, 2012, p. 40).

e. Ventanas

El caso de las ventanas en la promenade arquitecturale, tal vez, quede reducido únicamente al uso de puentes, y en tal situación se deberá evaluar la relevancia de estos en el control dinámico de los ambientes. Por lo tanto, a juicio de este análisis, el caso queda relegado a futuras investigaciones.

f. Infiltraciones de Aire

La protección de los accesos también es un ámbito que futuras investigaciones podrían estudiar respecto a la calidad del sellado de juntas de unión y la calidad permeable al aire de ventanas, puertas y demás elementos de cierre presentes en el complejo de elementos arquitectónicos que intervienen en la circulación.

Fig. 76
Representación del control ambiental de la *promenade architecturale* frente a los factores climáticos.
Fuente: Elaboración Propia.

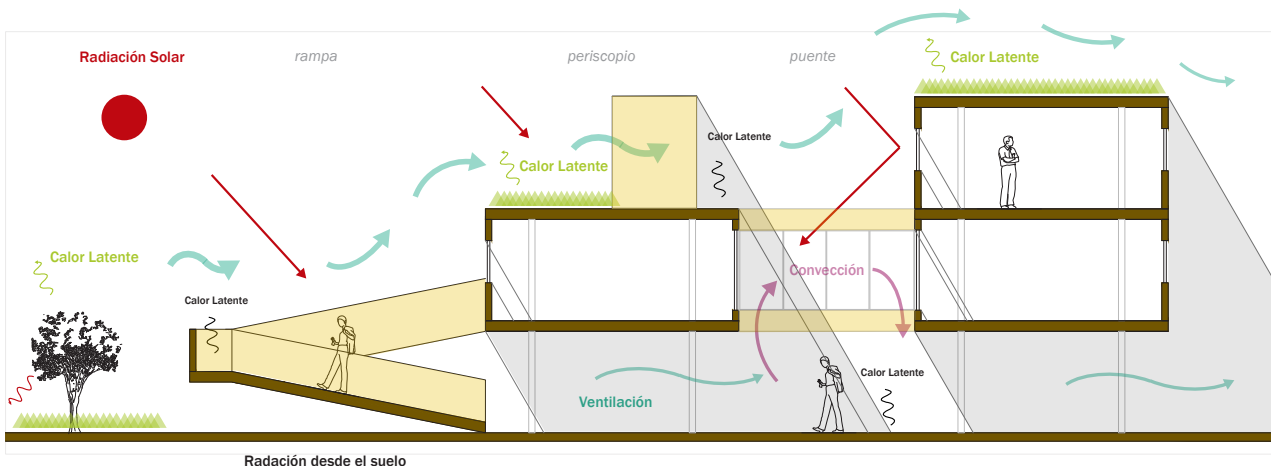


Tabla 19.
Análisis de ventajas y desventajas de la *promenade architecturale* frente a la radiación y el movimiento del aire.
Fuente: Elaboración Propia.

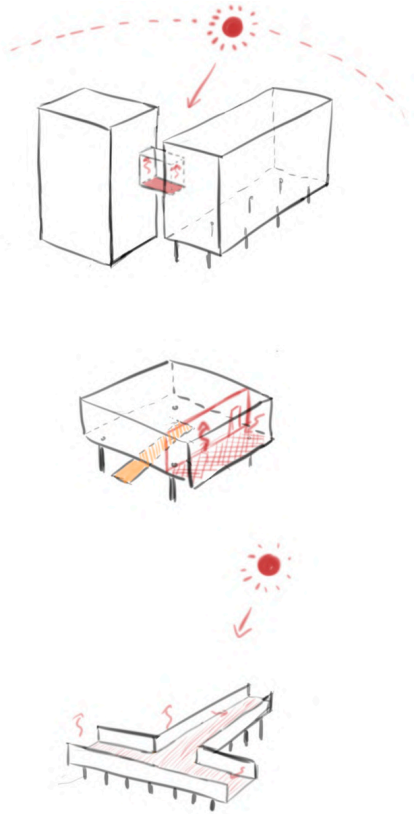
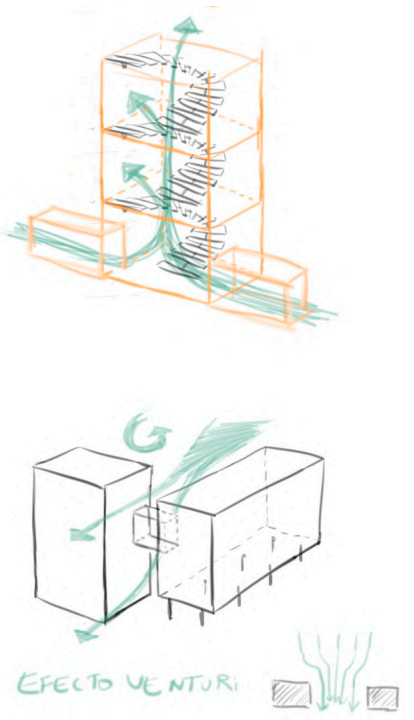


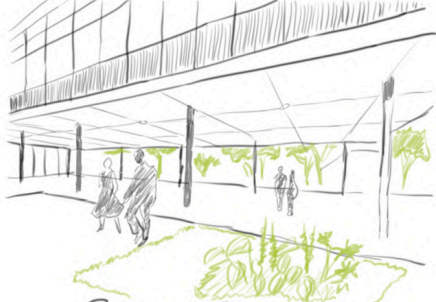
Factor Climático	Potencial Inherente	Dibujo: <i>promenade architecturale</i>
Radiación	<p>Ventajas:</p> <p>(1) Como estrategia de captación de radiación solar directa, el sol calentará masas térmicas expuestas. En pasillos, galerías, o puentes en el interior.</p> <p>(2) También por ganancia local directa la radiación solar podría quedar atrapada en pasillos o galerías, aumentando la temperatura en climas fríos.</p> <p>Desventajas:</p> <p>(3) En algunos casos, modificar la <i>promenade architecturale</i> puede provocar que algunos espacios intermedios aumenten el sobrecalentamiento de espacios interiores.</p> <p>(4) También, y según la zona climática, algunos tramos de recorrido exterior como rampas, puentes o pasarelas podrían acumular muchísimo calor por radiación, alterando de forma negativa el confort dinámico.</p>	
Movimiento del Aire	<p>Ventajas:</p> <p>(5) Los espacios de circulación vertical, pueden ser el espacio perfecto para la ventilación natural a través del efecto chimenea en edificios altos, según D'Alençon (2008) normalmente son necesarios tres pisos para conseguir un efecto de gradiente de temperatura suficiente.</p> <p>(6) La <i>promenade architecturale</i>, puede ser crucial para ofrecer continuidad al flujo interior o proteger algunos ámbitos específicos pues, tal como señala D'Alençon (2008), la orientación del edificio puede reforzar las diferencias de presión entre las caras según la dirección del viento.</p> <p>Desventajas:</p> <p>(7) Las interrupciones en las barreras de viento pueden producir flujos especialmente acelerados a través de ellas - efecto venturi -. Según la zona climática, esto puede ser un problema en invierno (D'Alençon, Renato, 2008, p. 76).</p>	

Tabla 20.
Análisis de ventajas y desventajas de la *promenade architecturale* frente a la temperatura del aire y la Humedad relativa.
Fuente: Elaboración Propia.

Factor Climático	Potencial Inherente	Dibujo: <i>promenade architecturale</i>
<p>Temperatura del Aire</p>	<p>Ventajas:</p> <p>(8) Será necesario revisar la proximidad de las masas constructivas para revisar su aporte térmico. Pero esto también podría ser ventajoso para la sensación térmica o el confort dinámico de los espacios intermedios.</p> <p>Desventajas:</p> <p>(9) No modifica la temperatura del aire por lo tanto no puede utilizarse como una estrategia de calentamiento o enfriamiento.</p>	 <p>El Caracol CEPAL</p>
<p>Humedad Relativa</p>	<p>Ventajas:</p> <p>(10) La red de espacios intermedios que configuran la <i>promenade architecturale</i> aportan humedad al edificio completo. Como estrategia de enfriamiento evaporativo, el diseño de patios interiores ajardinados es útil en climas cálidos y secos.</p> <p>(11) el uso de plantas al interior también puede utilizarse como estrategia de diseño sustentable para absorber compuestos orgánicos volátiles, sin embargo hay que tener la precaución de no aportar demasiada humedad al interior.</p> <p>Desventajas:</p> <p>(12) Dependerá del modo en que se racionalicen los espacios. Una mala intervención podría provocar que se produzcan nuevos microclimas, como es el caso de la sala de computación en la Facultad de Biología. Por lo tanto es un recurso formal muy sensible a las intervenciones.</p>	 <p>PATIO CEPAL</p>  <p>PATIOS UTE - 1957</p>

3.3 Resultado del Análisis al Lenguaje de Control Ambiental

Se establece que la relación de Control Higrotérmico entre Fachadas Libres, Pilotis, Terraza Jardín y Plantas Libres es donde ocurren la mayor cantidad de intercambios de calor. Las plantas libres no dependen de los factores climáticos.

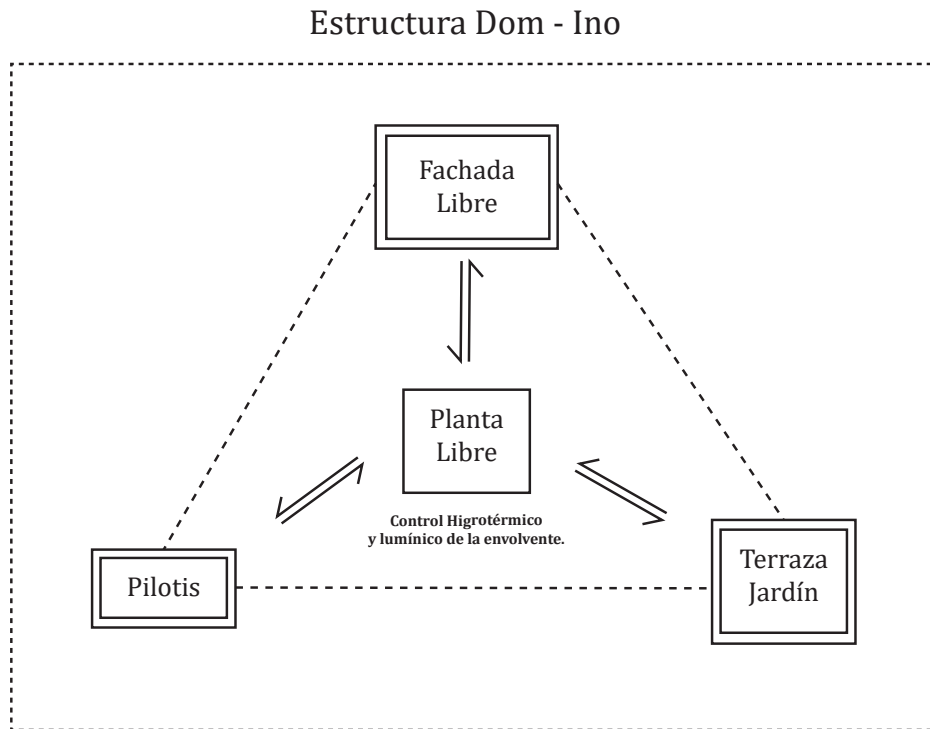


Fig. 77
Esquema de relaciones de confort higrotérmico entre los recursos formales corbusianos involucrados en la envolvente.
Fuente: Elaboración Propia.

Por lo tanto, los recursos formales se involucran en el desempeño ambiental de la siguiente forma:

Pilotis: Al no intervenir en demasía el paisaje, los pilotis dejan al edificio expuesto a otros factores ambientales en especial en las áreas de los pisos ventilados.

Terraza Jardín: En gran medida la terraza jardín puede no considerar el clima ya que aporta humedad a la globalidad del edificio y aquello puede ir en contra del balance térmico. Sin embargo, como plano utilizable también aporta flexibilidad programática y de uso para otras estrategias climáticas como la masa térmica en la cubierta, o incorporación de sistemas solares activos o sistemas eólicos, que ayuden con el balance térmico del edificio utilizando energías renovables.

Planta Libre: No queda claro la directa relevancia que tiene la planta libre en el confort térmico a menos que se evalúe de forma específica en cada edificio, zona climático y micro climática, por medio de simulaciones.

Fachadas Libres: Puede que a nivel de temperatura y humedad sea el recurso con más influencia en el balance térmico, pero al igual que la planta libre quedará determinada según la evaluación específica de cada edificio, según zona climática. No obstante se reconoce que al configurar la envolvente son las que mayor influencia tienen en el control higrotérmico. La ventana se integra a la fachada.

Promenade Architecturale: Se reconoce en los elementos arquitectóni-

cos que configuran el recorrido una importancia radical y poco defendida del control ambiental dinámico de los espacios intermedios. Por lo tanto, queda expresa la oportunidad de estudiar este recurso formal en alguna investigación futura.

EVALUACIÓN DE POTENCIALIDADES DE REHABILITACIÓN PASIVA

Lo más relevante es validar si los recursos formales responden bien, regular o mal a los requerimientos climáticos a los que están expuestos y después establecer medidas de rehabilitación, las cuales garanticen la menor intervención de los valores formales. Después, si los valores formales son altos, mantener el recurso en su forma original. Si el valor formal es medio intentar adaptarlo y si el valor formal es bajo buscar modificarlos sin ningún tipo de duda. Para esto es necesario realizar una matriz que los evalúe de forma cualitativa.

Evaluación Climática La evaluación puede realizarse a nivel de intervención o recurso formal. La ponderación de las potencialidades se establece de esta forma:

Actúa	Existen argumentos cualitativos para establecer que el recurso formal actúa de forma favorable al balance térmico del edificio.
Neutral	Existen argumentos cualitativos suficientes para establecer que el recurso formal es neutral al balance térmico del edificio. Ya que no lo favorece pero tampoco lo perjudica.
Deteriora	Existen argumentos cualitativos para establecer que el recurso formal va en desmedro del balance térmico del edificio.

Fig. 78
Ponderación de Evaluación Climática para Recursos Formales.
Fuente: Elaboración Propia.

El recurso tendría el potencial de ir en desmedro del balance térmico del edificio si:

- El diagrama de givoni expone que las estrategias de acondicionamiento necesarias para la zona climática del edificio, no son compatibles con la estrategia de acondicionamiento con la que se diseñó el edificio utilizando un determinado recurso formal.

ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN

Una vez identificados los valores formales y señaladas las respuestas de los recursos a los requerimientos climáticos según zonas climáticas, corresponde dar una recomendación para mantener, adaptar o modificar un recurso arquitectónico presente en un determinado edificio moderno (ver figura 79).

Sin embargo, las implicancias que tiene mantener o no un recurso, se ciñen de un modo más implícito a los postulados "hacia una estética industrial" descritos por Walter Gropius (Benévolo, L., 2002, p. 454). De esta forma, mantener un recurso implicará comprender que este posee a un valor propio para la obra arquitectónica, o incluso para el movimiento moderno en Chile y, en este sentido, su características formales y respuesta que tiene al clima pueden considerarse como un valor arquitectónico de tipo climático e histórico (revisar anexos, discusiones 3, 4 y 5).

Por otra parte, el adaptar un recurso arquitectónico implicará comprender que el proyecto se concibe como una serie continua de acciones reguladas por fenómenos reales y, por lo tanto, se debe estar dispuesto a la búsqueda de un equilibrio entre el balance térmico y los valores formales de la obra.

Estrategias de diseño pasivo	Pilotis	Terraza jardín	Planta libre	Ventana alargada	Fachada libre	<i>promenade architecturale</i>
Diseño de la envolvente						
Muros envolvente			o	X	X	o
Cubiertas		X	o			X
Pisos	X		o			X
Puentes Térmicos	o	X	X	X	X	X
Ventanas			o	X	X	o
Infiltraciones de Aire	X			X	X	X
Estrategias de Calentamiento Pasivo						
Ganancias solares directas	o	X	X	X	X	X
Ganancias solares indirectas		o	o		X	o
Ganancias solares aisladas		o	o		X	X
Masa Térmica		X	X	X	X	X
Estrategias de Enfriamiento Pasivo						
Ventilación cruzada	o		X	X	X	o
Ventilación por efecto convectivo			X	X	X	X
Ventilación nocturna de masa térmica			X	X	X	X
Enfriamiento pasivo evaporativo de flujo descendente						X
Intercambios de calor geotérmicos						
Estrategias de Iluminación Natural						
Captación de luz natural			o	X	X	X
Transmisión de la luz natural			o	X	X	X
Distribución de la luz natural			X	X	X	X
Estrategias de protección solar	X	o		X	X	X
Control de iluminación			X			X

Tabla 20. Evaluación del potencial del diseño pasivo en los recursos formales corbusianos. Fuente: Elaboración Propia.

Simbología	
o	Estrategias pasivas a evaluar en cada caso particular.
X	Estrategias pasivas que pueden aplican al recurso.

Por último, modificar un recurso implicará eliminar su influencia en el balance térmico del edificio de modo de disminuir deterioro que esté provocando.

El listado de estrategias de diseño pasivo asociadas a cada uno de los recursos formales investigados quedan resumidos en la tabla 20. Algunas de estas estrategias de diseño deberán validarse caso a caso. Los pilotis tendrán influencia en los pisos ventilados, infiltraciones de aire y actuarán como una estrategia de protección solar. Sin embargo la determinación de su real influencia en las ganancias solares directas, ventilación cruzada o puentes térmicos dependerá de una evaluación cuantitativa.

La terraza jardín, tendrá influencia sobre las cubiertas, ganancias solares directas, masa térmica y posibles puentes térmicos, quedará a evaluación su influencia como estrategia de protección solar y su aporte a través de ganancias solares indirectas o aisladas.

La fachada al integrar la ventana alargada es el recurso que más influencia tiene en la rehabilitación del edificio. Por esto, cobra tanta importancia el que ocurran "buenas" intervenciones.

Tanto la planta libre como la promenade architecturale quedarán abiertas a evaluación cuantitativa respecto de su real influencia en el ambiente higro-térmico de cada edificio.

Ahora bien, el alcance de los resultados podrá medirse a nivel de recurso formal, proyecto original e intervenciones posteriores. E incluso puede ser interesante realizar una revisión de su influencia en el balance térmico por épocas.

¿Es recomendable intervenir el edificio moderno?

Recomendación de intervención.	Adaptar un recurso es reconocer la posibilidad de intervención, preocupándose de no ir en desmedro de los valores formales del edificio.
Mantener el recurso	<ul style="list-style-type: none"> - Si el recurso es neutral al balance térmico del edificio y sus valores formales son altos. - Si el recurso actúa en favor del balance térmico del edificio y sus valores formales son altos. - Si el recurso es neutral al balance térmico del edificio, pero sus valores formales son medios. - Si el recurso actúa en favor al balance térmico del edificio, pero sus valores formales son medios. - Si el recurso actúa a favor del balance térmico del edificio, pero sus valores formales son bajos.
Adaptar el recurso	<ul style="list-style-type: none"> - Si el recurso deteriora el balance térmico, pero sus valores formales son altos. - Si el recurso deteriora el balance térmico del edificio, pero sus valores formales son medios.
Modificar el recurso	<ul style="list-style-type: none"> - Si el recurso deteriora el balance térmico del edificio y sus valores formales son bajos. - Si el recurso es neutral al balance térmico del edificio y sus valores formales son bajos.

Fig. 79
 Criterios de recomendación para la intervención en el patrimonio moderno.
 Fuente: Elaboración Propia.



Fig. 80
Facultad de Biología Marina Montemar.
Fuente: González, F.; López, C. 2018.
Autor: Fernanda González.

CAPÍTULO 4: VALORACIÓN CLIMÁTICA DE UNA OBRA EMBLEMÁTICA

Este capítulo es una extensión del Expediente Técnico realizado en 2018 para la Ex Estación de Biología Marina en Montemar. Pone a prueba las conclusiones y relaciones establecidas entre los recursos formales desarrolladas en los dos capítulos anteriores.

Se realiza una revisión de las oportunidades de rehabilitación que tiene el edificio Ex Estación de Biología Marina para así sacar conclusiones que tengan un alcance en otros edificios similares dentro de todo el patrimonio moderno en Chile.

Se busca validar que las estrategias de control de la envolvente sean óptimas para el edificio, a través de una evaluación climática que responde si los recursos arquitectónicos actúan, deterioran o son neutrales al balance térmico del edificio, y realizando un cruce de información con su valor formal y compositivo. Esto determinará qué es recomendable hacer al momento de intervenir.

Por lo tanto, se revisará en primera instancia la relevancia histórica del edificio en detalle, incluyendo una descripción de todas sus intervenciones. Tomando en consideración la coherencia entre la propuesta original y la toma en consideración de los condicionamientos medioambientales. Tal como señala el Grupo de Investigación FORM:

«el planteamiento del proyecto arquitectónico ya deben encontrarse aquellos componentes medioambientales que respondan a las características del lugar, de tal manera que dichos componentes no aparezcan como algo superpuesto a una determinada construcción, que no sean unos elementos a posteriori, sino que formen parte de la propia génesis del proyecto, que definan la idea a partir de la cual se genere la propuesta arquitectónica.»

(Grupo de Investigación FORM; 2013, 12 - 13).

Luego, se hará revisión cualitativa de la respuesta climática que tienen los 3 recursos formales que tienen que ver con la envolvente, pilotis, terraza jardín y fachada libre. Para finalmente realizar una crítica que reúna todas estas observaciones.

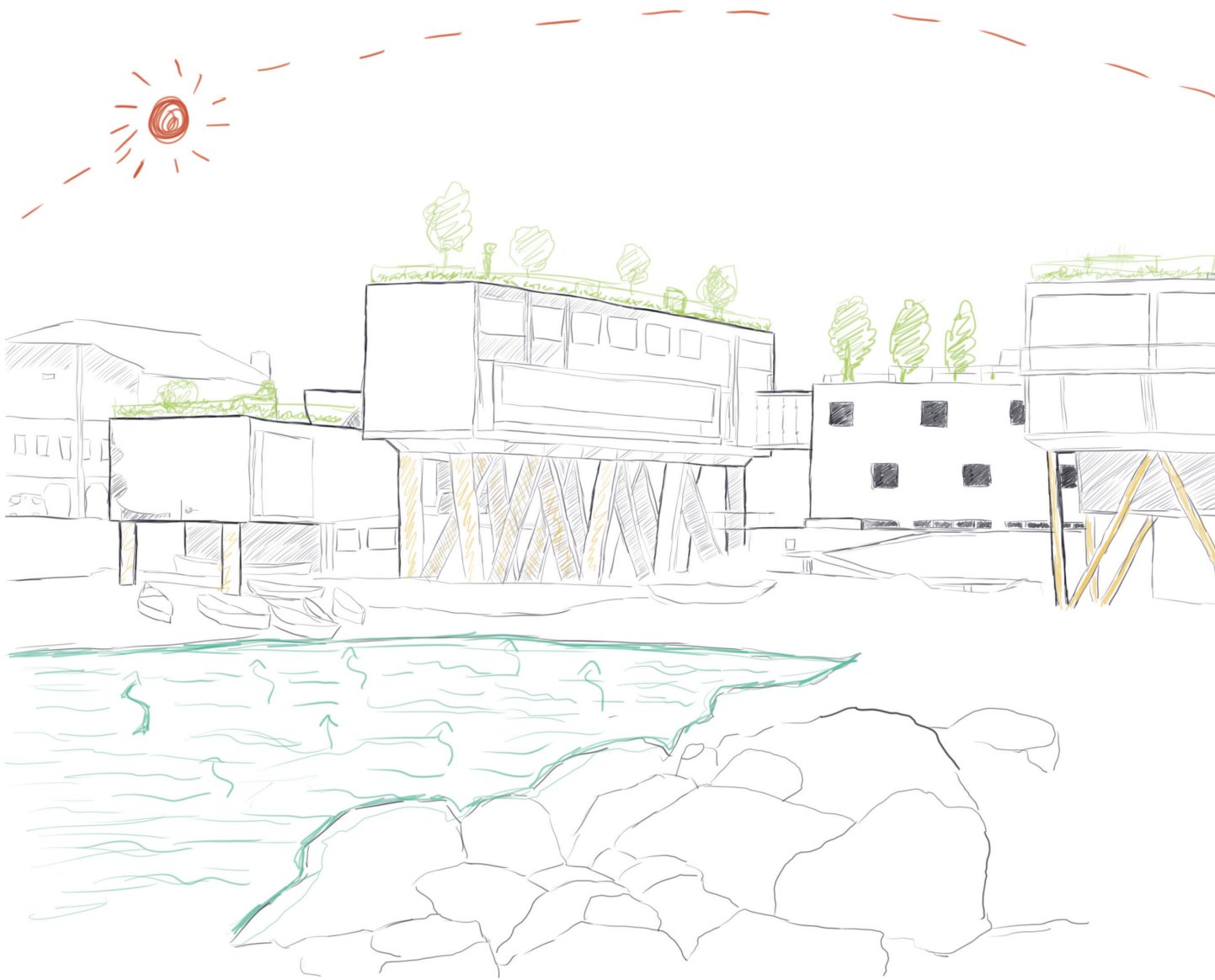


Fig. 81
Dibujo edificio Biología Marina en
Montemar con intervenciones de dise-
ño pasivo ficticias y factores climáticos
involucrados.
Fuente: Elaboración Propia.

4.1. FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

- **Denominación:** Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Valparaíso. Instituto de Biología Marina. Estación de Biología Marina de Montemar.
- **Categoría:** Sin Categoría. Incluido en 2008 en la lista de los 100 sitios más amenazados realizados por la World Monument Fund. El edificio se considera un ícono de la arquitectura moderna.
- **Ubicación:** Avenida Borgoño 16344, Montemar, Viña del Mar, Región de Valparaíso.
- **Propietario Original:** Universidad de Chile
- **Propietario Actual:** Universidad de Valparaíso
- **Año Inauguración:** 1941 - 1959.
- **Arquitecto:** Enrique Gebhard Palaus
- **Programa de Uso:** Público.
- **Superficie Total del Terreno:** 24.653 m².
- **Superficie Total de la Obra:** 1.464 m².



La facultad de Ciencias del Mar, mejor conocida como la Estación de Biología Marina de Montemar es una de las obras más importantes y reconocidas del arquitecto Enrique Gebhard. Edificio que demoró casi veinte años su construcción, y que ha sufrido varias modificaciones en su forma y pequeñas variaciones en sus usos sin perder el sentido de centro de investigación científico de la vida marina.

La estación de Biología Marina es un edificio que reconoce su contexto y se vuelve un hito en el borde costero de la ciudad de Viña del Mar. Se posa, de manera aparentemente arriesgada, sobre las rocas y la arena mediante pilotes que le dan la apariencia de edificio liviano y de sutil contacto con el contexto, técnica estructural que junto a la aplicación de los principios modernos planteados por Le Corbusier, del cual el arquitecto era un fiel seguidor, le dan un carácter único entre las residencias de veraneo que lo rodean.

Entre sus programas se encuentran laboratorios, salas de clases, auditorio y hasta una caleta de pescadores, todo esto conectado con una circulación que permite realizar un recorrido completo por el inmueble contrastando vistas del mismo edificio con las del contexto, entre ellos; las rocas y el campo dunar incluyendo el horizonte infinito del océano Pacífico, fuente de inspiración para las tareas que en esta estación se llevan a cabo.

Composición arquitectónica y caracterización estilística

ESTRATEGIA DE LOCALIZACIÓN

La permanencia del espacio y del paisaje como necesidad cultural aparece como uno de los objetivos que Enrique Gebhard tenía al momento de cons-

truir la Estación de Biología Marina en Montemar. Situada en una punta rocosa al norte de la playa de Reñaca, la estación se posa sobre una zona intermarreal denotando la importancia que tuvo su estrategia de localización.

A finales de los años 30, el lugar era ocupado por los pescadores dadas sus condiciones topográficas favorables.

EJE ESTRUCTURANTE DE TODO EL PROYECTO.

El bloque de laboratorios, como se ve en la axonométrica del cuerpo sur (ver figura 62) se proyecta desde el camino urbano hacia el poniente, internándose en dirección al mar y apoyándose sobre la roca. Este volumen fue el primero en construirse y, tal como lo concibió Gebhard, pasó a ser el eje estructurante de todo el proyecto.

COMPOSICIÓN E INTEGRACIÓN CON EL PAISAJE

La manera de diseñar el proyecto permitió a Gebhard lograr una disposición de los volúmenes que asegurara la construcción parcial del edificio. Así, en función de los sistemas de financiamiento parcelado y compartidos por la Universidad de Chile, la obra nunca quedaría como no terminada.

Independiente a la situación de cuerpos no construidos, la estación de biología marina destaca en su valor arquitectónico al permitir en su composición la integración real con el paisaje. Se enfatiza asimismo como una expresión paradigmática para la comprensión del espacio arquitectónico, un modelo en el que la complicidad de usos y funciones de sus programas se entrelazan con el entorno a través de proyecciones, las que van más allá incluso de los volúmenes que la conforman.

SENSIBLE ENTENDIMIENTO DEL ESPACIO EN TODAS SUS DIMENSIONES

Por otra parte, las relaciones entre los volúmenes, se producen de forma dinámica y guiada por el sensible tratamiento de los espacios en todas sus dimensiones. Esto se justifica de forma plena en el espacio central que concentra todas las miradas, vistas y funciones que lo rodean; por medio de las circulaciones y recorridos se permite al habitante experimentar este espacio central, noble y complejo, que no existe concretamente pero que adquiere tanta relevancia como cualquiera de los laboratorios.

SUSPENDIDO SOBRE EL NIVEL DEL MAR

A partir del volumen sur hacia el norte se extienden otros dos volúmenes asimétricos suspendidos sobre pilares de hormigón, que dan forma a un esquema en U para toda la organización del edificio. Por medio de esta decisión el nivel de playa queda hasta cierto punto inalterado, creándose virtualmente un espacio semi exterior, en el cual se da cobijo a los botes de los pescadores.

LOS HITOS DINÁMICOS QUE DAN CABIDA A UNA RED COMPLEJA DE RELACIONES VIRTUALES.

Parte importante de la composición original del edificio consistió en la creación de espacios exteriores que permitieran apreciar la absoluta magnitud del entorno. Estos espacios como las terrazas en el techo de los laboratorios o el antejardín elevado sobre el auditorio, fueron concebidos como cuerpos transparentes entre el mar y el propio edificio.

Además de los balcones, los espacios elevados, corredores y las dos instancias repetitivas de conexión vertical, Gebhard incorporó a estos una red compleja de relaciones virtuales concretada por medio de recorridos, que se constitu-

yen como lugares de relevancia arquitectónica más allá de la propia circulación, destacando el interés del arquitecto por crear siempre hitos dinámicos que den cabida a la búsqueda de una intimidad en el espacio interior en estrecho vínculo con el exterior necesarios tanto para el trabajo y como para el descanso.

CARACTERIZACIÓN ESTILÍSTICA CORBUSIANA



Fig. 82
Enrique Gebhard, 1945.
Fuente: (Atria, Maximiano; 2005, pág. 42)

Gebhard fue reconocido como uno de los arquitectos más cercanos a la ideología arquitectónica de Le Corbusier, de quién se reconocía seguidor y admirador. Le interesaba la incorporación de elementos de cierta calidad material y ambiental, como muros de piedra o brise-soleil, aunque manteniendo una pureza formal y geométrica.

La Estación de Biología Marina se presenta como una pieza única en la historia y en los logros del arquitecto. Presenta un complejo sistema de interrelaciones espaciales y volumétricas, destacando entre ellas el interés de Gebhard por el paisaje y el rol de los componentes del edificio como elementos plásticos que juegan con diversas intensidades (Atria, Maximiano, 2005, p. 36).

En el proyecto de 1945 se reconoce marcadamente un lenguaje corbusiano, configuraciones de volumen definido y precedente al cual otras formas se subordinan. Un tratamiento de fachadas y cuerpos de manera laminar, con un tamaño de ventanas que se explica en base a la diferencia de programas internos a los que responden. Las ventanas rectangulares corresponden a las salas de laboratorios, mientras que las otras responden a los espacios de circulación que en su largo no requieren regularidad. Por otra parte los dos edificios principales tienen una proporción alargada, de alrededor de 1:5.

La segunda etapa de Montemar, se considera una de las últimas oportunidades que el arquitecto tuvo para concretar sus ideas alimentadas por el proceso de maduración vivido en Argentina; allí desarrolló el plan director de Bahía Blanca, proyecto que alcanzó escalas difícilmente abordables y fue cancelado. A nivel de conjunto, la segunda etapa de la Estación de Biología Marina mantuvo la disposición de cuerpos independientes, pero modificó los volúmenes y estableció nuevos niveles de complejidad en sus relaciones y en su sistema de recorridos en torno a un espacio central. Su innovación fue la relación con el paisaje y las actividades interrelacionadas entre científicos y pescadores. (Atria, Maximiano, 2005, 46 - 47).

Para Gebhard, este edificio presentaba su aporte más significativo a la arquitectura, tal como lo declaraba en un escrito hecho para su inauguración en 1959:

«La Arquitectura: el juego y el equilibrio de los volúmenes, el encuentro exacto de los materiales. La permanencia del espacio y del paisaje como necesidad cultural. Búsqueda de la intimidad de su espacio interior, necesarios al trabajo y al descanso. Destacar los centros de interés dinámico. Creación dialogada entre arquitectos, ingenieros, biólogos y plásticos. Deber de la Universidad de señalar nuevos valores y medidas. Este es el atractivo y la fascinación evidente que surge de una nueva arquitectura.»

(Atria, Maximiano, 2005, 48).

ESTACIÓN DE BIOLOGÍA MARINA DE MONTEMAR (1945)



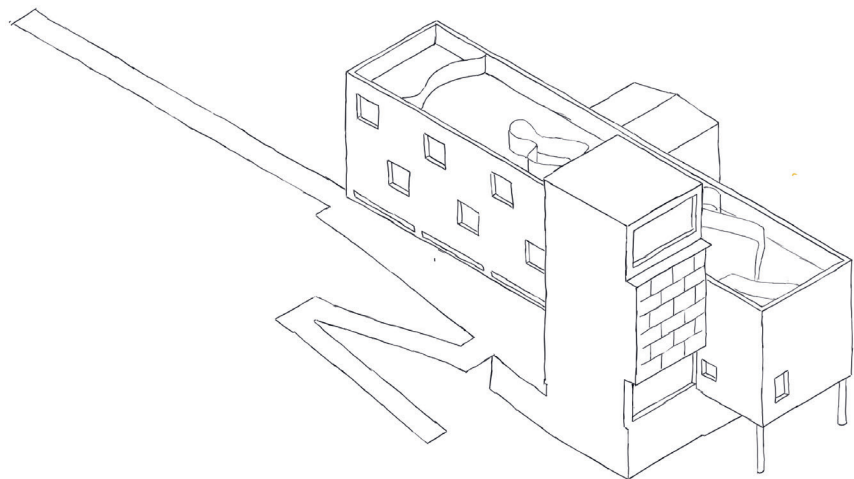
Fig. 83
Primera etapa del edificio, 1945
Fuente: Archivo Universidad de Chile.
Autor: Desconocido.

El proyecto para la Facultad de Biología Marina se construyó en dos etapas. La primera comenzó a fines de 1941 y se terminó en 1945. Posteriormente su segunda etapa inició en 1956, para inaugurarse en 1959, transcurridos 18 años. Ya desde sus primeros esbozos en 1941 el arquitecto previó la construcción parcial del edificio.

Conocidos de antemano los sistemas de financiamiento parcelado y compartido conseguidos por la Universidad de Chile. Se inició la construcción de la primera etapa con el bloque de laboratorios, este volumen que arrancando del camino se internaba hacia el mar fue concebido por Gebhard como el eje estructurante de todo el proyecto.

Continuando las lógicas propias del proceso de diseño este volumen incluyó los laboratorios y las circulaciones verticales.

Fig. 84
Axonométrica, Primera etapa del edificio, 1945.
Fuente: Elaboración Propia.



ESTACIÓN DE BIOLOGÍA MARINA DE MONTEMAR (1955)

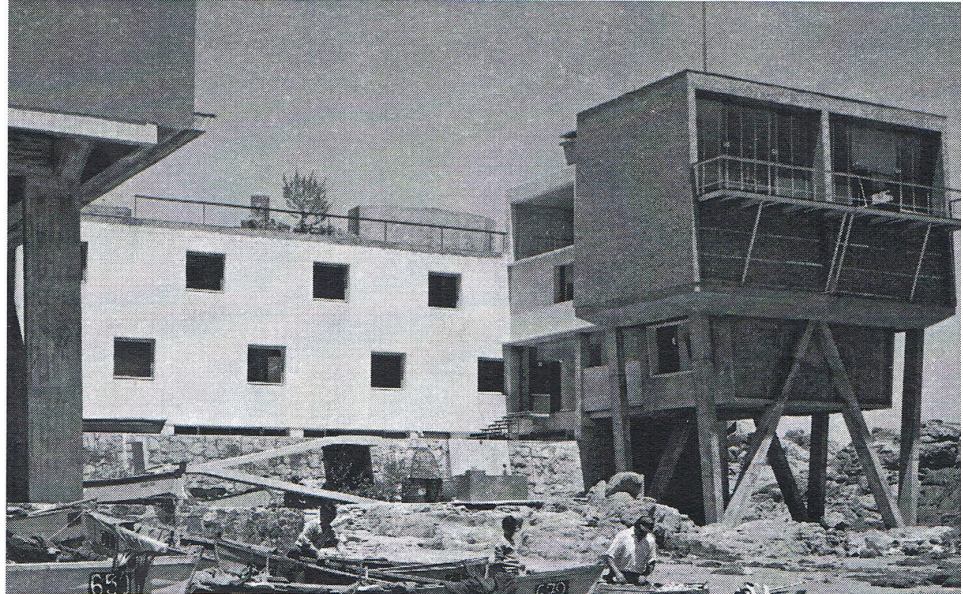


Fig. 85
Vista del frente norte de la estación de biología, en su estado original, 1959.
Fuente: (Atria, Maximiano; 2005, pág. 102)

Con una parte ya inaugurada, el proyecto estaba a la espera de los aportes negociados entre la Universidad y la CORFO que permitirían la construcción de las etapas siguientes. Sin embargo esta espera se extendió por más de diez años para nuevamente ser reactivada.

En 1955 el Instituto de Biología Marina contactó nuevamente a Enrique Gebhard, quién volvía de su estadía en Argentina. Esta segunda etapa del proyecto también se contruyó de forma parcial, los programas de difusión (museo, acuario y jardín botánico) no se ejecutaron porque no formaban parte del encargo directo.

En términos de proceso, Gebhard sólo diseñó tres proyectos, de los cuales el tercero es una intención no realizada. Cada uno contenía la totalidad del complejo de edificios y programas, incorporando además las modificaciones de aquellos noconstruidos.

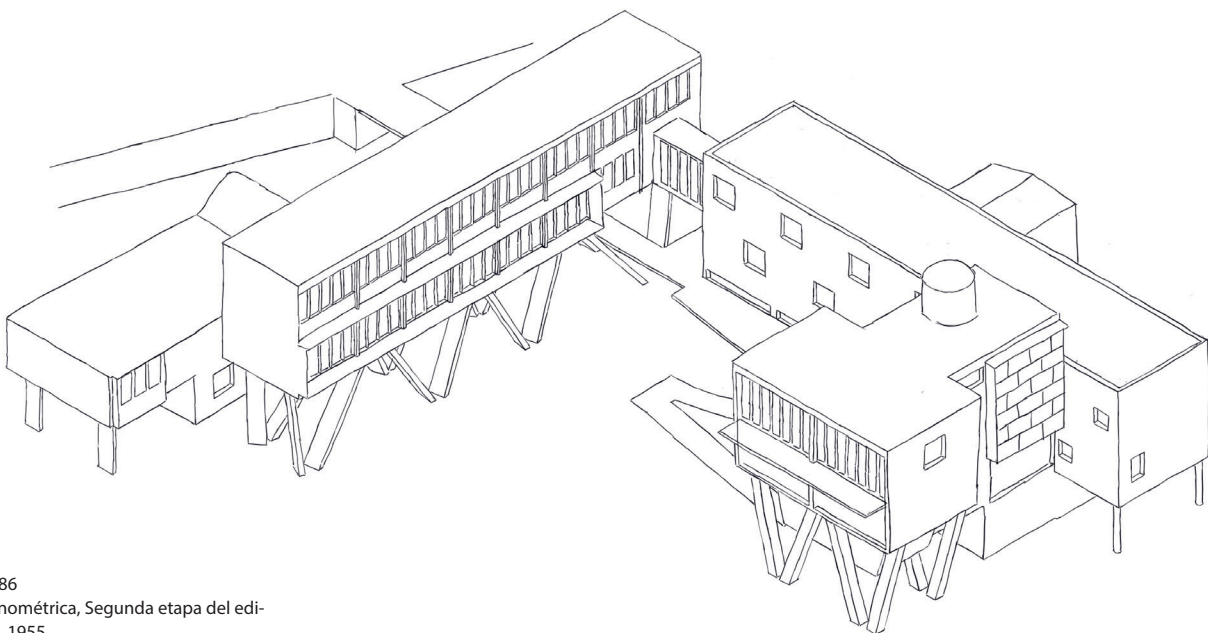


Fig. 86
Axonométrica, Segunda etapa del edificio, 1955.
Fuente: Elaboración Propia.

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR (1955 - ACTUALIDAD)



Fig. 87
Facultad de Biología Marina Montemar vista Sur-Poniente.
Fuente: González, F.; López, C. 2018.
Autor: Pilar Bustos.

Posterior a la inauguración de la segunda etapa (1959) y hoy, el edificio ha sido objeto de al menos tres intervenciones que han operado en dirección contraria a aquellas que el arquitecto consideró como posibles y en base a las que él mismo ejerció, es decir, ampliar el edificio para hacerlo más funcional e incorporar nuevos modos de experimentar el espacio arquitectónico.

Primera Intervención (1975)

En esta intervención se eliminaron todos los espacios de interrelación entre el interior de los laboratorios y oficinas y el exterior expuesto a las extremas condiciones climáticas costeras: se eliminó el jardín sobre el auditorio, la terraza sobre el edificio de laboratorios y el balcón de la biblioteca, junto con modificarse el diseño de los cierres transparentes de las principales fachadas (Docomomo Chile, 2009, p. 100 - 101).

Segunda Intervención (1977)

A fines de los años setenta se realizó un refuerzo estructural que modificó la esbeltez de los pilares diagonales y modificó además la relación entre llenos y vacíos de las fachadas del cuerpo de escaleras, hacia el acceso y hacia el mar. Se incorporaron barandas de acero en las pasarelas peatonales de acceso (Docomomo Chile, 2009, p. 100 - 101).

Tercera Intervención (1990)

Finalmente, a principios de los noventa se agregó un piso extra al edificio de laboratorios, incorporando lenguajes arquitectónicos ajenos y con un exceso de intenciones representativas en el diseño, entrando en una gratuita disputa frente a la apariencia deslavada y racional del edificio original (Docomomo Chile, 2009, p. 100 - 101).

Extensión inconclusa (2005)

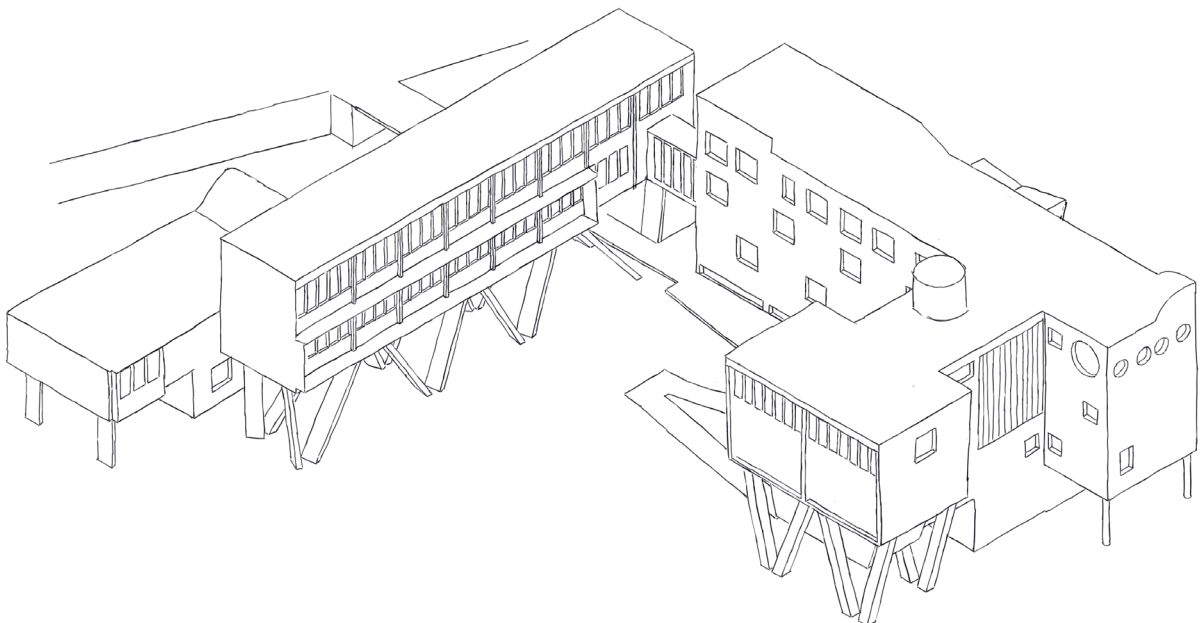
Durante el 2005 el edificio se encontró intervenido por una extensión inconclusa, que consistió en la construcción de un cuerpo perpendicular al edificio

de administración, casi cerrando el lado abierto de la playa, y buscando de manera muy pobre la asimilación estética de los característicos pilares diagonales del edificio original (Docomomo Chile, 2009, p. 100 - 101).

Actualidad

Actualmente, el edificio se encuentra bajo varias intervenciones en su interior, no obstante ya no queda rastro de su extensión inconclusa salvo un muro de contención a nivel de la playa.

Fig. 88
Axonométrica, estado actual del edificio año 2018.
Fuente: Elaboración Propia.



4.1.1. PERFIL DE VALORACIÓN FORMAL Y COMPOSITIVA

A lo largo de este perfil de valoración formal se representan por separado cuatro volúmenes que configuran el edificio para la Facultad de Ciencias del Mar en Montemar (ver figura 62). Esta separación refuerza la idea de que para cada parte del edificio existe una orientación específica - sur, norte, este u oeste - según la cual cada recurso formal manifiesta una respuesta climática que va en favor o en contra del balance térmico total de la obra.

Relaciones establecidas entre los recursos formales del edificio:

- En este caso, la fachada libre no es el recurso con más influencia sobre el resto si no que es la planta libre. Ya que, la retícula cartesiana que la restringe es la misma que determina la orientación de cada proyección de eje, ubica cada programa de uso y establece un requerimiento o demanda al respecto de la iluminación, movimiento del aire, temperatura, humedad junto con los espacios disponibles para el recorrido de los usuarios al interior del edificio.

Por otra parte, es importante mencionar los recursos que no son propios del movimiento moderno pero que sí tienen influencia en el ambiente higrotérmico, estos también quedan reunidos en las decisiones de la planta y el proyecto original. Estos están referidos a las estrategias de emplazamiento y control de la envolvente, en especial en pisos que tienen contacto con el terreno, en este caso terreno con altos índices de humedad.

- Debido a que el recorrido de los espacios virtuales construidos por Gebhard son de suma relevancia en la composición de la Ex Estación de Biología Marina, el segundo recurso más importan es la promenade arquitecturale, por medio de este recurso los espacios quedan vinculados. No obstante, y en estricto rigor, los recursos que cobran importancia seguido de la planta libre son todos los que se vinculan a la envolvente del edificio, ya que involucran los mayores intercambios de calor.

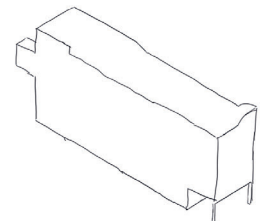
- Las fachadas libres son los recursos que más tratamiento arquitectónico han tenido, el aprovechamiento de la luz en los espacios de circulación para prolongar la vista y el vinculo con el paisaje, construyendo la sombra por medio de celosías y un temprano brise-soleil. Toma como prioridad la fachada oeste del edificio.

Las fachadas este, sur priorizan la iluminación de laboratorios y salas de clases. Y la fachada norte del cuerpo oeste, lugar donde se ubica la biblioteca aprovecha al máximo su capacidad como ventana moderna de enmarcar el paisaje costero.

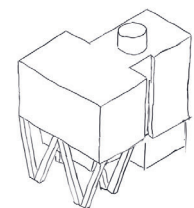
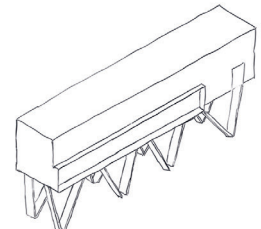
- En cuarto lugar está el uso de pilotis, que separa los volúmenes del suelo húmedo y de los grandes cuerpos de agua, la playa al norte y los roqueríos al poniente. Sin embargo, no es la única forma que el edificio utiliza para emplazarse. De todas formas, deja expuesta nuevas superficies a las inclinencias climáticas, sobre todo a la humedad y las bajas temperaturas a la sombra.

- En último puesto estaría el uso de la terraza jardín, ya que es el recurso que más fue intervenido a lo largo del recorrido histórico del edificio.

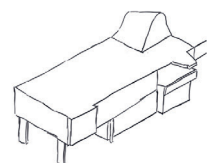
(1) Cuerpo Sur



(2) Cuerpo Este



(3) Cuerpo Oeste



(4) Cuerpo - Auditorio Este

Fig. 89
Cuerpos del Edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales.
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 21.
Análisis formal del elemento *Pilotis* en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Fuente: Elaboración Propia.

Valoración Formal	
Recurso Formal	Facultad de Biología Marina
Pilotis	<p>- Constituyen el espacio vertical entre dos planos horizontales.</p> <p>(1) Aquí el edificio sólo despega del suelo hacia el oeste. Con dos columnas cilíndricas.</p> <p>(2) y (3) Los pilotis en forma de V están situados de forma de emplazar al edificio sobre la playa y formar una caleta delimitada virtualmente por los volúmenes.</p> <p>(4) Las 4 columnas que sostienen el auditorio, generan un espacio cuyo uso sólo puede inferirse como un área de esparcimiento.</p> <p>- Todos los pilotis y columnas permiten la libre circulación al exterior en la planta inferior.</p> <p>- Responden a lógicas estructurales que reemplazan los muros portantes y eliminan los espacios cerrados.</p> <p>- Se basan en la continuidad del espacio por medio de la búsqueda de un límite difuso entre el interior y el exterior.</p> <p>(2) En efecto, los pilotis de este volumen permiten la continuidad del espacio, sin embargo el resto no.</p> <p>- Constituyen áreas para el esparcimiento social, aportan a la creación de un espacio virtual que cobija los botes de los pescadores.</p> <p>- Permiten que el paisaje sea percibido como un espacio continuo. A nivel de la playa el paisaje queda hasta cierto punto inalterado.</p>

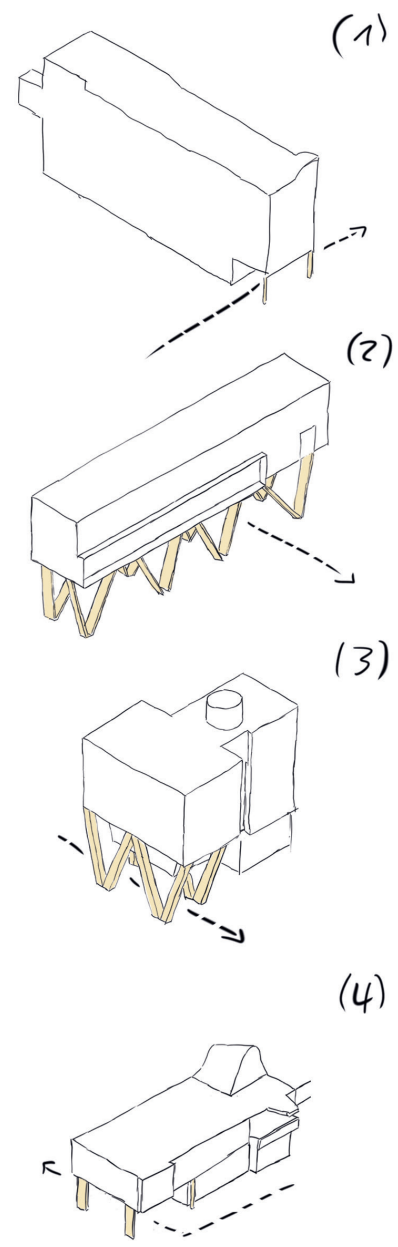


Tabla 22.
Análisis formal del elemento *Terraza Jardín* en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Fuente: Elaboración Propia.

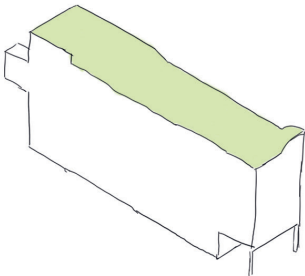
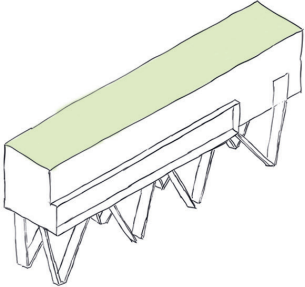
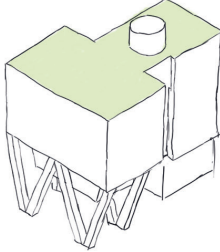
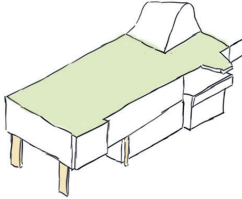
Valoración Formal		
Recurso Formal	Facultad de Biología Marina	
Terraza Jardín	<p>Formalmente en ninguna de las áreas señaladas en las representaciones (1, 2, 3 y 4) existe originalmente una terraza jardín. Todas en la actualidad son techos planos.</p> <p>- La terraza permite apreciar la absoluta magnitud del entorno por medio de la mirada libre, concepto ligado a la luz natural. De este modo, se potencia la relación del entorno inmediato y el lejano.</p> <p>- Constituyen planos utilizables. Las terrazas en el techo de los laboratorios o el antejardín elevado sobre el auditorio, fueron concebidos como cuerpos transparentes entre el mar y el propio edificio.</p> <p>-Gebhard incorporó a estos una red compleja de relaciones virtuales concretada por medio de recorridos, por lo que se relacionan con la luz natural y el control de la vista.</p> <p>- Su uso permite la eliminación del cielorraso.</p>	 (1)  (2)  (3)  (4)

Tabla 23.
Análisis formal del elemento *Planta Libre* en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Fuente: Elaboración Propia.

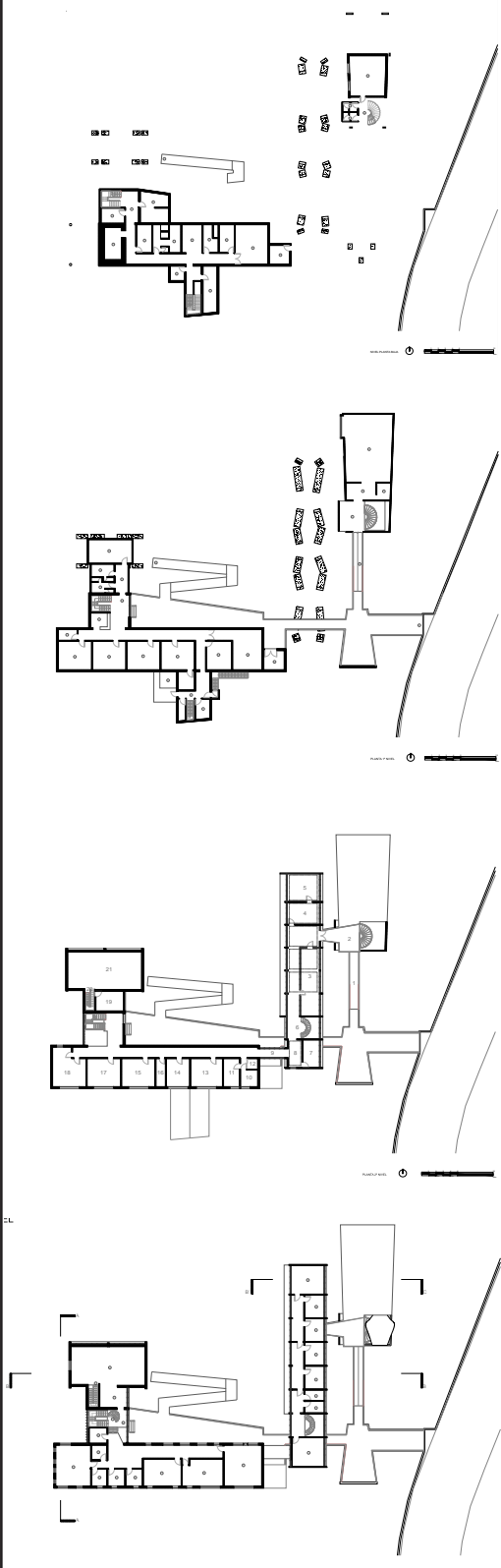
Valoración Formal	
Recurso Formal	Facultad de Biología Marina
Planta Libre	<ul style="list-style-type: none"> - La libertad plástica del hormigón permitió subvertir a las tipologías arquitectónicas que hasta entonces se desarrollaban - La voluntad de construir un plano horizontal sin vigas de cuelgue, hizo que se alcanzara la percepción de un espacio libre. - Los muros portantes dejaron de determinar las dimensiones de la planta y se desarrolló el concepto de flexibilidad. - El espacio fluido requirió de una nueva gramática espacial alejada de las simetrías axiales y centrales. - El espacio moderno actúa desde la yuxtaposición de los espacios, estableciendo relaciones entre zonas equivalentes. - La búsqueda de la flexibilidad absoluta provocó que las fuerzas de gravedad no rijan la disposición de los elementos. - Sigue la retícula cartesiana. - Se rige por el equilibrio dinámico y la continuidad. - No tiene relación con la envolvente. 

Tabla 24.
Valores formales del elemento *Fachada Libre* en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Fuente: Elaboración Propia.

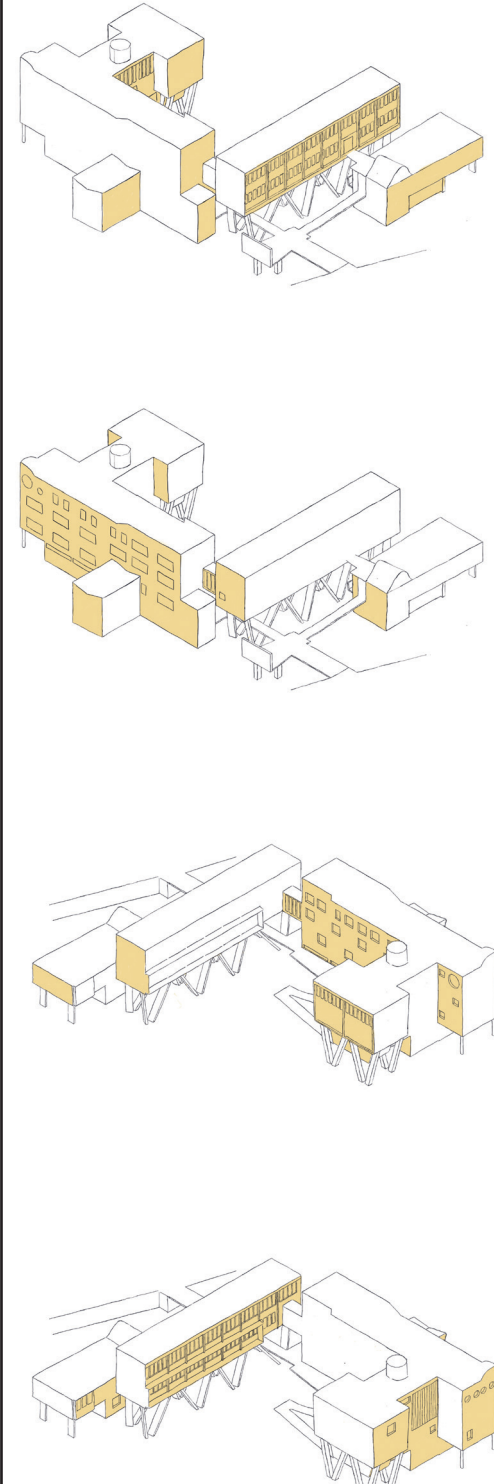
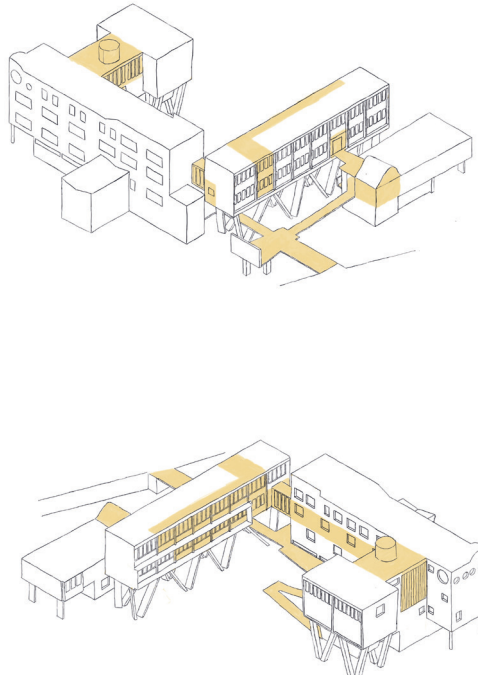
Tabla de Comparación	
Recurso Formal	Facultad de Biología Marina
Fachada Libre	<ul style="list-style-type: none"> - Es libre de ornamentos y es opaca, ligera, transparente, vidriada o liberada. - Su mayor cualidad como ventana moderna es su capacidad para construir la sombra, además de enmarcar el espacio y “domesticar el paisaje” haciéndolo parte del interior. - Sirve para gestionar el espacio y el tiempo en la arquitectura, por medio de la construcción de la iluminación. 

Tabla 25.

Valores formales del elemento *promenade architecturale* en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla de Comparación	
Recurso Formal	Facultad de Biología Marina
Promenade Arquitecturale	<p>- Constituye el espacio intermedio por medio del recorrido.</p> <p>(1) y (2) en el edificio Facultad de Biología Marina el uso de la rampa posibilita la unión entre “lo arquitectónico” y “lo natural”.</p> <p>- Además la combinación entre circulaciones verticales naturales (escaleras, pasarelas y rampas) organiza las masas y vacíos dentro de una retícula cartesiana en base a su función y forma.</p> <p>- Su uso permite percibir la inercia dinámica del espacio intermedio, disponiendo de los cambios de luz solar.</p> <p>- Los espacios quedan vinculados a la circulación y surgen de la circulación. Ya sea de los fluidos de aire caliente, o por el movimiento en planta de los vehículos, o por el movimiento en sección de las personas.</p> <p>- El recorrido es el que hace posible cambiar los puntos de referencia.</p> 

4.1.2. VALORACIÓN FORMAL Y COMPOSITIVA

Las siguientes tablas muestran los resultados ponderados de la valoración formal y compositiva de cada recurso formal presente en el edificio Facultad de Ciencias del Mar. Este valor tiene relación directa con los estándares general previamente investigados y señalados en las tablas 7 y 8 de esta tesis.

- En su gran mayoría los recursos presentes en el edificio facultad de ciencias del mar tienen un valor formal alto. Por lo tanto, se debiese velar por mantenerlos o intervenirlos lo menos posible.

- Con excepción de la fachada libre que tiene un valor medio, y siendo el tercer recurso de mayor relevancia en la composición de la obra es el recurso que mayor posibilidad tiene de ser intervenido.

Tabla 26.
Valoración Formal y Compositiva del elemento Pilotis, en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Fuente: Elaboración Propia.

Valoración Formal	Edificio Ex Estación de Biología Marina (2018)	
Pilotis		
Constituyen el espacio vertical entre dos planos horizontales.		X
Se colocan de manera equidistante y permiten la libre circulación en la planta inferior.		X
Responden a lógicas estructurales que reemplazan los muros portantes y eliminan los espacios cerrados.		X
Basan la continuidad del espacio a través de la búsqueda de un límite difuso entre el interior y el exterior.		X
Constituyen áreas para el esparcimiento social y/o estacionamiento de vehículos.		X
Permiten que el paisaje sea percibido como un espacio continuo		X
	Porcentaje (6/6)	100%
	Valor Formal del Recurso	Alto

Tabla 27.
Valoración Formal y Compositiva del elemento Terraza Jardín en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Fuente: Elaboración Propia.

Valoración Formal	Edificio Ex Estación de Biología Marina (2018)	
Terraza Jardín		
La terraza explora el concepto detrás de la mirada libre, ligado a la luz natural.		X
Es un ejercicio de evolución de la técnica del control de la vista.		X
Constituye un plano utilizable resultado de la evolución de la técnica, para una nueva forma de vivir.		
Pensada para mantener una humedad constante en el hormigón		
Potencian la relación del entorno inmediato y el lejano.		X
Su uso permite la eliminación del cielorraso		X
	Porcentaje (4/6)	66,6%
	Valor Formal del Recurso	Alto

Tabla 28.

Valoración Formal y Compositiva del elemento Planta Libre en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Fuente: Elaboración Propia.

Valoración Formal	Edificio Ex Estación de Biología Marina (2018)	
Planta Libre		
Subvierte tipologías arquitectónicas que hasta entonces se desarrollaban.		X
La voluntad de construir un plano horizontal sin vigas de cuelge, la hace alcanzar el espacio libre.		
Los muros portantes no determinan las dimensiones de la planta y se desarrolla el concepto de flexibilidad.		
Se aleja que las simetrías axiales y centrales.		X
Se rige por el equilibrio dinámico y la continuidad		X
Las fuerzas de gravedad no rigen la disposición de los elementos		X
Sigue la retícula cartesiana		X
Se rige por el equilibrio dinámico y la continuidad		X
No tiene relación con la envolvente		X
	Porcentaje (7/9)	77,7%
	Valor Formal del Recurso	Alto

Tabla 29.

Valoración Formal y Compositiva del elemento Planta Libre en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Fuente: Elaboración Propia.

Valoración Formal	Edificio Ex Estación de Biología Marina (2018)	
Fachadas Libres		
Configura la envolvente por medio del retranqueo de la línea estructural y permite mayores aberturas.		X
No se rige de la disposición de soportes verticales, por lo tanto es una fachada ligera.		
Se considera una pantalla reflectante de luz y por ningún caso descansa sobre el suelo.		
No es estructural, solo soporta su propio peso y las condiciones del viento.		
Es libre de ornamentos y puede ser opaca, ligera, transparente, vidriada o liberada.		X
Su mayor ventaja como ventana moderna es su capacidad para construir la sombra, enmarcar el paisaje.		X
Permiten que el paisaje sea percibido como un espacio continuo		X
Sirve para gestionar el espacio y el tiempo en la arquitectura, por medio de la construcción de la iluminación.		X
Busca ser un volumen puro y hermético, capaz solo de iluminar.		
Puede tratarse de un panel de cristal, y también a través del uso de celosías puede adaptarse al lugar.		X
	Porcentaje (6/10)	60%
	Valor Formal del Recurso	Medio

Tabla 30.

Valoración Formal y Compositiva del elemento promenade architecturale en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Fuente: Elaboración Propia.

Valoración Formal	Edificio de Biología Marina (2018)	
<i>promenade architecturale</i>		
Constituye el espacio intermedio por medio del recorrido.		X
Organiza masas y vacíos dentro de una retícula cartesiana en base a su función y forma.		X
Su uso permite percibir la inercia dinámica del espacio intermedio, disponiendo de los cambios de luz solar.		X
Los espacios quedan vinculados por el movimiento de personas, vehículos o fluidos de aire caliente		X
El recorrido es el que hace posible cambiar los puntos de referencia.		X
	Porcentaje (5/5)	100%
	Valor Formal del Recurso	Alto

4.2. ANTECEDENTES CLIMÁTICOS

Datos Climatológicos

Son muchos los factores que afectan al rendimiento energético de un edificio: altitud, latitud, longitud, topografía del suelo y estructuras circundantes, microclima local, etc. La temperatura exterior es un requisito básico para la mayoría de las herramientas que analizan aspectos relacionados con el consumo de energía; los valores pueden requerirse en términos de horas, días o meses. Otros datos necesarios pueden ser la velocidad y la dirección del viento, la radiación y la humedad (básicamente formular un diagrama bioclimático)

UBICACIÓN

La Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad de Valparaíso se encuentra en el sector costero de Montemar, precisamente en Avenida Borgoño de Viña del Mar, región de Valparaíso, Chile.

Coordenadas: Lat. -32.956879, Long. -71.550007

ZONIFICACIÓN: Central Litoral (CL)

Cordón costero continuación zona NL desde el Aconcagua hasta el valle de Bío-Bío excluido. Penetra ampliamente en los anchos valles que abren las desembocaduras de los ríos.

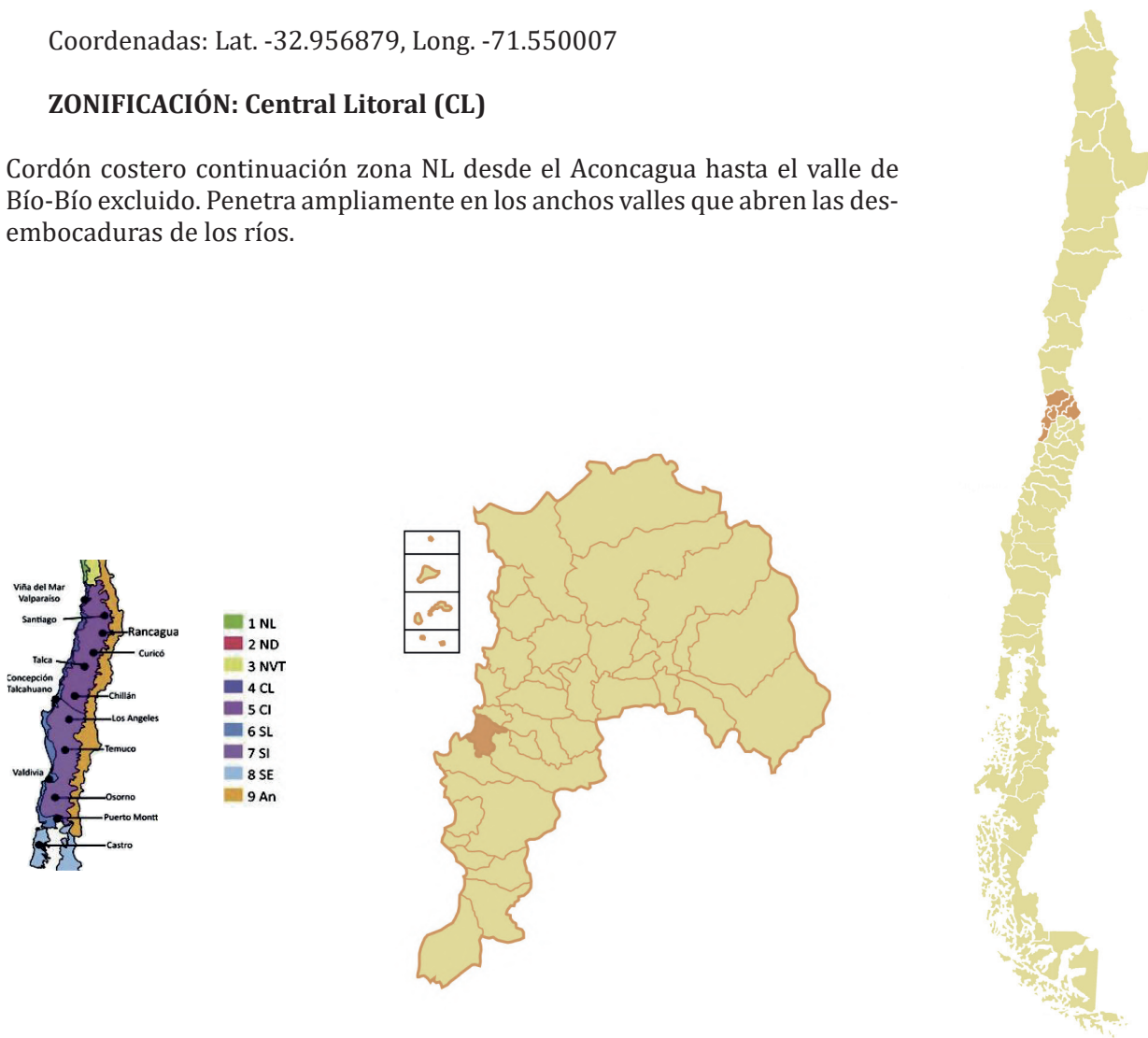


Fig. 90 Ubicación Geográfica y Climática del Edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Fuente: González, F.; López, C. 2018. pág. 10.

Geometría del edificio

La orientación es importante, sobre todo en lo que se refiere a radiación solar y al viento. En estudios más detallados, también es importante el control de las zonas. Muchas de las herramientas más sencillas sólo tienen en cuenta “zonas únicas”, y el modelo representa todo el edificio como un único espacio. Esto suele ser suficiente para análisis sencillos e intermedios de edificios domésticos, pero es restrictivo para otros usos.

Indicadores totales de hoja de datos de:						Valparaíso
H1	H2	H3	A1	A2	A3	
0	2	0	2	0	7	
Emplazamiento						
			0-10		5-12	X Orientación norte y sur (alineada a eje este-oeste)
			11-12		0-4	Planificación compacta de patio interior
Distribución Espacial						
11-12						Espacios abiertos para penetración de brisas
2-10						Como arriba, pero con protección de viento frío y caliente
0-1						X Diseño compacto de recintos
Movimiento de Aire						
3-12						Recintos alineados en un solo lado, provisión permanente de aire en movimiento
1-2			0-5			X Recintos alineados en dos lados, provisión temporal de aire en movimiento
			6-12			
0	2-12					Sin requerimientos de movimiento de aire
	0-1					
Aberturas - Fenestraciones						
			0-1		0	Aberturas grandes, 40-80%
			11-12		0-1	Aberturas muy pequeñas, 10-20%
Cualquier Otra Condición						X Aberturas medianas, 20-40%
Muros						
			0-2			X Muros livianos, con intervalos de retardo cortos
			3-12			Muros externos e internos macisos
Techumbre						
			0-5			X Ligera, Techumbre aislada
			6-12			Macisa, Techumbre, con intervalo de retardo 8 hrs
Dormir en el exterior						
				2-12		Espacios para dormir en el exterior
Protección Lluvia						
		3-12				Protección necesaria a lluvia fuerte
Tamaño Aberturas						
			0-1		0	Aberturas grandes, 40-80%
			2-5		1-12	X Aberturas medianas, 25-40%
			6-10			Aberturas pequeñas, 15-25%
			11-12		0-3	Aberturas muy pequeñas, 10-20%
					4-12	Aberturas medianas, 25-40%
Posición de Aberturas						
3-12						En muros norte y sur, a la altura del cuerpo en la dirección del viento.
1-2			0-5			
			6-12			X Como arriba, también aberturas en muros internos
0	2-12					
Protección de Aberturas						
					0-2	Luz directa solar excluida
		2-12				Proporcionar protección de la lluvia
Muros y Pisos						
			0-2			X Livianos, baja capacidad térmica
			3-12			Macisos, con intervalo de retardo de 8 horas
Techumbre						
10-12			0-2			Liviana, superficie reflectante, perforada
			3-12			X Liviana, bien aislada
0-9			0-5			
			6-12			Macisa, con intervalo de retardo de 8 horas
Características Externas						
				1-12		Espacios para dormir en el exterior
		1-12				Adecuada evacuación de aguas lluvias

Fig. 91
 Tabla Mahoney para
 la Región de Valparaíso.
 Fuente: Elaboración Propia.

Caracterización Climática

RADIACIÓN

Horas de Sol durante un día.

La duración del día en Valparaíso varía considerablemente durante el año. En 2022, el día más corto es el 21 de junio, con 9 horas y 58 minutos de luz natural; el día más largo es el 21 de diciembre, con 14 horas y 20 minutos de luz natural. La salida del sol más temprana es a las 06:30 el 5 de diciembre, y la salida del sol más tardía es 1 hora y 30 minutos más tarde a las 08:00 el 4 de septiembre. La puesta del sol más temprana es a las 17:46 el 11 de junio, y la puesta del sol más tardía es 3 horas y 13 minutos más tarde a las 20:59 el 8 de enero (Weather Spark, 2023).

Energía Solar

La energía solar de onda corta incidente promedio diaria tiene variaciones estacionales extremas durante el año.

El período más resplandeciente del año dura 3,6 meses, del 3 de noviembre al 20 de febrero, con una energía de onda corta incidente diaria promedio por metro cuadrado superior a 7,8 kWh. El mes más resplandeciente del año en Valparaíso es diciembre, con un promedio de 9,0 kWh.

El periodo más oscuro del año dura 3,5 meses, del 1 de mayo al 17 de agosto, con una energía de onda corta incidente diaria promedio por metro cuadrado de menos de 3,9 kWh. El mes más oscuro del año en Valparaíso es junio, con un promedio de 2,6 kWh (Weather Spark, 2023).

MOVIMIENTO DEL AIRE

Vientos predominantes

La velocidad promedio del viento por hora en Valparaíso tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 4,5 meses, del 2 de octubre al 18 de febrero, con velocidades promedio del viento de más de 15,8 kilómetros por hora. El mes más ventoso del año en Valparaíso es noviembre, con vientos a una velocidad promedio de 17,5 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 7,5 meses, del 18 de febrero al 2 de octubre. El mes más calmado del año en Valparaíso es mayo, con vientos a una velocidad promedio de 13,9 kilómetros por hora (Weather Spark, 2023).

Dirección del Viento

La dirección del viento promedio por hora predominante en Valparaíso es del sur durante el año (Weather Spark, 2023).

TEMPERATURA DEL AIRE

Temperaturas Externas

La temporada templada dura 3,2 meses, del 6 de diciembre al 13 de marzo, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 19 °C. El mes más cálido del año en Valparaíso es enero, con una temperatura máxima promedio de 20 °C y mínima de 12 °C.

La temporada fresca dura 3,1 meses, del 3 de junio al 6 de septiembre, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 16 °C. El mes más frío del año en Valparaíso es julio, con una temperatura mínima promedio de 7 °C y máxima de 15 °C (Weather Spark, 2023).

HUMEDAD RELATIVA

Lluvia

La temporada de lluvia dura 5,3 meses, del 16 de abril al 24 de septiembre, con un intervalo móvil de 31 días de lluvia de por lo menos 13 milímetros. El mes con más lluvia en Valparaíso es junio, con un promedio de 54 milímetros de lluvia.

Diagrama Bioclimático (Givoni)

Ubicación	Valparaíso (Rodelillo)
Longitud (°)	71
Latitud (°)	-32
Altitud (m)	0

Datos Climático

Media mensual...	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Temp. Max. (°C)	20	20	19	18	16	16	15	16	16	17	18	20
HR Mín. (%)	59	61	63	68	69	69	66	65	65	61	57	56
Presión (Pa)	1378	1425	1383	1402	1253	1253	1124	1181	1181	1181	1175	1308
Temp. Mín. (°C)	12	12	11	10	9	8	7	7	8	9	10	11
HR Máx. (%)	80	81	83	85	88	89	90	89	87	84	82	81
Presión (Pa)	1121	1135	1088	1043	1009	954	901	891	932	963	1006	1062

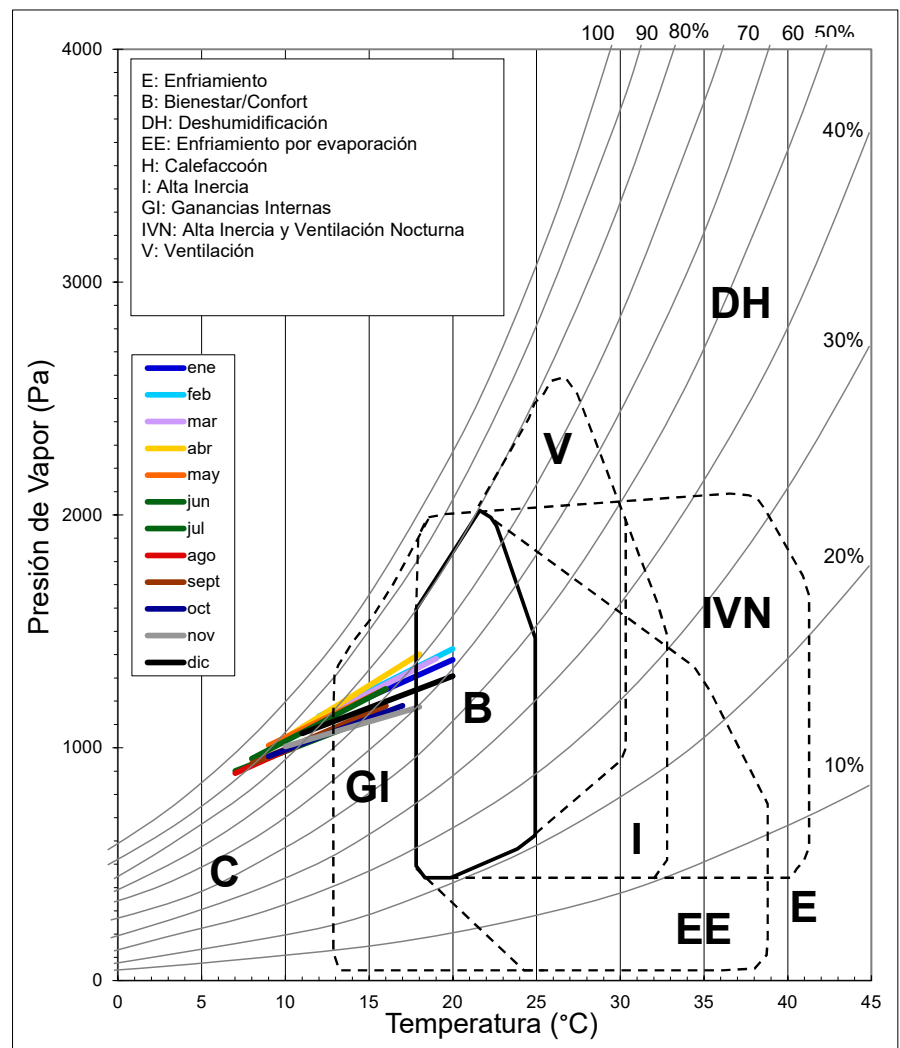


Fig. 92
Diagrama Bioclimático, Givoni, de la
Región de Valparaíso.
Fuente: Elaboración Propia.

El periodo del año sin lluvia dura 6,7 meses, del 24 de septiembre al 16 de abril. El mes con menos lluvia en Valparaíso es enero, con un promedio de 0 milímetros de lluvia (Weather Spark, 2023).

Nubes

En Valparaíso, el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía considerablemente en el transcurso del año.

La parte más despejada del año en Valparaíso comienza aproximadamente el 17 de octubre; dura 6,0 meses y se termina aproximadamente el 19 de abril. El mes más despejado del año en Valparaíso es febrero, durante el cual en promedio el cielo está despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 92 % del tiempo.

La parte más nublada del año comienza aproximadamente el 19 de abril; dura 6,0 meses y se termina aproximadamente el 17 de octubre.

El mes más nublado del año en Valparaíso es junio, durante el cual en promedio el cielo está nublado o mayormente nublado el 52 % del tiempo (Weather Spark, 2023).

ESTRATEGIAS DE DISEÑO PASIVO APLICABLES A ESTE CASO:

Recomendables:

- Aislación Térmica
- Aislación de Puente Térmico
- Masa Térmica
- Control de Infiltraciones
- Ventilación Cruzada
- Ventilación Convectiva
- Protección Solar

Opcionales, con ayuda de simulaciones:

- Ganancias directas
- Ganancias Indirectas

4.3. PERFIL DE VALORACIÓN CLIMÁTICA

En estricto rigor, el edificio de Enrique Gebhard no adquiere importancia sino hasta su segunda fase cuando adquiere los principios de Le Corbusier: El valor de este edificio se encuentra en su integración con el paisaje. La facultad de biología marina pasa a dar testimonio, en ese entonces, de cómo la arquitectura podría transformarse en una extensión del lugar en la cual se emplazaba.

Sin embargo durante el desarrollo del expediente técnico (2018) se pudieron observar varias patologías asociadas a la envolvente del edificio.

- Eflorescencias en la fachada vinculadas a sales minerales cristalizadas bajo la superficie del material. Este proceso patológico suele tener como causa directa previa la aparición de humedad.

- Humedades en elementos estructurales horizontales, La presencia de humedad en la parte inferior de una losa expuesta a la interperie se produce por la alta permeabilidad de este elemento de hormigón. Una posible causa es la falta de un elemento que permita impermeabilizar o aislar la fuente de humedad del elemento de hormigón.

Además, en aquel expediente técnico (2018) también se realizó una breve campaña de medición, la cual dejó observaciones respecto a la habitabilidad de los recintos de laboratorio durante el mes de mayo.

En el cuerpo sur del edificio uno de los laboratorios registró el uso de sistemas de calefacción activa debido a que, y como lo indicaban las mediciones puntuales, los muros no alcanzaban temperaturas de confort al no sobrepasar los 17°C al interior. También, durante esta campaña de medición se registró que sólo un 1% del tiempo establecido el horario laboral alcanzó un confort térmico aceptable.

Por otro lado, la falta de renovaciones de aire hizo propicio que la humedad se mantuviera al interior de los laboratorios. Estos recintos poseían ventana fijas y las ventanillas con orificios sobre el dintel se encontraban tapadas. Debido a que las temperaturas eran demasiado bajas al interior, los recintos solían mantener sus únicas puertas de acceso constantemente cerradas.

En vista de todos los antecedentes, en general el edificio de la Facultad de Ciencias del Mar debería tener una mejor aislación térmica e impermeabilidad.

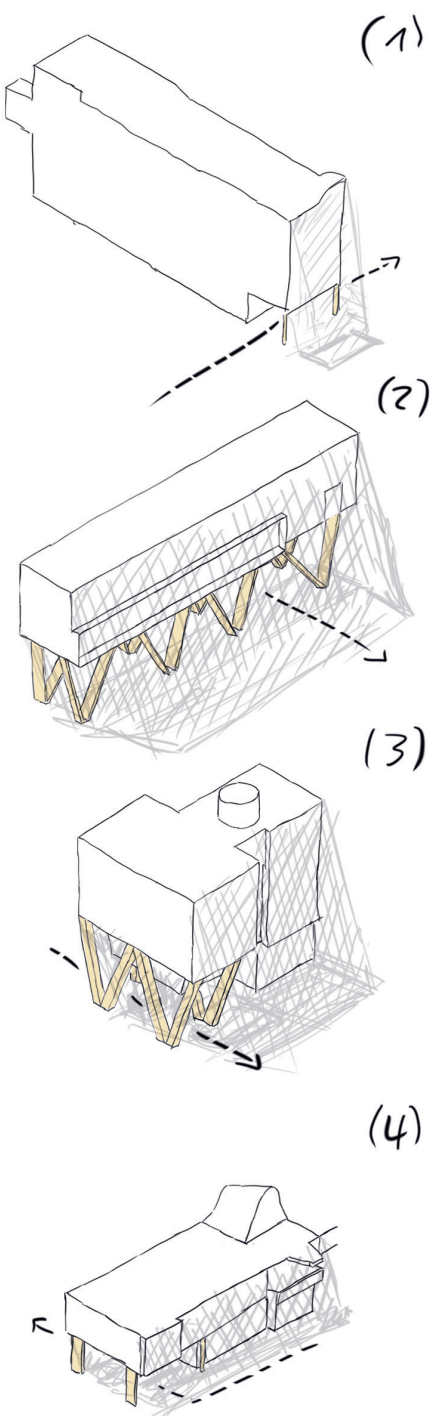
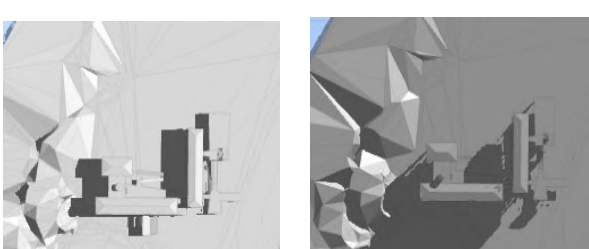
Factor Climático	Radiación	Recurso Formal: PILOTIS
Potencial Inherente	Actúa	
	Deteriora	
	Neutral	
<p>Durante la mañana en Solsticio de Verano: 9:00 AM</p> <p>Azimut: 85,9° Altura: 52,8°</p> <p>Disminución de las temperaturas al exterior:</p> <p>Cuerpo Este (2) A nivel de T° del suelo, las pasarelas de acceso expuestas a radiación elevarán su temperatura, son suelos ventilados de hormigón armado pero que pueden ayudar a crear un ambiente exterior más confortable dadas las bajas temperaturas durante la mañana. Además, a nivel microclimático la sombra proyectada por la geografía cercana también asegura la sombra y las bajas temperaturas.</p> <p>Por otro lado, parte del suelo de la caleta también queda en sombra durante al menos 4 horas durante la mañana (6:30 a 11:30 am).</p> <p>Construcción de Sombra en recorridos:</p> <p>Durante las mañanas de verano los Pilotis contribuyen a que existan pequeñas áreas de sol.</p> <p>Protección del Sol:</p> <p>A esta hora la protección del sol no es tan necesaria, ya que lo importante es que suba la T° Exterior.</p> <p>Sin áreas extensas de sombra.</p> <p>Durante la mañana en Solsticio de Invierno: 9:00 PM</p> <p>Leve aumento de temperatura del suelo al exterior</p> <p>Permite que durante las primeras horas de la mañana el sol ingrese a la caleta.</p> <p>Solsticio de Verano: 9:00 AM Solsticio de Invierno: 9:00 AM</p> 		
		<p>Solsticio de Verano: 9:00 AM</p>

Tabla 31. Evaluación Climática del elemento Pilotis en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Radiación, 9:00 am. Fuente: Elaboración Propia.

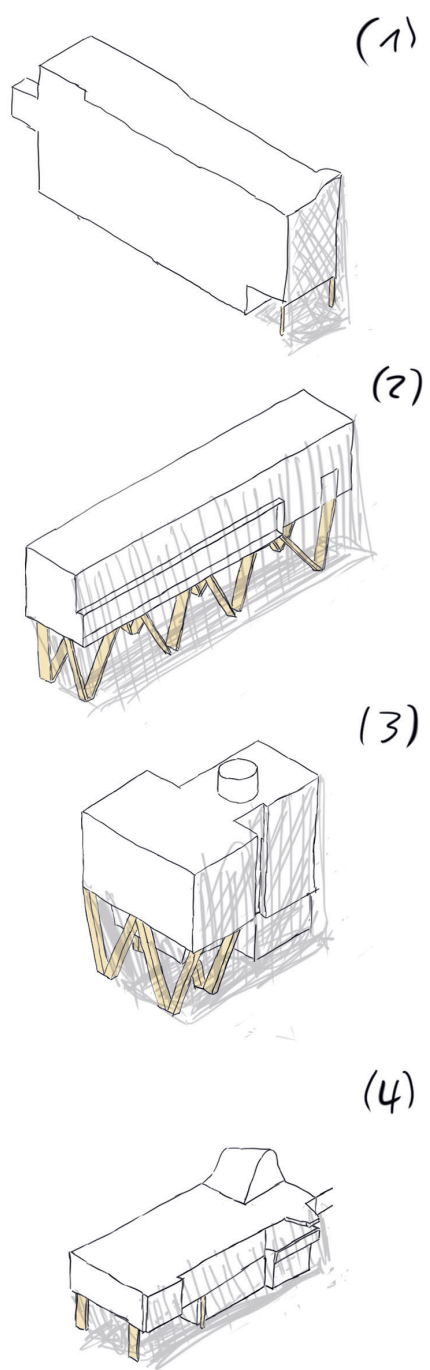

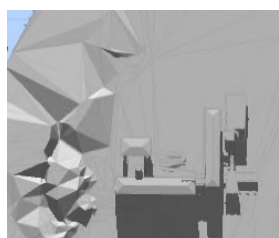
Factor Climático	Radiación	Recurso Formal: PILOTIS
Potencial Inherente	Actúa	
	Deteriora	
	Neutral	
<p>Durante el mediodía en Solsticio de Verano: 12:00 PM</p> <p>Azimut: -20,9° Altura: 79,8°</p> <p>Disminución de las temperaturas del suelo al exterior:</p> <p>Cuerpos este, oeste y sur del edificio (2, 3 y 4). A medio día la T° del suelo se eleva al igual que los índices de radiación solar, por lo que resulta crucial la creación de áreas de sombra al exterior en primavera y verano. En este sentido, el diseño del edificio por medio del uso del recurso arquitectónico pilotis asegura la existencia de sombra en un emplazamiento donde la vegetación no podría prosperar.</p> <p>Construcción de Sombra en recorridos:</p> <p>A medio día y en primavera-verano los Pilotis contribuyen a que existan áreas de sombra en espacios donde las personas pueden reunirse.</p> <p>Protección del Sol:</p> <p>A esta hora la protección del sol es crucial.</p> <p>Sin áreas extensas de sombra.</p> <p>Efectivamente, las áreas extensas de sombra son reducidas a esta hora.</p> <p>Durante la mañana en Solsticio de Invierno: 12:00 PM</p> <p>Aumento de temperatura del suelo al exterior</p> <p>Permite que durante toda la mañana existan áreas de sol que amortigüen las bajas temperaturas.</p>		
<p>Solsticio de Verano: 12:00 AM</p>  <p>Solsticio de Invierno: 12:00 AM</p> 		<p>Solsticio de Verano: 12:00 AM</p>

Tabla 32. Evaluación Climática del elemento Pilotis en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Radiación, 12:00 pm. Fuente: Elaboración Propia.

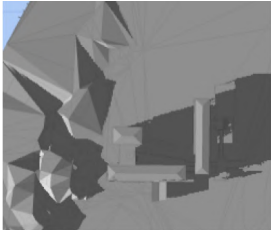
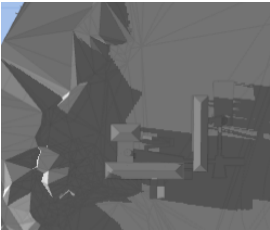
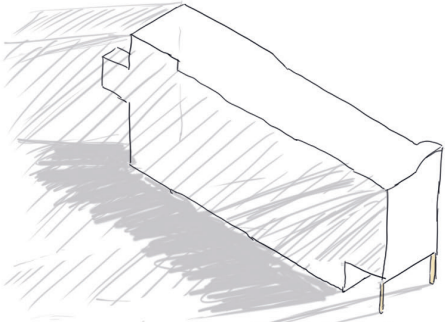
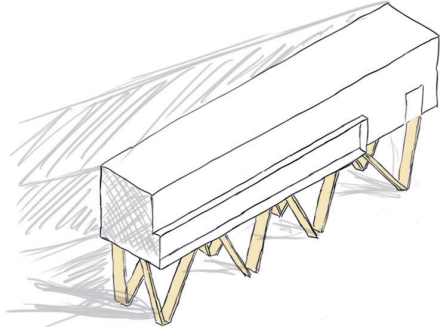
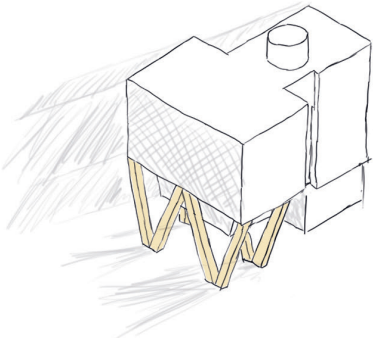
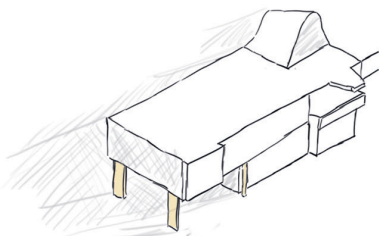
Factor Climático	Radiación	Recurso Formal: PILOTIS
Potencial Inherente	Actúa	
	Deteriora	
	Neutral	
<p>Durante la tarde en Solsticio de Verano: 17:00 PM</p> <p>Azimut: -104° Altura: 21,4°</p> <p>Disminución de las temperaturas al exterior:</p> <p>Cuerpos este, oeste y auditorio (2, 3 y 4) A nivel de T° del suelo pasado el medio día empezarán a disminuir, pues la disposición del volumen sur del edificio provocará extensas sombras durante la tarde en verano y otoño.</p> <p>Construcción de áreas soleadas en recorridos:</p> <p>Durante la tarde los Pilotis contribuyen a que existan áreas soleadas en espacios donde las personas pueden reunirse y las temperaturas del exterior comienzan a disminuir.</p> <p>Áreas extensas de sombra.</p> <p>A esta hora las áreas de sombra son extensas, en especial en el sector este del edificio. Por consiguiente, podemos asumir que las temperaturas al exterior también se reducirán de forma notable.</p> <p>Durante la tarde en Equinoccio de Otoño: 17:00 PM</p> <p>Los Pilotis permite que durante la tarde persistan las áreas de sol, sin embargo no son suficientes ya que todo el cuerpo sur del edificio provocará extensas áreas de sombra. Por lo que, al menos entrado el invierno, esta estrategia será neutral.</p> <p>Solsticio de Verano: 17:00 PM Equinoccio de Otoño: 17:00 PM</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>		<div style="text-align: right;"> <p>(1)</p>  <p>(2)</p>  <p>(3)</p>  <p>(4)</p>  </div>

Tabla 33. Evaluación Climática del elemento Pilotis en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Radiación, 17:00 pm. Fuente: Elaboración Propia.

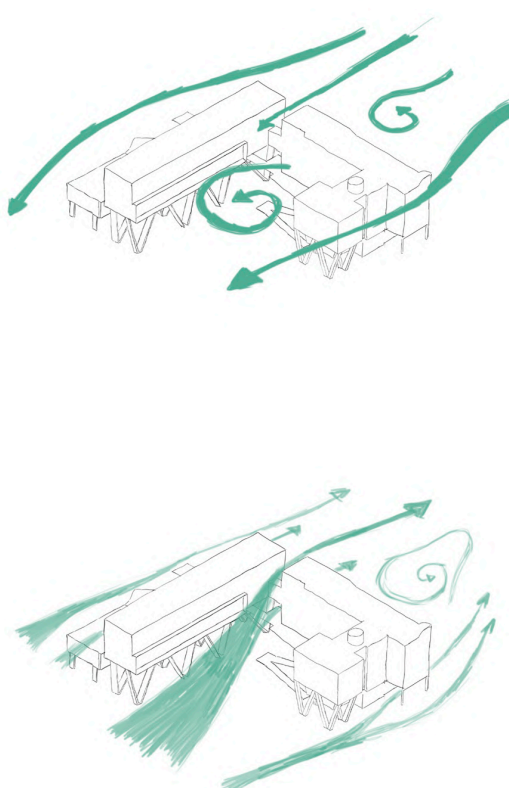
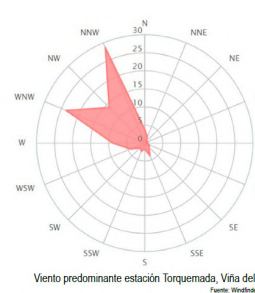
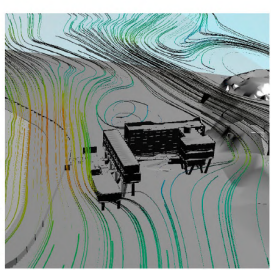
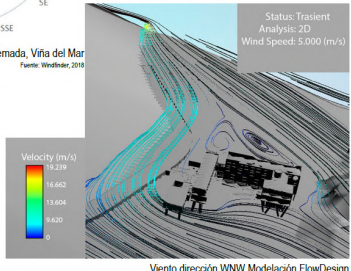
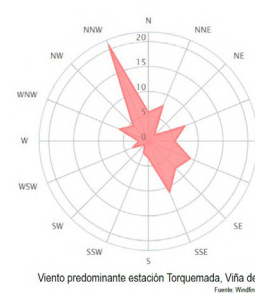
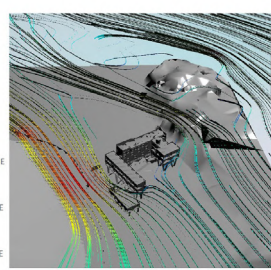
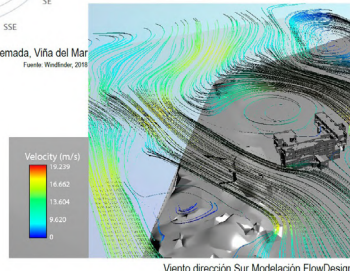
Factor Climático	Movimiento del Aire	Recurso Formal: PILOTIS
Potencial Inherente	Actúa	
	Deteriora	
	Neutral	
<p>Vientos Predominantes:</p> <p>El espacio semiexterior constituido por el volumen sur es capaz de crear un entorno cobijado de los vientos predominantes del sur.</p> <p>Comportamiento en invierno.</p> <p>El edificio logra generar una barrera de protección contra los vientos predominantes del sur, sin embargo los Pilotis dejan desprotegida la caleta durante los fuertes vientos del norte.</p> <p>Comportamiento en verano.</p> <p>El edificio aprovecha los vientos predominantes del norte para generar sensación de frescor en el área de la caleta y demás zonas de reunión al exterior. Aportando también al confort dinámico de los espacios de la promenade architecturale al exterior.</p> <p>Diferencias de Presión:</p> <p>Queda dispuesto a evaluación cuantitativa cuál es la influencia que las presiones del viento exterior tienen en la ventilación cruzada de los espacios interiores.</p> <p>Se debe prestar atención a las infiltraciones de aire por la envolvente en el piso ventilado.</p>		
<p style="text-align: center;">Solsticio de Verano</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="223 1411 478 1702">  <p>Viento predominante estación Torquemada, Viña del Mar Fuente: Windfinder, 2018</p> </div> <div data-bbox="494 1344 766 1612">  <p>Viento dirección Norte Modelación FlowDesign</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div data-bbox="414 1635 766 1904">  <p>Viento dirección WNW Modelación FlowDesign</p> </div> <div data-bbox="845 1411 1101 1702">  <p>Viento predominante estación Torquemada, Viña del Mar Fuente: Windfinder, 2018</p> </div> <div data-bbox="1117 1344 1388 1612">  <p>Viento dirección NNW Modelación FlowDesign</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div data-bbox="1037 1635 1388 1904">  <p>Viento dirección Sur Modelación FlowDesign</p> </div> </div>		

Tabla 34. Evaluación Climática del elemento Pilotis en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Movimiento del Aire. Fuente: Elaboración Propia.

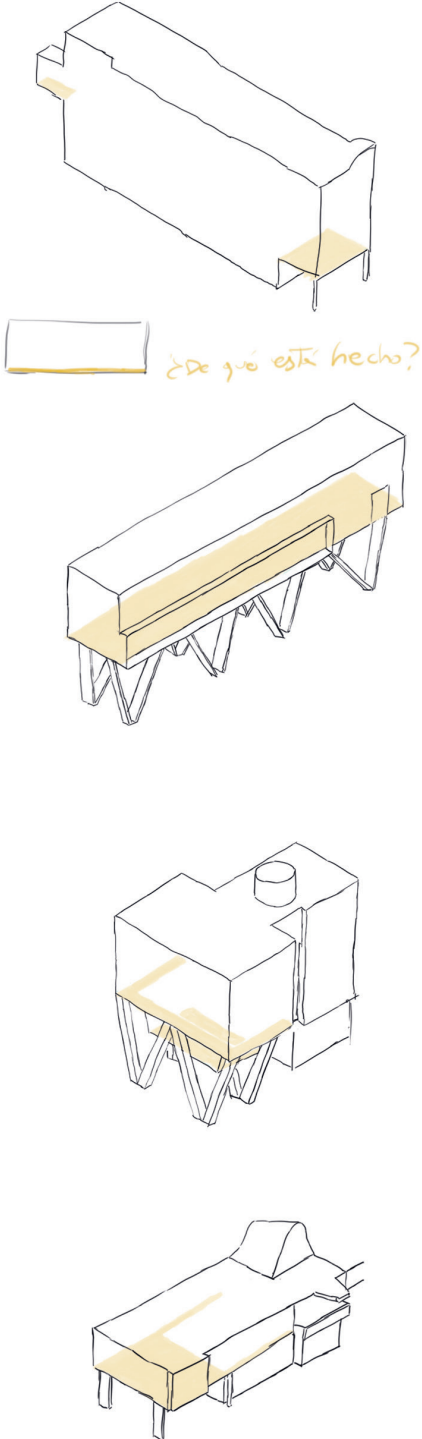
Factor Climático	Temperatura del Aire	Recurso formal: PILOTIS
Potencial Inherente	Actúa	
	Deteriora	
	Neutral	
<p><i>A nivel de temperatura no se reúnen argumentos suficientes para establecer que el recurso Pilotis es favorable o deteriora el balance térmico del edificio por lo tanto se le cataloga como Neutral</i></p> <p>No logran modificar la temperatura exterior del aire.</p> <p>La temporada templada dura 3,2 meses, del 6 de diciembre al 13 de marzo, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 19 °C. El mes más cálido del año en Valparaíso es enero, con una temperatura máxima promedio de 20 °C y mínima de 12 °C (Weather Spark, 2023).</p> <p>La temporada fresca dura 3,1 meses, del 3 de junio al 6 de septiembre, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 16 °C. El mes más frío del año en Valparaíso es julio, con una temperatura mínima promedio de 7 °C y máxima de 15 °C (Weather Spark, 2023).</p> <p>La temperatura de las superficies inferiores de los volúmenes suspendidos tienden a disminuir producto de estar a la sombra</p> <p>En estricto rigor la transmitancia térmica de las losas ventiladas nada tiene que ver con el uso de pilotis en el edificio para la Facultad de Ciencias del Mar. Pero este es un punto que podría relacionarse con el espacio exterior que configuran los pilotis. Por lo tanto, es importante mantenerlas bien aisladas.</p>		

Tabla 35. Evaluación Climática del elemento Pilotis en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Temperatura del Aire. Fuente: Elaboración Propia.

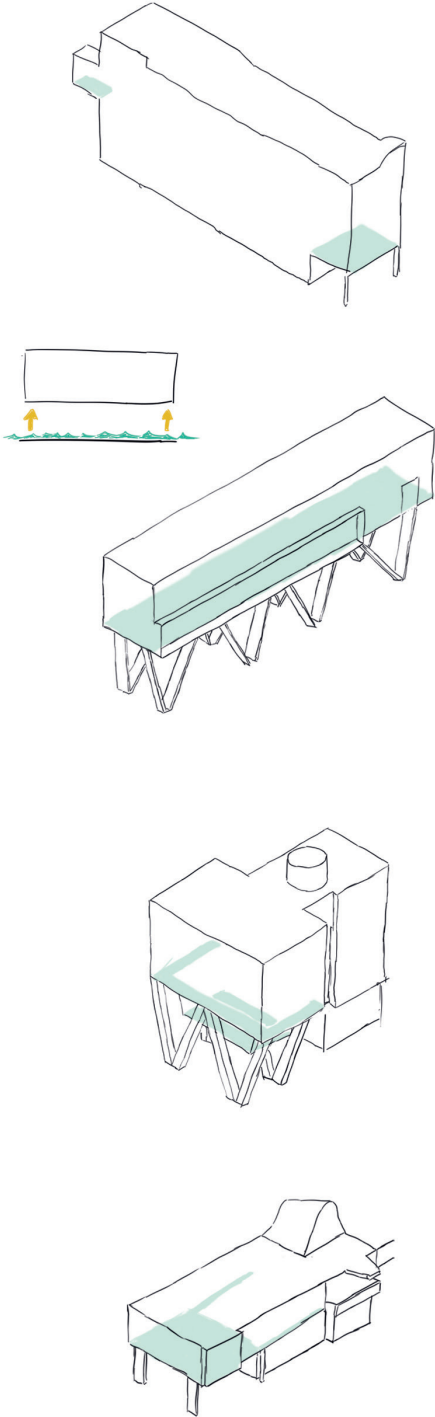
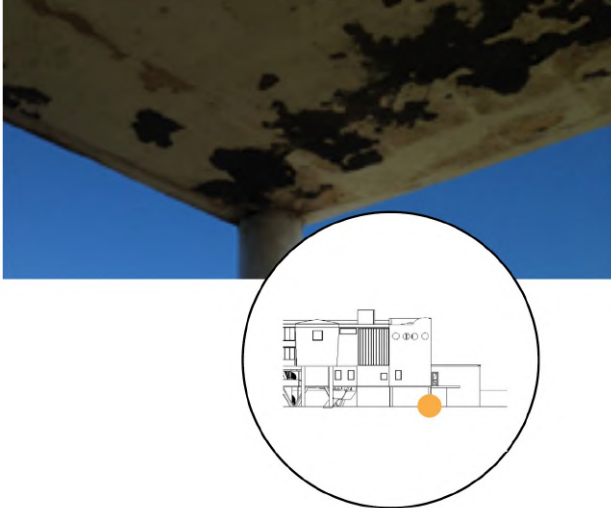
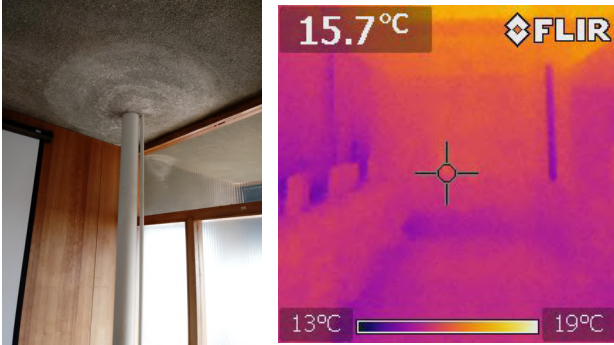
Factor Climático	Humedad	Recurso formal: PILOTIS
Potencial Inherente	Actúa	
	Deteriora	
	Neutral	
 <p data-bbox="197 965 810 1021">Aislan parcialmente los volúmenes del edificio del contacto con el agua:</p> <p data-bbox="197 1055 810 1133">El edificio no está complemente proyectado y construído para evitar la humedad por capilaridad, penetración y condensación.</p> <p data-bbox="197 1167 810 1223">Expone nuevas superficies a las condiciones climáticas del exterior:</p> <p data-bbox="197 1256 810 1357">Succión capilar del hormigón. Si los pilotis tampoco están bien aislados es posible que creen nuevos puentes térmicos al exponer el acero del hormigón armado a condiciones climáticas externas.</p> <p data-bbox="197 1391 810 1559">En el caso del edificio Facultad de Ciencias del Mar algunas instalaciones sanitarias crean puentes térmicos y puntos en donde la hermeticidad se rompe e ingresa la humedad, cargada también de sal. Las patologías asociadas a desprendimientos también empeoran la situación en los pilotis del cuerpo sur del edificio.</p> 		

Tabla 36. Evaluación Climática del elemento Pilotis en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Humedad. Fuente: Elaboración Propia.

4.3.1. VALIDACIÓN CLIMÁTICA DEL RECURSO: PILOTIS

Valor formal

Es importante partir por el recurso pilotis ya que es el que más influencia tiene en el resto. Esto remarca la importancia de ir en secuencia y también, remarca el valor formal que posee este recurso.

Evaluación climática

En el ámbito de la radiación, la creación de sombras actúa sobre el confort de los usuarios al exterior del edificio, ya que permite controlar los altos índices de soleamiento que caracterizan a esta zona climática y en específico la provincia de Valparaíso.

A nivel de movimiento del aire, durante el verano los pilotis son primordiales para crear una sensación de frescor al exterior del edificio. La estrategia global de emplazamiento permite que se genere una barrera contra el viento sur durante el invierno, sin embargo en este periodo los vientos dominantes también tienden a acelerarse en las pasarelas de acceso.

Desde el punto de vista del balance térmico, el recurso pilotis es neutral, aunque podría ser cuestionable su influencia en las velocidades que alcanza el viento predominante con dirección sur durante el invierno. De todas formas, estos fenómenos a gran escala son difíciles de controlar.

A nivel de temperaturas del aire al exterior, tal como se señaló en los análisis generales del elemento pilotis, estas no se modifican. En concreto, la zona climática litoral costera posee temperaturas promedio que no alcanzan a superar los 20 ° C durante el verano, por lo que no se hace necesario disminuirlas en lo absoluto. En este sentido, se considera que la influencia de este recurso en el balance térmico es neutral.

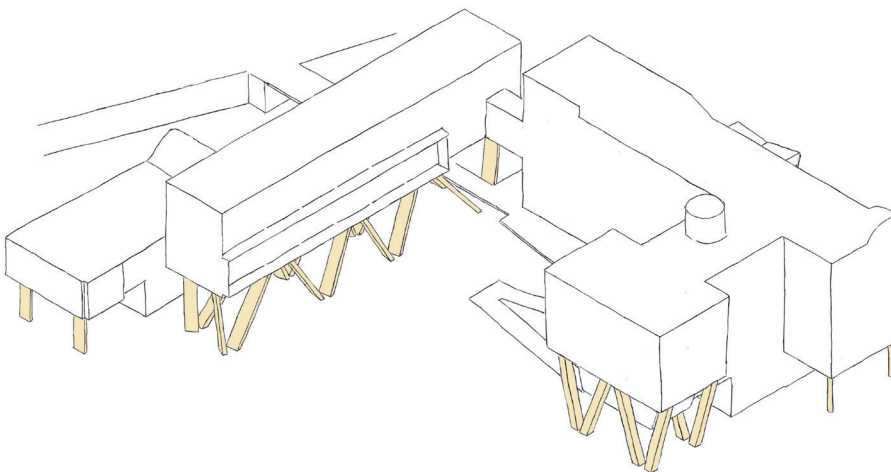


Fig. 93
Axonométrica de Pilotis en la Facultad
de Ciencias del Mar, vista Noroeste.
Fuente: Elaboración Propia.

Validación Climática	Edificio de Biología Marina (2018)
----------------------	------------------------------------

Pilotis	
Radiación	Actúa
Movimiento del Aire	Actúa
Temperatura del Aire	Neutral
Humedad Relativa	Deteriora

Pilotis	
Valor Formal del Recurso	Alto

Recomendaciones para la intervención

Pilotis	
Radiación	Mantener el recurso
Movimiento del Aire	Mantener el recurso
Temperatura del Aire	Mantener el recurso
Humedad Relativa	Adaptar el recurso

Tabla 37. Validación Climática y Recomendaciones para la intervención del elemento Pilotis en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Humedad. Fuente: Elaboración Propia.

A nivel de estrategias de intervención, directamente todas las herramientas de diagnóstico disponibles sirven para cuantificar el comportamiento total del edificio principalmente frente a la ventilación cruzada, ganancias directas y puentes térmicos generados en las áreas de pisos ventilados.

Validación climática

- Una vez realizado el cruce de resultados, la recomendación más adecuada al momento de intervenir el recurso *pilotis* es adaptar el recurso al factor humedad relativa. Puesto que, la calidad constructiva de las losas expuestas al exterior está constantemente en riesgo debido a la cercanía del edificio a una gran fuente de agua salada como es el océano y en consecuencia una alta humedad costera.

A nivel de la envolvente, estas losas inferiores expuestas sobre pilotis, también tienen un efecto negativo en el comportamiento térmico del edificio debido a otros factores, como la mala ubicación de instalaciones sanitarias que generan puentes térmicos constructivos y puntuales.

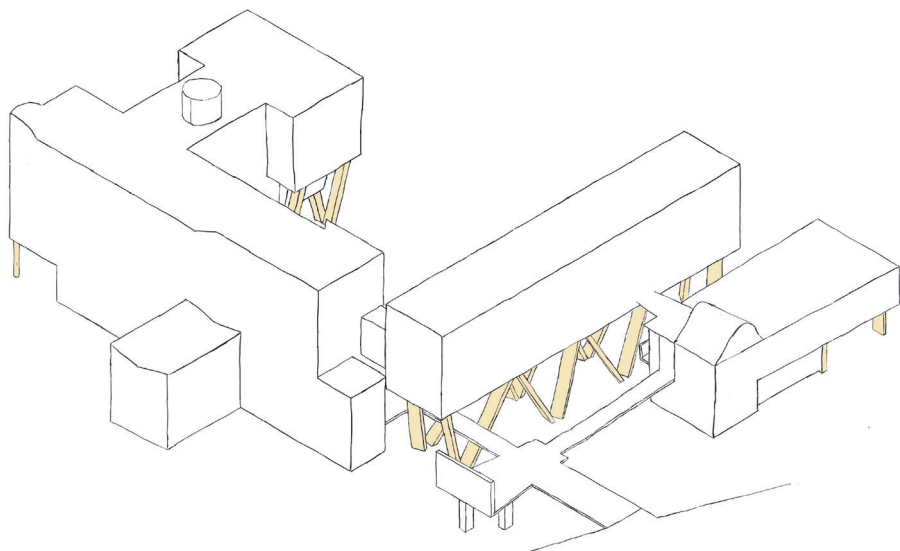


Fig. 94 Axonométrica de Pilotis en la Facultad de Ciencias del Mar, vista Sureste. Fuente: Elaboración Propia.

Factor Climático	Radiación	Recurso Formal: TERRAZA JARDÍN
Potencial Inherente	Actúa	
	Deteriora	
	Neutral	
<p>Horas de Exposición al Sol</p> <p>Todas las superficies de las terrazas o techos planos están expuestos a la radiación en algún momento del día. Ya sea a las 9:00 AM o 12:00.</p> <p>No obstante, serán los cuerpos de los edificios los que se darán sombra unos a otros. Y ofrecerán protección solar en ciertos momentos. La terraza del auditorio queda a la sombra durante la tarde.</p> <p>Planos Utilizables</p> <p>Desde el punto de vista de la necesidad de ampliación del edificio, las terrazas y techos planos tienen el potencial de ser intervenidos como áreas que contribuyan a los nuevos requerimientos de ocupación (más salas de clases, nuevos laboratorios, etc).</p> <p>Idealmente y siguiendo con los valores formales identificados (ver tabla 27), resultaría favorable que las futuras intervenciones hicieran un vínculo entre el control de la vista y del paisaje por medio del diseño con nuevas estrategias de iluminación natural, que aprovechen al máximo las condiciones de radiación.</p> <p>Sistemas activos que utilicen energías renovables.</p> <p>Siguiendo con las alternativas que ofrece el punto anterior, estos planos utilizables pueden ser propicios para la instalación de sistemas activos que utilicen energías renovables.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Solsticio de Verano</p> <p>12:00 pm</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Solsticio de Invierno</p> <p>09:00 am</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>17:00 pm</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>12:00 pm</p> </div> </div>		

Tabla 38. Evaluación Climática del elemento Terraza Jardín en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Radiación. Fuente: Elaboración Propia.

Factor Climático	Movimiento del Aire	Recurso Formal: TERRAZA JARDÍN
Potencial Inherente	Actúa	
	Deteriora	
	Neutral	
<p><i>El edificio tiende a emplazarse de forma perpendicular a la dirección de los vientos. Este no es un atributo propio de la terraza jardín, sino de la planta libre. No obstante este emplazamiento es favorable para generar protección del viento sur en la caleta durante el invierno y generar brisa fresca en verano.</i></p>		
<p><i>En este sentido, el aporte de la terraza jardín es neutral. Sin embargo, puede resultar de utilidad en la desaceleración del viento en invierno, si se aprovecha su cualidad como jardín.</i></p>		
<p>Sobreexposición a la velocidad del viento local:</p>		
<p>En este punto, podría ser un aporte la utilización de una línea de vegetación en la terraza que ayude a construir un abrigo contra los vientos dominantes.</p>		
<p>Sin embargo, dada la dirección norte de los vientos dominantes en Montemar esta desaceleración se desaprovecharía al disminuir las velocidades del viento en la fachada sur, que no es precisamente el área a proteger según las intenciones originales del proyecto.</p>		
<p>Diferencias de presión producidas por el sistema volumétrico del edificio.</p>		
<p>- Barreras de viento.</p>		
<p>Tal como señala D'Alençon (2008), las barreras de viento son usadas con cierta frecuencia para proteger espacios exteriores. Sin embargo, la dirección predominante del viento en Montemar es norte, por lo tanto las sombras de viento, tienen a producirse en la fachada sur del edificio y no en la caleta.</p>		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="268 1417 722 1939"> <p style="text-align: center;">Solsticio de Verano</p> <p style="text-align: center;">Viento dirección Norte Modelación FlowDesign</p> <p style="text-align: center;">Viento predominante estación Torquemada, Viña del Mar Fuente: WindMaster, 2010</p> <p style="text-align: center;">Viento dirección WNW Modelación FlowDesign</p> </div> <div data-bbox="898 1417 1353 1939"> <p style="text-align: center;">Solsticio de Invierno</p> <p style="text-align: center;">Viento dirección NNW Modelación FlowDesign</p> <p style="text-align: center;">Viento predominante estación Torquemada, Viña del Mar Fuente: WindMaster, 2010</p> <p style="text-align: center;">Viento dirección Sur Modelación FlowDesign</p> </div> </div>		

Tabla 39. Evaluación Climática del elemento Terraza Jardín en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Movimiento del Aire. Fuente: Elaboración Propia.

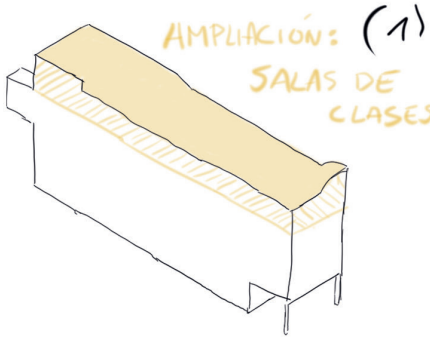

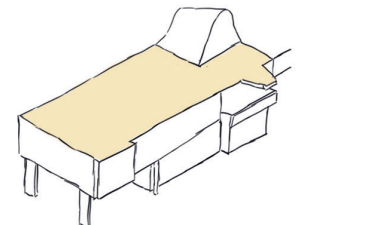
Factor Climático	Temperatura del Aire	Recurso Formal: TERRAZA JARDÍN	
Potencial Inherente	Actúa		
	Deteriora		
	Neutral		
<p>A nivel de temperatura se reúnen algunos argumentos para establecer que el recurso Terraza Jardín es favorable para el balance térmico del edificio.</p> <p>Masa térmica en la cubierta de los cuerpos del edificio:</p> <p>La terraza ajardinada puede actuar como aislamiento frente a la alta radiación solar, en particular un grosor dispuesto de capa vegetal puede disminuir los valores de transmitancia térmica. Además, ños efectos de la terraza no solo se reducen a la conductividad, ya que es capaz de sombrear, evaporar. Todo eso ayuda a disminuir las entradas de calor a través de la losa de cubierta.</p> <p>Uso de vegetación reduce temperatura exterior:</p> <p>El uso de una terraza ajardinada puede ir en desmedro del balance térmico en este edificio, ubicado en una zona climática litoral costera (4) donde los requerimientos energéticos suelen suplirse con las ganancias internas generados por equipos y la ocupación regular de las personas. Sin embargo, puede ser de gran ayuda al momento de disminuir la radiación extrema.</p> <p>Cubiertas sin entretecho suelen tener sobrecalentamiento por falta de ventilación.</p> <p>Basándose en los datos registrados durante el expediente técnico, más del 50% del horario laboral, las temperaturas no alcanzan las condiciones de confort en los laboratorios de química teniendo que recurrir a sistemas de climatización activa. Si bien este fenómeno no puede vincularse únicamente al comportamiento térmico de la cubierta, esta podría aportar reduciendo la onda térmica, evitando los sobrecalentamientos actuales.</p> <p>Características Termofísicas de la ampliación</p> <p>La ampliación de las salas de clases sobre el antiguo espacio de terraza, es el único espacio del edificio con un valor de transmitancia térmica cercano a la norma, para zonas climáticas número 4 o litoral costa.</p>			

Tabla 40. Evaluación Climática del elemento Terraza Jardín en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Temperatura del Aire. Fuente: Elaboración Propia.

Factor Climático	Humedad	Recurso Formal: TERRAZA JARDÍN
Potencial Inherente	Actúa	
	Deteriora	
	Neutral	
<p>Actualmente el escaso control de la humedad en el edificio ha causado su deterioro a nivel global.</p> <p>Reducción de la Isla de Calor:</p> <p>Por efecto de la humedad y la evapotranspiración se puede reducir la temperatura del aire y de las superficies.</p> <p>Sin embargo esta estrategia de acondicionamiento climático no es necesaria en una zona litoral costera. Puesto que el edificio ya se encuentra cerca de una gran masa de agua, donde ocurren procesos de evaporación que reducen las temperaturas en el aire circundante.</p> <p>Fija la contaminación:</p> <p>Al existir una aplicación que eliminó la terraza jardín, se pierde la oportunidad de aportar a descontaminación ambiental, por medio de la presencia de vegetación.</p> <p>No obstante, la ausencia de vegetación evita que exista mayor humedad en el ambiente.</p> <p>Atención a los desagües de agua lluvia:</p> <p>En la Facultad de Ciencias del Mar muchos desagües de agua lluvia se vierten directamente en las fachadas del edificio. Este deterioro no está directamente relacionado con el uso del recurso Terraza Jardín ya que este no se encuentra presente en la obra en la actualidad.</p> <p>Pero sí puede vincularse al uso de un techo plano, o una terraza sin jardín.</p>		<p>(1)</p> <p>(2)</p> <p>(3)</p> <p>(4)</p>

Tabla 41. Evaluación Climática del elemento Terraza Jardín en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Humedad. Fuente: Elaboración Propia.

4.3.2. VALIDACIÓN CLIMÁTICA DEL RECURSO: TERRAZA JARDÍN

La terraza es el recurso formal más intervenido en la Facultad de Biología.

No obstante, según estos resultados es posible entender que la intervención que elimina la vegetación de la terraza jardín, es favorable. Ya que elimina otro punto de humedad que podría afectar al edificio, a nivel de patologías constructivas y a nivel de eficiencia energética.

- Al eliminar las zonas con alta humedad, se hace evidente que estas áreas podrían ser útiles para los requerimientos funcionales y de ocupación del edificio.

Como son, nuevas salas de clases. Una sala de computación amplia o nuevos laboratorios mejor equipados. También podría ser útil para ampliaciones a nivel provisorio que permitan rehabilitar a fondo otros espacios del edificio original, para posteriormente plantear una redistribución de los programas del edificio, estableciendo una estrategia de re-uso de los espacios.

- La aplicación a nivel funcional es altamente necesaria para el edificio. Sin embargo, al cruzar la información la recomendación no sería modificar el recurso, sino adaptarlo, buscando una manera de preservar los valores formales originales de la terraza jardín y proyectar una intervención que reconecte térmicamente el edificio.

Validación Climática	Edificio de Biología Marina (2018)
----------------------	------------------------------------

Terraza Jardín	
Radiación	Actúa
Movimiento del Aire	Neutral
Temperatura del Aire	Neutral
Humedad Relativa	Deteriora

Terraza Jardín	
Valor Formal del Recurso	Alto

Recomendaciones para la intervención

Terraza Jardín	
Radiación	Mantener el recurso
Movimiento del Aire	Mantener el recurso
Temperatura del Aire	Mantener el recurso
Humedad Relativa	Adaptar el recurso

Tabla 42. Validación Climática y Recomendaciones para la intervención del elemento Terraza Jardín en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Humedad. Fuente: Elaboración Propia.

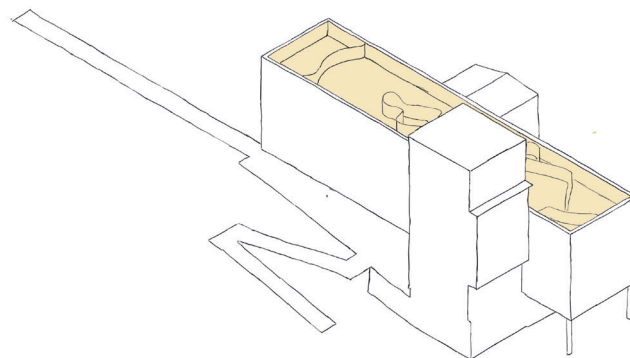


Fig. 95 Axonometría Terraza Jardín, Estación de Biología Marina de Montemar, 1945. Fuente: Elaboración Propia.

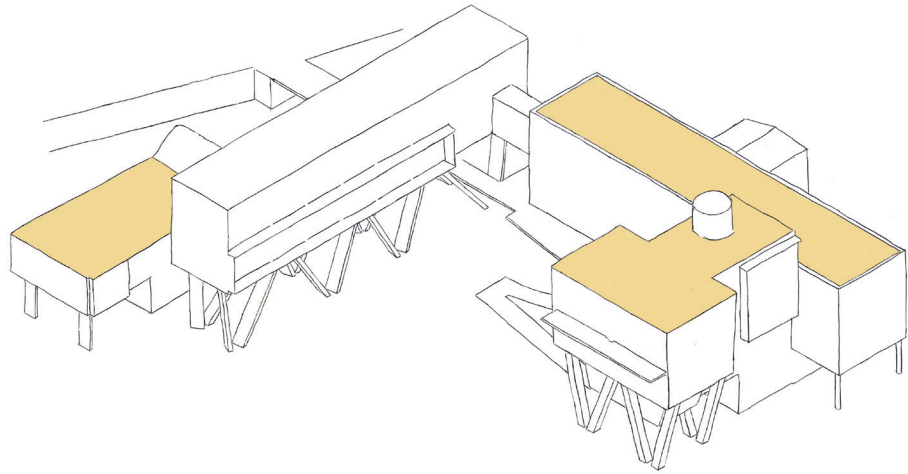


Fig. 96
 Axonometría Terraza Jardín y Techos
 Planos, Estación de Biología Marina de
 Montemar, 1955.
 Fuente: Elaboración Propia.

- Según los resultados de esta investigación, sumados a los análisis realizados durante el expediente técnico (González, F.; López, C.; 2018, p. 83 - 86), la ampliación de la Facultad de Ciencias del Mar, no estaría actuando en contra del balance térmico pero sí de los valores formales del edificio, con lo cual debiese ser modificada.

- Los alcances de adaptación del recurso formal terraza jardín deberán guiarse por el listado de valores formales que se han establecido en esta investigación (ver tabla 27). Estos se vinculan al control de la vista y al hecho de que las terrazas fueron pensadas como planos utilizables.

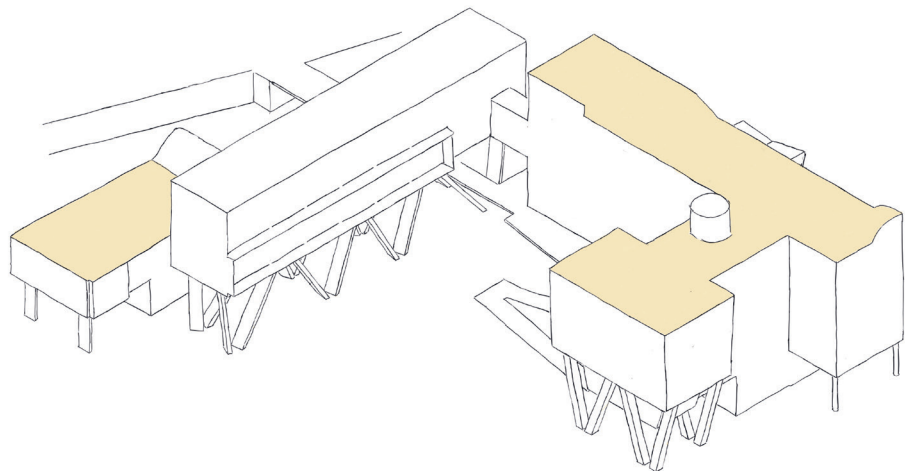


Fig. 97
 Axonometría Superficies disponibles
 para Terraza, Estación de Biología Ma-
 rina de Montemar, 2018.
 Fuente: Elaboración Propia.

Factor Climático	Radiación	Recurso Formal: FACHADA LIBRE
Potencial Inherente	Actúa	
	Deteriora	
	Neutral	
<p>Uso de celosías puede limitar el deslumbramiento:</p> <p>Efectivamente las celosías presentes en el edificio nunca quedan claras en su propósito para el control del asoleamiento.</p> <p>Formas de control de asoleamiento:</p> <p>La ventana longitudinal presente en la fachada oeste del cuerpo este del edificio sigue los principios formales del recurso al buscar enmarcar el paisaje. Sin embargo, no queda claro qué tan efectiva es esta estrategia de control de asoleamiento. A medio día protege de la radiación y evita el deslumbramiento. (Aquí entra en conflicto con una intervención en el interior de la planta, la cual ubica una sala de computación que rompe con la continuidad visual de las fachadas).</p> <p>La disposición compositiva de los volúmenes del edificio también colaboran a que la fachada no reciba excesiva radiación solar durante la tarde. Pero esto, por una parte, no tiene que ver con el diseño de la fachada si no la disposición en planta del edificio y segundo, tendría que analizarse o simularse en profundidad.</p> <p>Estrategia como pantalla reflectante de luz:</p> <p>Como fachada Norte la superficie pura, blanca y sin ornamento actúa como pantalla reflectante y aporta a la radiación del espacio virtual y cobijo para la caleta de pescadores, además del acceso al edificio.</p> <p>Aprovechamiento de la radiación directa:</p> <p>A modo de ejemplo, durante la mañana el cuerpo sur del edificio utiliza a su favor la radiación e iluminación interior por medio de una fachada norte con altos niveles de superficie acristalada, mientras la fachada norte permanece a la sombra. Durante la tarde el efecto es contrario, la fachada sur utiliza a su favor la radiación e iluminación interior por medio de una fachada sur con alto porcentaje de superficie acristalada, no obstante quedará por evaluar si esta iluminación provoca deslumbramiento en los laboratorios..</p>		

Tabla 43. Evaluación Climática del elemento Fachada Libre en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Radiación. Fuente: Elaboración Propia.

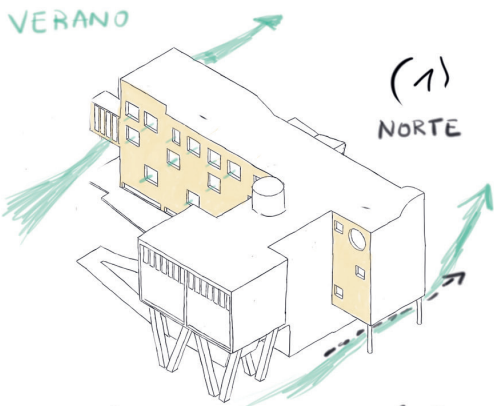
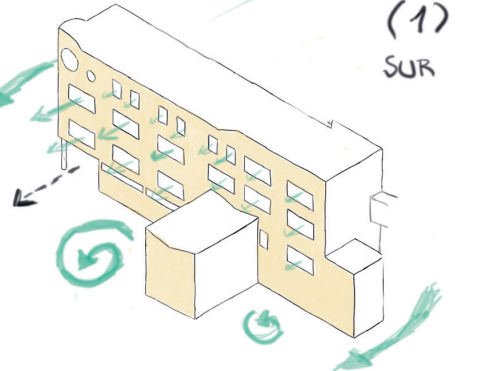
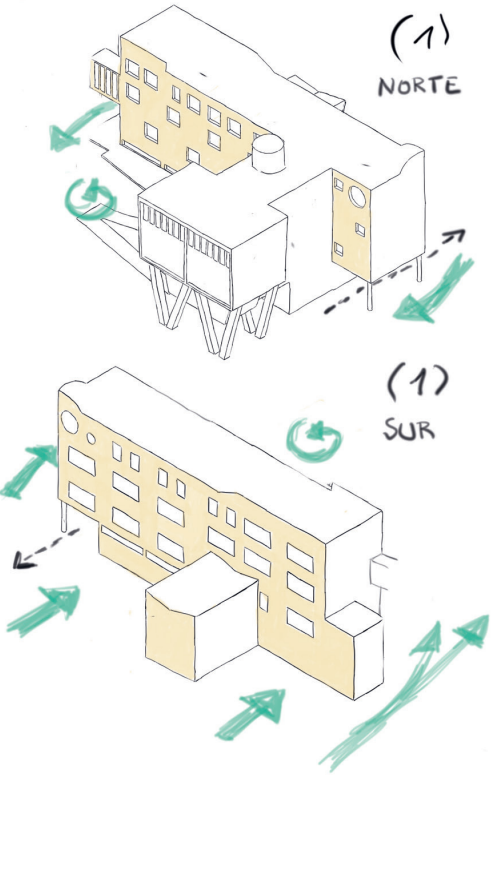
Factor Climático	Movimiento del Aire	Recurso Formal: FACHADA LIBRE
Potencial Inherente	Actúa	
	Deteriora	
	Neutral	
<p>Infiltraciones de Aire:</p> <p>En el caso de la Facultad de Ciencias, el cuerpo sur del edificio presenta varios puntos de infiltración de aire. O al menos, donde la continuidad de la fachada se pierde. Estas infiltraciones provocan que las puertas de los laboratorios por lo general estén cerradas, y por lo tanto, el aire no se renueva lo suficiente.</p> <p>Sistemas de apertura de la fachada y ventanas:</p> <p>Los sistemas de apertura de las ventanas en la Facultad de ciencias tienden a ser fijos.</p> <p>Geometría de la fachada y control de velocidad</p> <p>La velocidad del viento no reduce las temperaturas, pero sí una sensación de frescor por pérdida de calor por convección y el aumento evaporación. Durante el verano estas brisas se aprovechan para evitar áreas de sobrecalentamiento en los últimos pisos, sin embargo en áreas como el laboratorio de química, donde la temperatura debe ser estable, no es posible hacer esto todo el tiempo.</p>		

Tabla 44. Evaluación Climática del elemento Fachada Libre en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Movimiento del Aire. Fuente: Elaboración Propia.


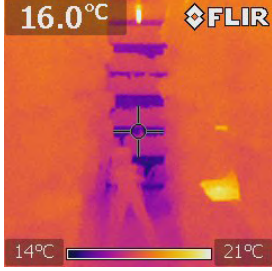

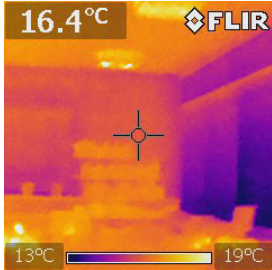

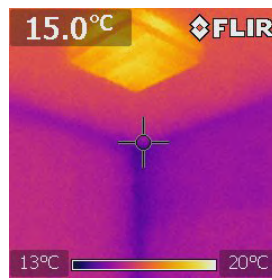
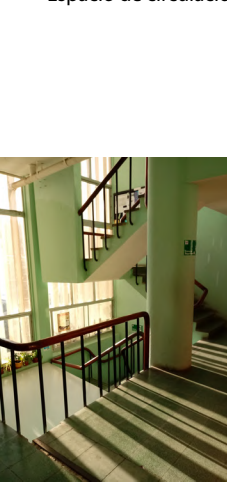
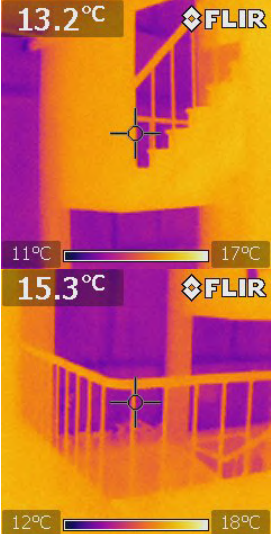
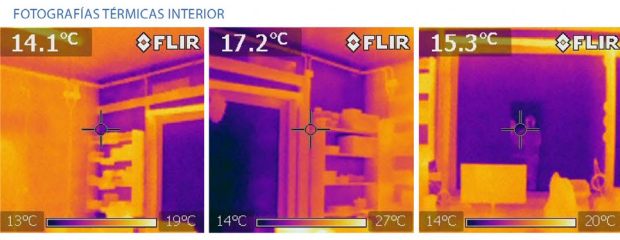

Factor Climático	Temperatura del Aire	Recurso Formal: FACHADA LIBRE
Potencial Inherente	Actúa	Muros envolventes de la bodega de libros
	Deteriora	 
	Neutral	Pérdidas de calor por ventanas en la biblioteca
Pérdida de masa térmica en la envolvente:		Esquina de cielo y muros en la biblioteca
<p>En este caso, la pérdida de los muros masivos no es inconveniente, ya que, como indica la tabla de Mahoney se buscan muros y pisos livianos con baja capacidad térmica e intervalos de retardo cortos.</p>		 
<p>En este sentido, al requerir únicamente aberturas medianas en esta zona climática, se abre la posibilidad de buscar un sistema de climatización activo que pueda ubicarse al interior de la fachada.</p>		<p>Altos porcentajes de superficie vidriada al sur</p>
<p>La búsqueda de la transparencia tiene por consecuencia mayores requerimientos de consumo de energía por sistemas activos de climatización. En este caso, para la zona litoral costera es esperable la necesidad de utilizar calefacción durante las temporadas frías otoño-invierno.</p>		 
<p>Sin embargo, resulta evidente que los altos porcentajes de superficie vidriada al sur del edificio son las características que más van en desmedro del balance térmico del edificio. Por el contrario las fachadas norte tienen menos porcentaje de superficie vidriada.</p>		Espacio de circulación vertical, fachada oeste
Puentes térmicos		 
<p>Tal como se puede ver en las fotografías termográficas tomadas en 2018 durante la noche del 25 de mayo, se producen puntos fríos en diversas áreas de la envolvente del edificio. Se reconoce principalmente la pérdida de calor a través de las ventanas, pero también se pueden notar pérdidas de calor a través de la envolvente en vértices de la envolvente exterior y también en las intersecciones de cerramientos verticales.</p>		  <p style="text-align: center;">Salas de Laboratorio</p>

Tabla 45. Evaluación Climática del elemento Fachada Libre en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Temperatura. Fuente: Elaboración Propia.



Factor Climático	Humedad	Recurso Formal: FACHADA LIBRE
Potencial Inherente	Actúa	
	Deteriora	
	Neutral	
<p>Aporte de humedad al interior de los recintos:</p> <p>La permeabilidad de la fachada libre permite la incorporación de humedad al interior de los recintos, sin embargo en la zona climática litoral costera esto no es algo que se busque, pues en invierno las necesidades son de calefacción activa al interior de los recintos.</p> <p>Problemas de suciedad por escurrimiento:</p> <p>En varias partes de la fachada se manifiesta eflorescencias lo cual manifiesta humedades en la fachada.</p> <div data-bbox="213 1137 807 1800" style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;">  </div> </div>		

Tabla 46. Evaluación Climática del elemento Fachada Libre en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Humedad. Fuente: Elaboración Propia.

4.3.3 VALIDACIÓN CLIMÁTICA DEL RECURSO: FACHADA LIBRE

Las fachadas libres de la Facultad de Ciencias son los recursos arquitectónicos más desarrollados a lo largo de la historia del edificio.

No podría determinarse si las estrategias de control de asoleamiento son del todo efectivas. Por otro lado, es cuestionable la progresión de decisiones de intervención que este recurso ha tenido.

Valor formal

Se reconoce un valor formal en su manera para permitir mayores aperturas, gestionar el espacio y el tiempo por medio de la construcción de la iluminación y establecer relaciones visuales y virtuales con el entorno.

Evaluación climática

Sin embargo a nivel de evaluación climática la respuesta de cada fachada libre a su orientación es diferente.

Fachada Norte

A nivel de radiación, durante la mañana la fachada norte utiliza a su favor la incidencia de luz solar para reflejarla en los espacios exteriores como una pantalla elevando las temperaturas de las superficies al exterior. Quedará por evaluar de qué manera aporta al calentamiento de los pasillos (*promenade architecturale*) frente a los laboratorios al interior y si esta puede considerarse una estrategia de acumulación durante el invierno.

Alzado Norte

Validación Climática	Edificio de Biología Marina (2018)
----------------------	------------------------------------

Fachada Libre Norte	
Radiación	Actúa
Movimiento del Aire	Actúa
Temperatura del Aire	Actúa
Humedad Relativa	Neutral

Fachadas Libres	
Valor Formal del Recurso	Medio

Recomendaciones para la intervención

Fachada Libre Norte	
Radiación	Mantener el recurso
Movimiento del Aire	Mantener el recurso
Temperatura del Aire	Mantener el recurso
Humedad Relativa	Mantener el recurso

Tabla 47. Validación Climática y Recomendaciones para la intervención del elemento Fachada Libre Norte en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Humedad. Fuente: Elaboración Propia.

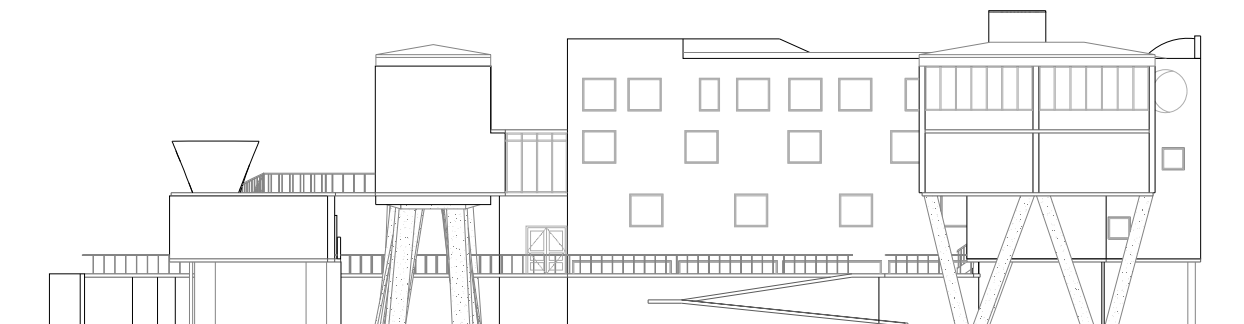
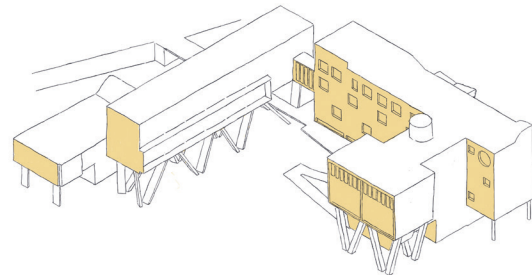


Fig. 98 Axonométrica y Alzado Norte de la Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Fuente: Elaboración Propia.

Validación Climática	Edificio de Biología Marina (2018)
----------------------	------------------------------------

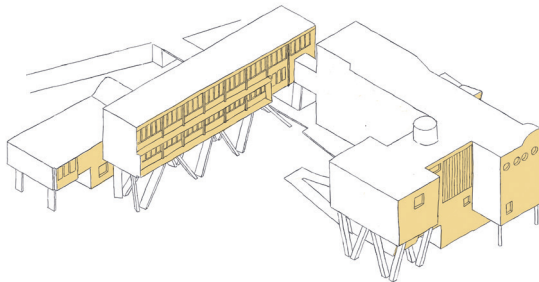
Fachada Libre Oeste	
Radiación	Actúa
Movimiento del Aire	Actúa
Temperatura del Aire	Neutral
Humedad Relativa	Deteriora

Fachadas Libres	
Valor Formal del Recurso	Medio

Recomendaciones para la intervención

Fachada Libre Oeste	
Radiación	Mantener el recurso
Movimiento del Aire	Mantener el recurso
Temperatura del Aire	Mantener el recurso
Humedad Relativa	Adaptar el recurso

Tabla 48. Validación Climática y Recomendaciones para la intervención del elemento Fachada Libre Oeste en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Humedad. Fuente: Elaboración Propia.



A nivel de movimiento del aire, salvo en la biblioteca la fachada norte no tiene puntos donde la brisa del verano se aproveche, más bien esta fachada se cierra para enfrentarse a los fuertes vientos provenientes del norte durante el invierno. No obstante, las brisas sí se aprovechan en los pasillos por lo que nuevamente queda abierto a evaluación el real impacto que tiene la promenade arquitecturale en el control dinámico de los ambientes.

A nivel de temperatura, las fotografías termográficas evidenciaron muchos puentes térmicos puntuales y lineales en diversas zonas de la envolvente donde se forman vértices o simplemente cambia el espesor de los cerramientos.

A nivel de humedad relativa existen múltiples zonas donde la fachada presenta rastros de suciedad por escurrimiento lo cual manifiesta una necesidad de impermeabilidad de la envolvente al exterior, esto podría disminuir los puntos fríos.

Fachada Oeste

A nivel de radiación, la fachada oeste es la que más se enfoca en la creación de sombras para prevenir el deslumbramiento al interior.

A nivel de movimiento del aire, la fachada oeste ofrece varios puntos de ventilación cruzada y posible renovación de aire sin embargo estos se encuentran en su mayoría clausurados debido a que

Alzado Oeste



Fig. 99 Axonométrica y Alzado Oeste de la Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Fuente: Elaboración Propia.

eran aberturas que proveían de mucha humedad al interior de espacios que requieren de muy baja humedad como es el laboratorio de microscopía el cual se encuentra suspendido debajo de la bodega de libros.

Fachada Sur

A nivel de radiación, la fachada sur es la que más porcentaje de superficie vidriada tiene, esta iluminación sólo es aprovechada durante las horas de la tarde, siendo en invierno unas escasas seis horas.

A nivel de movimiento del aire, la fachada sur tiene la tarea de ser una barrera de vientos predominantes en invierno por lo cual debe verificarse constantemente si existen infiltraciones de aire através de ella que vayan en desmedro del balance térmico del edificio.

A nivel de temperaturas, durante la mañana los muros sur actualmente no alcanzan las temperaturas de confort requeridas por lo que muchas veces se debe recurrir a sistemas de climatización activos. Esto es esperable en esta zona climática, sin embargo quedará abierto a evaluación o auditoría térmica si estos sistemas de climatización se están utilizando en circunstanancias en las cuales podría evitarse. ,

Alzado Sur

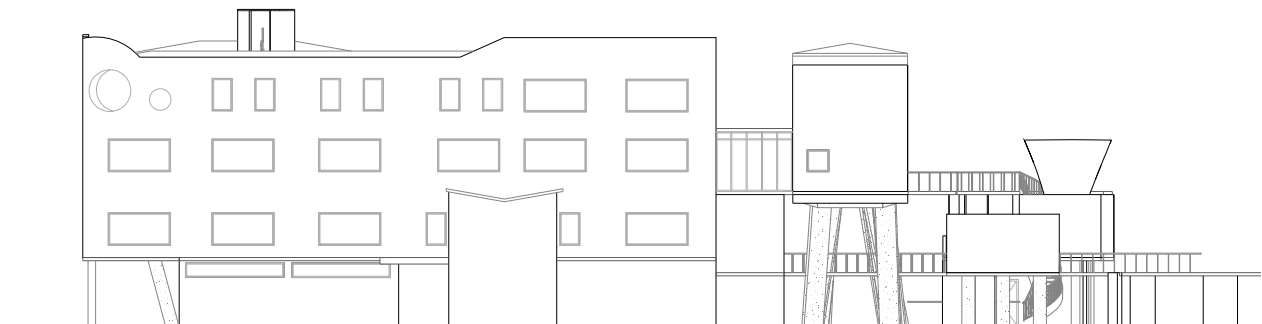


Fig. 100 Axonométrica y Alzado Sur de la Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Fuente: Elaboración Propia.

Validación Climática	Edificio de Biología Marina (2018)
----------------------	------------------------------------

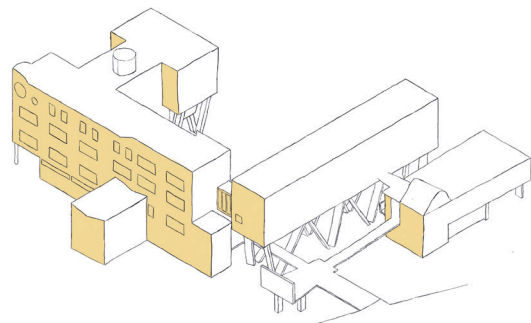
Fachada Libre Sur	
Radiación	Actúa
Movimiento del Aire	Actúa
Temperatura del Aire	Deteriora
Humedad Relativa	Deteriora

Fachadas Libres	
Valor Formal del Recurso	Medio

Recomendaciones para la intervención

Fachada Libre Sur	
Radiación	Mantener el recurso
Movimiento del Aire	Mantener el recurso
Temperatura del Aire	Adaptar el recurso
Humedad Relativa	Adaptar el recurso

Tabla 49. Validación Climática y Recomendaciones para la intervención del elemento Fachada Libre Sur en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Humedad. Fuente: Elaboración Propia.



Validación Climática	Edificio de Biología Marina (2018)
----------------------	------------------------------------

Fachada Libre Este	
Radiación	Actúa
Movimiento del Aire	Actúa
Temperatura del Aire	Deteriora
Humedad Relativa	Deteriora

Fachadas Libres	
Valor Formal del Recurso	Medio

Recomendaciones para la intervención

Fachada Libre Este	
Radiación	Mantener el recurso
Movimiento del Aire	Mantener el recurso
Temperatura del Aire	Adaptar el recurso
Humedad Relativa	Adaptar el recurso

Tabla 50. Validación Climática y Recomendaciones para la intervención del elemento Fachada Libre este en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Humedad. Fuente: Elaboración Propia.

Fachada Este

A nivel de radiación, la fachada este posee gran porcentaje de superficie vidriada la cual aprovecha las escasas horas de iluminación durante la mañana en invierno y también verano.

Debido a su cercanía con las dunas esta fachada no recibe demasiadas horas de radiación.

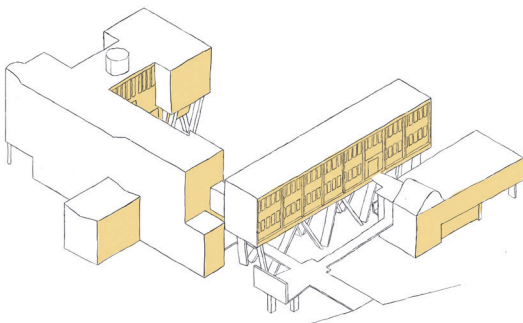
A nivel de movimiento del aire, la fachada este actúa, salvo en puntos donde se ha intervenido la planta libre como la sala de computación.

A nivel de temperatura

A nivel de Humedad Relativa

Validación Climática

Una vez realizado el cruce de resultados, la recomendación más adecuada al momento de intervenir el recurso fachada libre norte es mantener el recurso, sin embargo debido a que la recomendación mayoritaria es adaptarlo a los factores de humedad relativa y temperatura del aire. Se recomendaría utilizar un mismo criterio para todas las fachadas.



Alzado Este

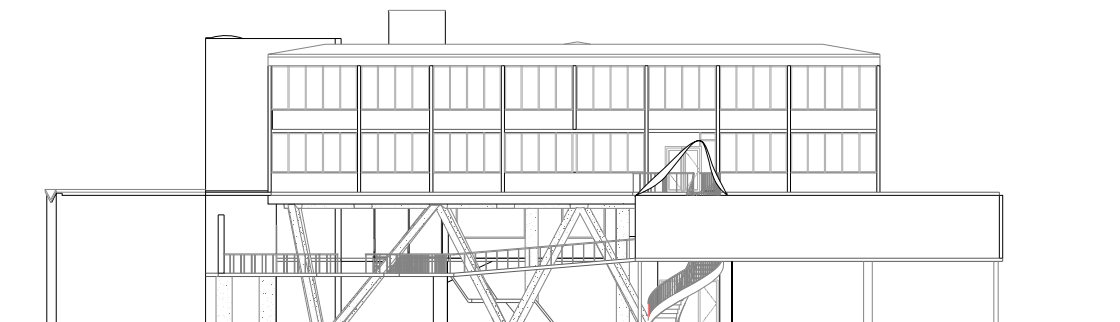


Fig. 101 Axonométrica y Alzado Este de la Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Fuente: Elaboración Propia.

4.4. RESUMEN DE RESULTADOS Y RECOMENDACIONES

La evaluación climática realizada deja en evidencia que se puede registrar un análisis muy extenso al respecto del cruce entre valores formales y bioclimáticos.

En general, los resultados indican que lo más recomendable es buscar maneras de adaptar el recurso fachada libre únicamente en ciertas orientaciones, tales como la fachada sur y la fachada poniente las cuales tienden a estar más expuestas a la humedad.

+ Evaluar tipos de vidrio y ventanas a utilizar: En climas templados mediterráneos como es Valparaíso según Köppen, es importante tener en cuenta las pérdidas de calor por transmisión a través de las superficies acristaladas, de los puentes térmicos en la carpintería y de las infiltraciones en las juntas.

Si bien en el caso de las fachadas libres esto puede entrar en conflicto con los valores compositivos para el caso de la Facultad de Ciencias de Mar esto no aplicaría de una forma tan severa puesto que el valor formal que posee es medio. Algunas fachadas del edificio y en especial aquellas del cuerpo sur del edificio descansan sobre el suelo.

+ Aislamiento: Los muros del edificio original en este caso cuentan con materiales que controlan en parte las pérdidas de calor, puesto la transmitancia está referida a albañilería confinada, en este caso es recomendable instalar aislamiento adicional para mejorar el confort y reducir el consumo de energía. Las soluciones, sin embargo, debiesen aproximarse más a módulos prefabricados, o aislamientos de capa fina, pues las fachadas ventiladas se alejarían de las características originales.

De igual manera el aislamiento interior podría ser una opción, sin embargo esto debería estudiarse en contrapunto con los programas de cada recinto.

Búsqueda de un equilibrio entre protección de la radiación solar y aumento de la temperatura exterior del suelo y barrera de viento, y disminución de la humedad y bajas temperaturas al exterior.

CRÍTICA

- Las intervenciones realizadas en el edificio de biología, si bien tienen un buen comportamiento térmico. No van acorde a los valores formales con las que fue proyectado el edificio.

- Enrique Gebhard estableció expresamente que su arquitectura iba a vincularse con el paisaje.

- La humedad, es el factor climático que mayor deterioro provoca en el edificio. Y por lo tanto es aquel que otorga mayor oportunidad de rehabilitación.

- Ha sido la intención por completa de esta tesis defender los valores formales por sobre las intervenciones que buscan actualizar los requerimientos de uso y programa de los edificios. Sin embargo, basándose en los resultados del análisis a la Facultad de Ciencias del Mar y la baja influencia en el balance térmico de la terraza jardín, estos espacios se presentan como oportunidades factibles a ser intervenidos.

- Si analizamos las intervenciones ocurridas a la Estación de Biología Marina, es cuestionable si estas realmente se han preocupado de conservar este patrimonio cargado de sus valores originales.

- El conflicto claramente está en actualizar la obra tanto en aspectos de medio ambiente como de energía. Si lo evaluamos desde los requerimientos actuales de eficiencia energética el edificio no pasa la prueba. Su diseño tiene bastante deficiencias y, tal vez, lo más sensato para este punto de vista sea reemplazar el edificio por completo con una obra nueva.

Sin embargo ¿Qué debe prevalecer? La respuesta para esta investigación al menos está en intervenir lo menos posible en los valores formales.

- Sin embargo, cuando estos factores formales son vagos, o no quedan del todo claro podemos volver a encontrar posibilidades, con mayor razón si se logra reinterpretar los valores e ideas originales con las que fue concebido.

- ¿Y si acaso el edificio fue concebido pensando en el paisaje? mejor aún. Pues tal como señala el investigador Horacio Torrent es necesario entender los significados originales del patrimonio moderno, para poder intervenir.

- Como toda obra del patrimonio moderno, carece del valor tradicional de autenticidad dada su condición de reproductividad técnica en base a la construcción en hormigón armado, y aún más, en este caso gran parte del edificio fue construido en albañilería confinada.

- Las definiciones de la relación entre arquitectura y medio ambiente han evolucionado, más las intenciones del patrimonio moderno por construir con el espíritu del lugar pueden encontrar potencialidad en el diseño pasivo.



Fig. 102
Facultad de Biología Marina, vista desde el poniente.
Fuente: González, F.; López, C. 2018.
Autor: Pilar Bustos.

CONCLUSIONES

Aspectos Generales

La evaluación climática de una obra desarrollada a mediados del siglo XX, con un contexto sociocultural distinto y sin las reglamentaciones actuales sobre sostenibilidad, demanda la obtención de conceptos comunes que eviten reacondicionamientos térmicos que vayan en contra de los valores estéticos del patrimonio moderno en Chile.

Objetivo General

A nivel de objetivo general, se logró incorporar la preservación de los valores formales del movimiento moderno en Chile en el proceso de rehabilitación energética, por medio una metodología que define y defiende los estándares de diseño con los que se pensaron, en su origen, algunas de estas obras emblemáticas. Esta metodología establece una ponderación para los criterios de diseño, de modo tal que se los contraponen con la capacidad que tienen para controlar los factores climáticos.

Al validar estos recursos, se les confiere a los profesionales asesores mejores argumentos para intervenir en el patrimonio arquitectónico, tomando así decisiones para mantener, adaptar o modificar atributo en un edificio del movimiento moderno. Decisiones que a su vez disminuyen el riesgo de rehabilitaciones con resultados estéticos poco aceptables.

Objetivo Específico_1

En concreto, la arquitectura moderna mantuvo una relación con el clima y el lugar a nivel de idea de proyecto y ejecución constructiva. Se ganó la crítica del Team X, el internacionalismo de la arquitectura moderna. La búsqueda de temperaturas de confort a 18° no respetan los actuales estándares de confort y las prácticas arquitectónicas como las "cajas de vidrio" o las fachadas con altos porcentajes de superficie acristalada, ponen en contradicho que este vínculo fue más allá que algo estético. Sin embargo algunos aspectos compositivos ya se reconocían como elementos arquitectónicos que ayudan a controlar el ambiente, como el Brise-Soleil y la evolución de la ventana moderna.

- Objetivo Específico_2

Sobre el lenguaje de control ambiental o potencial pasivo de los recursos formales se estableció que entre las fachadas, pilotis, terrazas jardín y plantas libres es donde ocurren la mayor cantidad de intercambios de calor, sin embargo las plantas libres no dependen de los factores climáticos una vez la obra está construida.

- **Objetivo Específico_3**

Al respecto de las recomendaciones para la intervención lo más relevante será siempre validar si los recursos formales actúan a favor o en contra del balance térmico. Sin embargo, las estrategias de intervención deberán priorizar la defensa de los criterios formales con alto valor compositivo.

Aspectos Formales

La manera en la que los recursos configuran el espacio tiene directa relación con su valor formal o estético. Es por esto que el alcance de estos valores se corresponde al nivel de influencia moderna europea que estas obras poseen, por lo tanto, cada caso es diferente. Por esta razón, resulta crucial la elaboración de una matriz con criterios específicos, que pueda ser ponderada en porcentaje en una escala simple, obteniendo un resultado alto, medio o bajo.

Aunque, al basarse en los resultados, se hace evidente que algunos recursos tienen mayor relevancia que otros, tal es el caso de aquellos relacionados con el diseño de la envolvente (Pilotis, Terraza Jardín y Fachada libre). En esta investigación han sido cualificados, indicando si actúan, son neutrales o deterioran los espacios que configuran. Por lo tanto, deben considerarse parte fundamental en la amortiguación térmica, lumínica y funcional que construye un ambiente interior más aislado de los constantes cambios exteriores.

Aspectos Climáticos

La elección de los factores climáticos se basó en estudios posteriores o con más desarrollo que durante el periodo moderno (1930 a 1970 app.). Al cruzar esta información con sirvió para integrar el ámbito climático a la defensa, resguardo y rehabilitación de los valores patrimoniales.

Antecedentes Históricos

En un principio esta importación de valores consistió en reproducir ciertas iconografías arquitectónicas, principalmente las referidas a la imagen industrial; sin embargo con el paso del tiempo se fueron identificando influencias de arquitectos específicos y fue así como se reforzó la idea de la importancia de Le Corbusier;

Recursos corbusianos

En su origen, la manera en la que los recursos formales corbusianos dieron respuesta al espacio fue a través del perfeccionamiento de la técnica y por lo tanto existió una progresión lineal de relaciones. No obstante, una vez realizado el análisis del lenguaje espacial de los recursos, se puede establecer que el verdadero orden de relaciones tiende a estar basado en una jerarquía entre elementos arquitectónicos.

El orden jerarquizado queda dispuesto de tal manera que la Fachada libre es el recurso con mayor influencia sobre el resto. Al configurar la envolvente, la planta baja sobre pilotis y el techo plano ajardinado también podrían considerarse nuevas fachadas del edificio. Es por esto que quedan alineados con la planta libre, responsable de generar una nueva gramática espacial alejada de las simetrías axiales y centrales. Queda claro, además, que todos los recursos formales están unidos compositivamente por el movimiento o *promenade architecturale*.

Potencial Diseño Pasivo

Esta escala de validación, es sin duda el punto más relevante para esta investigación. La lectura de las bases teóricas del clima muestran que en general la arquitectura moderna controla la radiación solar en orientaciones perjudiciales; emplea la inercia térmica a su favor reduciendo el impacto de la onda térmica exterior; aprovecha el efecto de estratificación térmica en altura; permite al usuario gestionar la permeabilidad del aire según las condiciones exteriores; mejora el confort higrotérmico y lumínico en espacios interiores.

Valoración Climática del Caso

En este sentido, la obra de Enrique Gebhard se aproximó a la sostenibilidad al seguir de cerca los postulados de Le Corbusier. Los seis recursos formales identificados en esta tesis establecen una visión compleja y dinámica

del entorno y la manera en que la arquitectura da respuesta. Y si bien actualmente la cantidad de variables analizadas en estudios estadísticos del clima y del confort humano ha cambiado, no debe ser despreciado el desarrollo primario que este periodo histórico aportó a la puesta en valor de las relaciones entre el interior y exterior de los espacios.

Sin embargo, son las intervenciones al patrimonio, en este caso, las ocurridas al edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales, ocurridas después de la construcción del edificio original, las que hacen que los requerimientos climáticos entren en conflicto y se hagan necesarios mecanismos externos de climaticación.

Los resultados obtenidos nos muestran la necesidad de superar visiones sesgadas, anacrónicas o carentes de soporte científico, pero también de evitar el fundamentalismo plástico o histórico que rodea la obra corbusiana y que decantó a nivel local con arquitectos que no contaban con los conocimientos de hoy. Analizar con objetividad el patrimonio construido desde una perspectiva energética en su conjunto, es el origen de una arquitectura vinculada al medio ambiente, a un usuario verdaderamente sostenible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOA (Abril, 2006) Reportaje: Generaciones del Hormigón, Emilio Duhart H. Oficina Izquierdo Lehmann. Publicaciones de la Asociación de Oficinas de Oficinas de Arquitectos, Santiago, Chile. Revista AOA, Número 1, 3 – 38.

Araya de Pablo, Romina Daniela (2022) La experiencia de la luz natural en la arquitectura moderna en Chile: el caso del edificio de la Estación de Biología Marina en Montemar, Viña del Mar, Quinta Región. Revista Márgenes N°23, Vol. 15. Universidad de Valparaíso, Valparaíso. Pp. 102 – 110.

Asensi Roig, Joaquín. (2015) ¿De la Planta Libre a la Sección Libre? El Espacio Indecible. Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Proyectos Arquitectónicos. Valencia. 568 pp.

Atria, Maximiano (2005) “La Permanencia del Paisaje como Fundamento en la Estación de Biología Marina de Montemar”. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile. 179 p.

Atria, Maximiano (Noviembre, 2011) Arquitecto Chileno: Enrique Gebhard Paulus, Una particular recherche patiente. Publicaciones de la Asociación de Oficinas de Oficinas de Arquitectos, Santiago, Chile. Revista AOA, Número 18, 30 – 49.

Banham, Reyner. (1975). La arquitectura del entorno bien climatizado. Ediciones Infinito, Buenos Aires. 331 pp.

Benevolo, Leonardo. (2002) Historia de la arquitectura moderna. 8° Edición Revisada y ampliada. Editorial Gustavo Gili, Barcelona. 1196 pp.

Ching, Francis. (2002) Arquitectura: Forma, Espacio y Orden. 13° Edición. Editorial Gustavo Gili, Barcelona. 398 pp.

Chacón Piña, C.; Merchán Bustos, G.; Pineda Guncay, K. (2015) Le Corbusier: Criterios para afrontar un proyecto arquitectónico a partir del análisis del lugar. Universidad de Cuenca, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Carrera de Arquitectura. Cuenca. 295 pp.

D'Alençon, Renato (2008) Acondicionamientos: arquitectura y técnica. Ediciones ARQ, Santiago de Chile. 220 pp.

Docomomo Chile. (2009). 3er Seminario Docomomo_ Chile, Patrimonio Moderno y Ciudad 18 al 21 de Noviembre - Valparaíso 2009. Escuela de Arquitectura y Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso. 134 pp.

Duque, Karina (2011). Plataforma Arquitectura. Clásicos de Arquitectura: Facultad de Derecho de la Universidad de Chile / Juan Martínez Gutiérrez. Chile. Recuperado de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-89428/clasicos-de-arquitectura-facultad-de-derecho-de-la-universidad-de-chile-juan-martinez-gutierrez>

Duque, Karina (2013). Plataforma Arquitectura. Clásicos de Arquitectura: Edificio Oberpaur / Sergio Larraín García-Moreno + Jorge Arteaga. Chile. Recuperado de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-235555/clasicos-de-arquitectura-edificio-oberpaur>

Duque, Karina (2015). Archdaily. Clásicos de Arquitectura: Edificio Plaza de Armas. Recuperado de <https://www.archdaily.cl/cl/750526/clasicos-de-arquitectura-edificio-plaza-de-armas>

Dra. Morel Corrêa, S.; Dr. Anzolch, R.; Fonseca Pedrotti, R. (2016) 07 El Brise-soleil o la doble fachada de Le Corbusier. Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. Revista Arquisur, Año 6, Número 10. 109 – 123.

Eliash Díaz, Humberto; Moreno Guerrero, Manuel (1985) Arquitectura Moderna en Chile 1930 – 1960: testimonio y reflexiones. Industrias Metálicas Chile S. A.; Santiago, Chile. Cuadernos Luxalon, 36 pp.

Eliash Díaz, Humberto; Moreno Guerrero, Manuel (1989) Arquitectura y Modernidad en Chile / 1925 -1965: Una realidad múltiple. Santiago, Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile, 198 pp.

Eliash, Humberto (Abril, 2015) Arquitectura Chilena: La trayectoria de TAU Arquitectos: Compromiso social y pasión por la Arquitectura. Publicaciones de la Asociación de Oficinas de Arquitectos, Santiago, Chile. Revista AOA, Número 28, 18 – 37.

Foro para la Edificación Sostenible de la Comunitat Valenciana (2014). Facultad de Biología Marina, Expediente Técnico. Instituto Valenciano de la Edificación. Valencia. 13 pp.

Frampton, K. (XXXX) Historia crítica de la arquitectura moderna. Editorial Gustavo Gili, Barcelona. 402 pp.

Garcés Bravo, Camilo A. (2014). La Planta Libre ¿Principio de Flexibilidad?: Casas experimentales de Le Corbusier y Mies van der Rohe. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Arquitectura. Medellín. 84 pp.

González, F.; López, C. (2018). Facultad de Biología Marina, Expediente Técnico. Universidad Técnica Federico Santa María, Departamento de Arquitectura, Magíster en Rehabilitación Arquitectónica Sostenible. Valparaíso. 147 pp.

Grupo de Investigación FORM (2013) Elementos de control ambiental en la arquitectura docente Brasil, Chile y México. Documentos de Arquitectura Moderna en América Latina 1950 – 1965, Volumen Quinto. Barcelona, España. 443 pp.

Hernández Pezzi, Carlos (2010) Un vitruvio ecológico principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Editorial Gustavo Gili, Barcelona. 160 pp.

Instituto de la Construcción (2012). Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios Públicos: “Evaluación de Estrategias de Diseño Constructivo y de Estándares de Calidad Ambiental y Uso Eficiente de Energía en Edificaciones Públicas, Mediante Monitorización de Edificios Construidos” Proyecto Innova Chile, Corfo. Santiago de Chile. 194 pp.

Instituto de la Construcción (2014). Manual Evaluación y Calificación, Versión 1. Certificación Edificio Sustentable. Santiago de Chile. 194 pp.

Le Corbusier (1977) Hacia una Arquitectura Ediciones Apóstrofe, Barcelona. 245 pp.

López Rodríguez, F.; Rodríguez Rodríguez, V.; Santa Cruz Astorqui, J.; Torreño Gomez, I.; Ubeda de Mingo, P. (1985) Manual de Patología de la Edificación. Tomo 1, Lenguaje de las Grietas Patología y Recalces de las Cimentaciones. Universidad Politécnica de Madrid. 171 pp.

Massilia (2003) Anuario de estudios Le Corbusianos. Edición Fundación Caja de Arquitectos, Barcelona. 41 - 99.

Medina, Miguel (2018). Las circulaciones verticales como elemento generador de orden y forma en la SESC fábrica de Pompeia. Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador. 185 pp.

Merí de la Maza, R.; Díaz Segura, A.; Serra Soriano, B. (2015) « Histoire d'une Fenêtre ». Le Corbusier y la construcción de la mirada. Escuela Superior de Enseñanzas Técnicas. Universidad CEU Cardenal Herrera. Valencia. 18 pp.

Montaner, Josep María. (XXXX) Después del Movimiento Moderno Arquitectura de la segunda Mitad del siglo XX. Editorial Gustavo Gili, Barcelona. 272 pp.

Montealegre, Alberto; Altikes, Carlos (Agosto, 2011) Arquitecto Chileno: Emilio Duhart Harosteguy: Procesos de cambio. Publicaciones de la Asociación de Oficinas de Oficinas de Arquitectos, Santiago, Chile. Revista AOA, Número 17, 24 - 41.

Muñoz Muñoz, Héctor (2014 - 2015). Las Ventanas de Le Corbusier [Del hueco al espacio]. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia. Valencia. 123 pp.

O'Byrne Orozco, María Cecilia (2018) La obra arquitectónica de Le Corbusier: una contribución excepcional al movimiento moderno: las 17 obras declaradas patrimonio de la humanidad. Universidad de los Andes, Facultad de Arquitectura y Diseño, Departamento de Arquitectura, Ediciones Uniandes. Bogotá. 154 pp.

Olgay, Victor. (1998). Arquitectura y Clima: Manual de Diseño Bioclimático para Arquitectos y Urbanistas. (1963) Princeton University Press. (1998) Editorial Gustavo Gili, Barcelona. 203 pp.

Pérez Oyarzun, Fernando. (2017) Arquitectura en el Chile del Siglo XX, Volumen 2: Modernización y Vanguardia 1930 - 1950. Ediciones Arq, Santiago, Chile. 213 pp.

Perez Oyarzún, Fernando (Abril, 2010) Arquitecto Chileno: Bresciani, Valdés, Castillo, Huidobro, la profesión de una generación. Publicaciones de la Asociación de Oficinas de Oficinas de Arquitectos, Santiago, Chile. Revista AOA, Número 13, 20 - 51.

Pérez de Arce Antoncich, Mario (Agosto, 2014) Arquitectura Chilena: Mario Pérez de Arce Lavín: Arquitectura, docencia y sentido común. Publicaciones de la Asociación de Oficinas de Oficinas de Arquitectos, Santiago, Chile. Revista AOA, Número 26, 26 - 51.

Requena, I. (2011). Arquitectura adaptada al clima en el Movimiento Moderno: Le Corbusier (1930 - 1960) Universidad de Alicante. 375 pp.

Requena, I. (2012). Bioclimatismo en la arquitectura de Le Corbusier: El Palacio de los Hilanderos. Informes de la Construcción Vol. 64. Universidad de

Alicante. 549 - 562.

Saldarriaga Sierra, Juan (2014) "No es simplemente la promenade architecturale": interpretaciones sobre Le Corbusier y Rogelio Salmona. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 14 pp.

Smithson, Alison; Smithson, Peter (1962). Manual del Team 10. Traducido por Mario Pozzo. Cuadernos del Taller N°20. Ediciones Nueva Visión. Buenos Aires, Argentina. 47 pp.

Scruton, Roger (1986). La Arquitectura de lo horizontal. Centro de Estudios Públicos. Estudios Públicos N° 15 (Invierno 1984) recogió su ensayo La Dificultad de la Semiótica. 8 pp. Recuperado de https://www.cepchile.cl/cep/site/docs/20160303/20160303184737/rev23_scruton.pdf

Suárez, Marjorie (2013) La Continuidad Espacial en la Arquitectura Moderna, Estrategias docentes. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Escuela de Arquitectura Carlos Raúl Villanueva. Caracas. 142 pp.

Weibel Fernández, Hugo (Mayo, 2009) Reportaje: Luis Mitrovic Balbontin: Obra y mirada de un creador. Publicaciones de la Asociación de Oficinas de Oficinas de Arquitectos, Santiago, Chile. Revista AOA, Número 10, 16 - 39.

Yunis, Natalia (2015). Plataforma Arquitectura. Clásicos de Arquitectura: Cap Ducal / Roberto Dávila. Chile. Recuperado de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/767145/clasicos-de-arquitectura-cap-ducal-roberto-davila>

SITIOS WEB

Colegio de Arquitectos de Chile (2019). Colegio de Arquitectos de Chile. Sergio Larraín García-Moreno. Chile. Recuperado de http://colegioarquitectos.com/noticias/?page_id=10259

Colegio de Arquitectos de Chile (2019). Colegio de Arquitectos de Chile. Roberto Dávila Carson. Chile. Recuperado de http://colegioarquitectos.com/noticias/?page_id=10208

Colegio de Arquitectos de Chile (2019). Colegio de Arquitectos de Chile. Héctor Valdés Phillips. Chile. Recuperado de http://colegioarquitectos.com/noticias/?page_id=11096

Colegio de Arquitectos de Chile (2019). Colegio de Arquitectos de Chile. Carlos Bresciani Bagattini. Chile. Recuperado de http://colegioarquitectos.com/noticias/?page_id=10070

Colegio de Arquitectos de Chile (2013). Colegio de Arquitectos de Chile. Fallece Arquitecto Fernando Castillo Velasco. Chile. Recuperado de <http://colegioarquitectos.com/noticias/?p=4214>

Colegio de Arquitectos de Chile (2017). Colegio de Arquitectos de Chile. Carlos García-Huidobro Guzmán (1918 - 2017). Chile. Recuperado de <http://colegioarquitectos.com/noticias/?p=17976>

Maulen, David (2016). Mapa Valpo, Mapa abierto de Valparaíso. Teatro Valparaíso, Plaza Victoria. Chile. Recuperado de <https://mapa.valpo.net/content/teatro-valparaiso-plaza-victoria>

Wheather Spark (2023) Clima y tiempo promedio durante todo el año en Viña del Mar, Chile. <https://weatherspark.com/y/25809/Average-Weather-in-Vi%C3%B1a-del-Mar-Chile-Year-Round>

REFERENCIA DE FIGURAS

Figura 1. CEPAL. Autor: Fernanda González, 2019.

Figura 2. Facultad de Biología Marina. Fuente: González, F; López, C. 2018. Autor: Fernanda Gonzalez.

Figura 3. Diagrama de las preguntas de investigación. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4. Diagrama explicativo del marco teórico y las relaciones entre los conceptos de la investigación. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 5. Edificio Larkin: corte axonométrico que muestra la ubicación de los conductos principales de aire. Fuente: Banham, R.; 1975; pág. 95.

Figura 6. Diagrama de Factores de Diagnóstico, Fuente: Elaboración Propia, basándose en la tabla de asesoramiento de especialista en proyectos ecológicos del libro de Hernandez Pezzi, 2010, p. 23.

Figura 7. Diagrama sobre la búsqueda la eficiencia energética en un edificio u obra nueva. Fuente: Elaboración Propia, basándose en la información del Manual de Estrategias de diseño Pasivo del Instituto de la Construcción, 2012, p. 22.

Figura 8. Esquema del Plan de Trabajo Metodológico. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 9. Dibujo edificio EFE de 1934, arquitectos Eduardo Costabal y Andrés Garáfulic, Santiago. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 10. Edificio Oberpaur. 1929 - 1930. Fuente: Eliash Díaz, Humberto; Moreno Guerrero, Manuel (1985) p. 5.

Figura 11. Casa Dusillant, 1938. Fuente: Eliash Díaz, Humberto; Moreno Guerrero, Manuel (1985) p. 15.

Figura 12. Sistema Dom-ino, evolución hacia el prototipo heliotécnico (años 40) y estructura base de las construcciones climáticas (años 50). Fuente: Requena-Ruiz, I. (2012) p. 550.

Figura 13. Alfeld an der Leine, la fábrica Fagus. Fuente: Benevolo, Leonardo. (2002) p. 408

Figura 14. La fábrica modelo en la Exposición del Werkbund de Colonia de 1914. Fuente: Benevolo, Leonardo. (2002) p. 411

Figura 15. Cité de Refuge. Esquemas de proyecto del brise-soleil introducido tras los bombardeos de la Segunda Guerra Mundial. Fuente: Requena-Ruiz, I. (2011) Autor: Le Corbusier.

Figura 16. Hogar P. Causiño, 1940 y Hogar Hipódromo Chile, 1942. Fuente:

Eliash Díaz, Humberto; Moreno Guerrero, Manuel (1985) p. 11.

Figura 17. Clínica Santa María, 1940. Fuente: Eliash Díaz, Humberto; Moreno Guerrero, Manuel (1985) p. 11.

Figura 18. Proyecto Casa Errázuriz, 1935. Fuente: Pérez Oyarzún, Fernando; 2017.

Figura 19. Dessau, el edificio de la Bauhaus, 1926. Fuente: Benevolo, Leonardo. (2002) p. 446.

Figura 20. Composición en azul. Fuente: Benevolo, Leonardo. (2002) p. 447. Autor: P. Mondrian.

Figura 21. Dessau, el edificio de la Bauhaus, 1926. Fuente: Benevolo, Leonardo. (2002) p. 447.

Figura 22. Dibujo edificio Escuela de Derecho Universidad de Chile, arquitecto Juan Martínez Gutiérrez, Santiago. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 23. Edificio Oberpaur. Fuente: Duque, Karina; 2013. Autor: Alex Rojas, 2013.

Figura 24. El edificio de Ferrocarriles del Estado, hoy edificio dl MINVU. De los arquitectos Costabal, Garafulic y Del Río. 1934. Fuente: <https://santiagoadicto.tumblr.com/post/57070657232/el-edificio-de-ferrocarriles-del-estado-hoy>

Figura 25. Facultad de Derecho Universidad de Chile. Fuente: Duque, Karina; 2011

Figura 26. Cap Ducal. Fuente: Yunis, Natalia; 2015.

Figura 27. Clínica Santa María. Fuente: <https://www.clinicasantamaria.cl/la-clinica/historia>

Figura 28. Teatro Valparaíso. Fuente: Maulen, David; 2016.

Figura 29. Edificio de Rentas de la Cooperativa Vitalicia. Fuente: Maulen, David; 2016.

Figura 30. Casa Flores. Fuente: Colegio de Arquitectos, 2019.

Figura 31. Edificio Estación Puerto. Fuente: https://www.archdaily.co/co/893031/guia-de-arquitectura-en-valparaiso-20-obras-y-lugares-que-todo-arquitecto-a-debe-conocer?ad_medium=gallery

Figura 32. Scuola Italiana "Arturo Dell'Oro". Fuente: <https://www.plataformaurbana.cl/archive/2007/07/09/cambios-en-valparaiso-la-scuola-italiana/>. Autor: Felipe Guillon G.

Figura 33. Estación de Biología Marina completada, vista desde el norte. Fuente: Archivo Universidad de Chile. Autor: Desconocido.

Figura 34. Edificio Ex Correos de Valparaíso. Fuente: Fuente: Maulen, David; 2016.

Figura 35. Piscina Rocas de Santo Domingo en 1949 [Fotografía], colección Nicolás Fernández Gurruchaga, 1949, Archivo Enterreno

Fuente: <https://www.enterreno.com/moments/piscina-rocas-de-santo-domingo-en-1949-3083>

Figura 36. Colegio del Verbo Divino Fuente: Grupo de Investigación FORM, 2013.

Figura 37. Edificio Cooperativa Vitalicia. Fuente: Fuente: Maulen, David; 2016.

Figura 38. Facultad de Derecho U. de Valparaíso. Fuente: <https://portaleducacion.cl/index.php/2019/12/24/universidad-de-valparaiso-fija-sueldo-minimo-universitario-por-sobre-los-500-mil-pesos/>.

Figura 39. Teatro Mauri. Fuente: Maulen, David; 2016.

Figura 40. Edificio Plaza de Armas. Fuente: Duque, Karina; 2015.

Figura 41. Escuela Naval Arturo Prat. Fuente: Grupo de Investigación FORM, 2013.

Figura 42. Unidad Universitaria UTE. Fuente: Grupo de Investigación FORM, 2013.

Figura 43. Fachada Principal Instituto Nacional. Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Fachada_Principal_IN.JPG

Figura 44. Centro Universitario de Playa Ancha. Fuente: <https://www.upla.cl/noticias/2018/04/19/la-historia-de-la-upla-se-sigue-escribiendo/>

Figura 45. Edificio Naciones Unidas, CEPAL. Fuente: AOA, Abril, 2006; p. 7.

Figura 46. Campus Antumapu. Fuente: <https://forestal.uchile.cl/noticias/153794/por-primera-vez-campus-antumapu-abrira-sus-puertas-a-la-ciudadania>

Figura 47. Edificio Central de Correos. Fuente: https://www.archdaily.cl/cl/879545/guia-de-arquitectura-moderna-de-santiago-20-obras-que-debes-conocer?ad_medium=gallery

Figura 48. El océano, 1959. Fuente: Araya de Pablo, 2022, p. 105. Autor: Rebeca Yañez.

Figura 49. Desde el balcón de la biblioteca, hacia el camino, 1959. Fuente: Araya de Pablo, 2022, p. 108. Autor: Rebeca Yañez.

Figura 50. Desde el camino: primer cuerpo del edificio, 1959. Desde el balcón de la biblioteca, hacia el camino, 1959. Fuente: Araya de Pablo, 2022, p. 108. Autor: Rebeca Yañez.

Figura 51 Representación de los recursos formales y compositivos canónicos del movimiento moderno según Le Corbusier. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 52. Diagrama explicativo de las relaciones establecidas entre los elementos formales establecidos por Le Corbusier. Fuente: Elaboración Propia a partir de revisión temática.

Figura 53. Representación de Pilotis Fuente: Elaboración Propia.

Figura 54. Representación de la terraza jardín. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 55. Representación de la planta libre. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 56. Representación de la ventana alargada. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 57. Representación de la domesticación del paisaje por parte de la ventana alargada. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 58. Modelo 1: Fenêtre en longueur Villa Le Lac (Corseaux-Vevey, 1923).
Figura M02. Vista desde el exterior de la vivienda. Fuente: Muñoz Muñoz, Héctor (2014 - 2015). p. 18. Autor: Héctor Muñoz Muñoz.

Figura 59. Representación de la fachada libre. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 60. Representación de la promenade architecturale. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 61. Esquema de relaciones espaciales jerarquizadas entre los recursos formales corbusianos. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 62. Ponderación de Valoración Formal y Compositiva. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 63. Representación control ambiental en el movimiento moderno. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 64. Radiación. Comportamiento frente a obstáculos. Fig. 2.14. Fuente: (Serra, R. y Coch, H., 2015, p. 46).

Figura 65. Tipos de Reflexión. Fig. 2.19. Reflexión. Planteamiento teórico. Fuente: (Serra, R. y Coch, H., 2015, p. 51).

Figura 66. Zonas de corrección arquitectónica sobre el ábaco psicométrico. Fuente: (Serra, R. y Coch, H., 2015, p. 88).

Figura 67. Diagrama de gestión energética basado en la p. 2 del manual de diseño pasivo. Fuente: Instituto de la Construcción, 2012.

Figura 68. Zonificación climática NCh 1079 OF. 2008. Fuente: (Instituto de la Construcción, 2012, p. 19)

Figura 69. Cuadro de relaciones entre estrategias de diseño y zonas climáticas Fuente: (Instituto de la Construcción, 2012, p. 26)

Figura 70. Gráfica de Victor Olgyay. Fuente: (Serra, R. y Coch, H., 2015, p. 85).

Figura 71. Representación del control ambiental de los Pilotis frente a los factores climáticos. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 72. Representación del control ambiental de la Terraza Jardín frente a los factores climáticos. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 73. Representación del control ambiental de la Planta Libre frente a los factores climáticos. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 74. Representación del control ambiental de la Ventana alargada frente a los factores climáticos. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 75. Representación del control ambiental de la Fachada Libre frente a los factores climáticos. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 76. Representación del control ambiental de la promenade arquitecturale frente a los factores climáticos. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 77. Esquema de relaciones de confort higrotérmico entre los recursos formales corbusianos involucrados en la envolvente. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 78. Ponderación de Evaluación Climática para Recursos Formales. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 79. Criterios de recomendación para la intervención en el patrimonio moderno. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 80. Facultad de Biología Marina Montemar. Fuente: González, F.; López, C. 2018. Autor: Fernanda González.

Figura 81. Dibujo edificio Biología Marina en Montemar con intervenciones de diseño pasivo ficticias y factores climáticos involucrados. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 82. Enrique Gebhard, 1945. Fuente: (Atria, Maximiano; 2011, pág. 42)

Figura 83. Primera etapa del edificio, 1945. Fuente: Archivo Universidad de Chile. Autor: Desconocido.

Figura 84. Axonométrica, Primera etapa del edificio, 1945. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 85. Vista del frente norte de la estación de biología, en su estado original, 1959. Fuente: (Atria, Maximiano; 2011, pág. 102)

Figura 86. Axonométrica, Segunda etapa del edificio, 1955. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 87. Facultad de Biología Marina Montemar vista Sur-Poniente. Fuente: González, F.; López, C. 2018. Autor: Pilar Bustos.

Figura 88. Axonométrica, estado actual del edificio año 2018. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 89. Cuerpos del Edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 90. Ubicación Geográfica y Climática del Edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Fuente: González, F.; López, C. 2018. pág. 10.

Figura. 91 Tabla Mahoney para la Región de Valparaíso. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 92. Diagrama Bioclimático, Givoni, de la Región de Valparaíso. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 93. Axonométrica de Pilotis en la Facultad de Ciencias del Mar, vista Noroeste. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 94. Axonométrica de Pilotis en la Facultad de Ciencias del Mar, vista Sureste. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 95. Axonometría Terraza Jardín, Estación de Biología Marina de Montemar, 1945. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 96. Axonometría Terraza Jardín y Techos Planos, Estación de Biología Marina de Montemar, 1955. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 97. Axonometría Superficies disponibles para Terraza, Estación de Biología Marina de Montemar, 2018. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 98. Axonométrica y Alzado Norte de la Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 99. Axonométrica y Alzado Oeste de la Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 100. Axonométrica y Alzado Sur de la Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 101. Axonométrica y Alzado Este de la Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 102. Facultad de Biología Marina, vista desde el poniente. Fuente: González, F.; López, C. 2018. Autor: Pilar Bustos.

REFERENCIA DE TABLAS

Tabla 1. Análisis formal del elemento Pilotis. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 2. Análisis formal del elemento Terraza Jardín. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3. Análisis formal del elemento Planta Libre. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4. Análisis formal del elemento ventana alargada Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5. Análisis formal del elemento fachada libre. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 6. Análisis formal del elemento promenade architecturale. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 7. Resumen del Lenguaje Espacial elementos Pilotis, Terraza jardín y Planta libre. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 8. Resumen del Lenguaje Espacial elementos Fachadas libres y promenade architecturale. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 9. Análisis de ventajas y desventajas del elementos Pilotis frente a la radiación y movimiento del aire. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 10. Análisis de ventajas y desventajas del elementos Pilotis frente al movimiento del aire, temperatura exterior y HR. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 11. Análisis de ventajas y desventajas de la Terraza jardín frente a la radiación y el movimiento del aire. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 12. Análisis de ventajas y desventajas de la Terraza jardín frente a la temperatura del aire y la Humedad relativa. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 13. Análisis de ventajas y desventajas de la Planta Libre frente a la radiación y el movimiento del aire. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 14. Análisis de ventajas y desventajas de la Planta Libre frente a la temperatura del aire y la Humedad relativa. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 15. Análisis de ventajas y desventajas de la ventana alargada frente a la radiación y el movimiento del aire. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 16. Análisis de ventajas y desventajas de la ventana alargada frente a la temperatura del aire y la Humedad relativa. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 17. Análisis de ventajas y desventajas de la fachada libre frente a la radiación y el movimiento del aire. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 18. Análisis de ventajas y desventajas de la fachada libre frente a la temperatura del aire y la Humedad relativa. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 19. Análisis de ventajas y desventajas de la promenade architecturale frente a la radiación y el movimiento del aire. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 20. Evaluación del potencial del diseño pasivo en los recursos formales corbusianos. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 21. Análisis formal del elemento Pilotis en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 22. Análisis formal del elemento Terraza Jardín en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 23. Análisis formal del elemento Planta Libre en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 24. Valores formales del elemento Fachada Libre en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 25. Valores formales del elemento promenade architecturale en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 26. Valoración Formal y Compositiva del elemento Pilotis, en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 27. Valoración Formal y Compositiva del elemento Terraza Jardín, en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 28. Valoración Formal y Compositiva del elemento Planta Libre, en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 29. Valoración Formal y Compositiva del elemento Fachada Libre, en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 30. Valoración Formal y Compositiva del elemento promenade arquitecturale, en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 31. Evaluación Climática del elemento Pilotis en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Radiación, 9:00 am. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 32. Evaluación Climática del elemento Pilotis en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Radiación, 12:00 pm. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 33. Evaluación Climática del elemento Pilotis en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Radiación, 17:00 pm. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 34. Evaluación Climática del elemento Pilotis en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Movimiento del Aire. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 35. Evaluación Climática del elemento Pilotis en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Temperatura del Aire. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 36. Evaluación Climática del elemento Pilotis en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Humedad. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 37. Validación Climática y Recomendaciones para la intervención del elemento Pilotis en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Humedad. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 38. Evaluación Climática del elemento Terraza Jardín en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Radiación. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 39. Evaluación Climática del elemento Terraza Jardín en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Movimiento del Aire. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 40. Evaluación Climática del elemento Terraza Jardín en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Temperatura del Aire. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 41. Evaluación Climática del elemento Terraza Jardín en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Humedad. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 42. Validación Climática y Recomendaciones para la intervención del elemento Terraza Jardín en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Humedad. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 43. Evaluación Climática del elemento Fachada Libre en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Radiación. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 44. Evaluación Climática del elemento Fachada Libre en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Movimiento del Aire. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 45. Evaluación Climática del elemento Fachada Libre en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Temperatura. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 46. Evaluación Climática del elemento Fachada Libre en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Humedad. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 47. Validación Climática y Recomendaciones para la intervención del elemento Fachada Libre Norte en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Humedad. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 48. Validación Climática y Recomendaciones para la intervención del elemento Fachada Libre Oeste en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Humedad. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 49. Validación Climática y Recomendaciones para la intervención del elemento Fachada Libre Sur en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Humedad. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 50. Validación Climática y Recomendaciones para la intervención del elemento Fachada Libre este en el edificio Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Humedad. Fuente: Elaboración Propia.

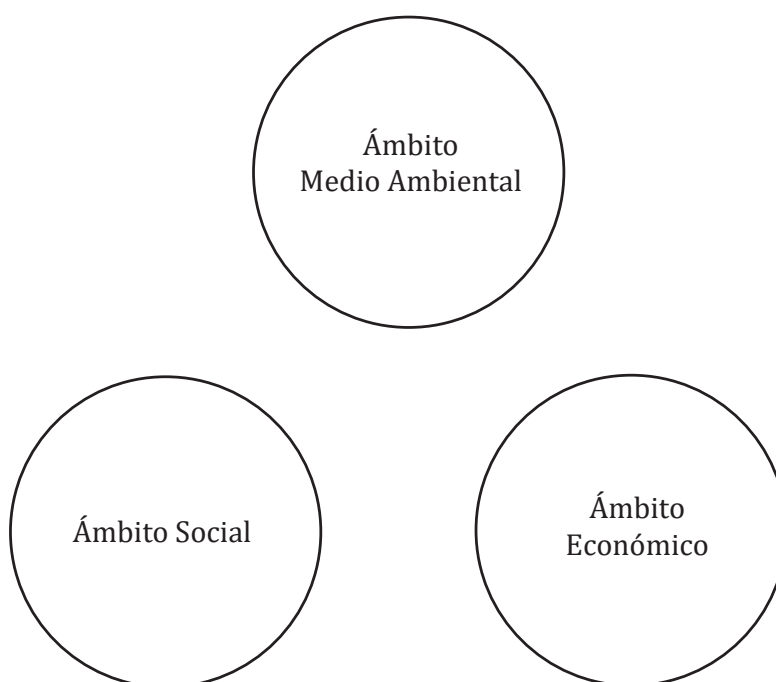
DISCUSIÓN 1:

REHABILITACIÓN

Según Hernandez Pezzi (2010) en general, resulta más sostenible rehabilitar y reutilizar edificios existentes que demolerlos y volver a construir. Rehabilitar significa utilizar menos materiales y consumir menos energía en conceptos como demolición y transporte. Normalmente, también requiere más mano de obra que construir de nuevo. Además, debe tenerse en cuenta el beneficio cultural si se preservan edificios conocidos y emblemáticos, así como las oportunidades de aprender cómo se trabajaban los edificios antiguos, muchos de los cuales fueron construidos con técnicas y materiales sostenibles y han durado muchos años.

La normativa sobre construcción puede presentar problemas para los trabajos de restauración. En la mayoría de los estados de la Unión Europea, los requisitos de la normativa sobre construcción se expresan en términos de rendimiento: “aislamiento térmico razonable”, “rendimiento estructural adecuado”. Las recomendaciones asociadas están concebidas para obras nuevas y no siempre tienen en cuenta la resistencia, el aislamiento térmico y otras características de los edificios existentes. Es posible que la normativa no permita niveles que anteriormente fueron aceptables, lo que exige amplias mejoras que, a veces, dan un **resultado estético poco aceptables**, lo que exige amplias mejoras que, a veces, dan un resultado estético poco aceptable que hace recomendable su demolición y nueva construcción, aunque, de hecho, lo más sostenible sería conservar y renovar el edificio antiguo.

Suele resultar útil realizar una auditoría energética del edificio antes de abordar la rehabilitación. Esta auditoría puede llevarla a cabo el propio arquitecto, aunque los especialistas podrán proporcionar muchos datos, sobre todo en lo que se refiere a estrategias sostenibles de rehabilitación, que a menudo son sorprendentemente rentables. La auditoría, junto con una evaluación del rendimiento energético del edificio rehabilitado, puede facilitar indicaciones muy útiles sobre el potencial de mejora (Hernández Pezzi, Carlos, 2010, 34).



¿De qué manera es sostenible rehabilitar edificios del movimiento moderno?

De manera objetiva, la sostenibilidad involucra tres aspectos fundamentales, un ámbito social, uno económico y otro que afecta al medio ambiente. Desde la perspectiva de esta investigación, las cualidades pasivas insertas en el diseño de los edificios proporcionan una respuesta a estos ámbitos ya que desde un inicio los arquitectos modernos enfocaron sus objetivos en relacionar la arquitectura y el clima. Creando ciudades que en teoría serían más higiénicas, disminuyendo los costos de producción y observando la naturaleza como principal fuente de inspiración.

A NIVEL ECONÓMICO

El valor de la arquitectura moderna a nivel de diseño fue posibilitar el pensamiento arquitectónico en base a líneas rectas y materiales estandarizados. Esto a su vez ha permitido llegar a soluciones contemporáneas eficientes ya que la tecnología ha avanzado lo suficiente para dar respuesta a las formas lineales, rectangulares y cúbicas.

«Por sus intervenciones recientes, parece ser un servicio público que no cuenta con el debido conocimiento para la transformación y re-uso adaptativo del patrimonio moderno, creyendo que tienen la capacidad que les falta y utilizando los recursos públicos para hacer desaparecer los valores patrimoniales, que por cierto son económicos y no sólo vagos valores culturales.»

(Docomomo; 2018; p. 11).

Valor forma

Gracias a la arquitectura moderna se tiene conocimiento de que la curva será más costosa a nivel económico, por tanto la curva se ha transformado en una forma secundaria.

A NIVEL MEDIO AMBIENTE

La rehabilitación del patrimonio moderno brinda la posibilidad de desarrollar soluciones que requieran menor gasto de material y energía.

Tal como señala UNESCO (2015) en su política para la integración del desarrollo sostenible, el cambio climático es atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, la cual altera la composición de la atmósfera.

Si cruzamos esta información con los conceptos de impacto ambiental señalados por autores como Hernández Pezzi (2010) los tipos de impacto que pueden producir los edificios son muy variados, entre ellos la reducción de la capa de ozono, la pérdida de hábitats naturales y biodiversidad, la erosión del suelo o la liberación de contaminantes tóxicos.

Sin embargo, puede resultar útil concebir a los edificios como como entidades vivas y saludables. Un edificio es una estructura física compuesta por distintos elementos, pero también una especie de "máquina viva", este concepto, es muy similar al de "máquina de habitar" establecido por Le Corbusier. Pues, como "Máquina viva", el coste que supone el edificio para el medio ambiente es hacerlo funcionar durante su ciclo de vida: los productos que requiere, como energía y instalaciones, y los de expulsión, como CO₂ y residuos.

Espíritu del Lugar

Diseñar con el espíritu del lugar, implicó un diálogo explícito e implícito entre la obra y el paisaje. Por lo tanto, no puede haber duda de la existencia de una intención por establecer estrategias de aprovechamiento y control del asoleamiento, la ventilación, acústica y la envolvente.

A NIVEL SOCIAL

El valor de la arquitectura moderna a nivel de diseño fue ayudarnos a pensar en línea, en rectas y materiales estandarizados. Esto nos permite llegar a soluciones eficientes, mínimos y funcionales porque pensamos en líneas, cuadrados y cubos.

«La arquitectura moderna fue y es el testimonio pleno del cambio de la sociedad durante el siglo XX, en pos del acceso al progreso y al bienestar, para que no fuera sólo un beneficio de pocos. Y aunque, tal vez, el proyecto moderno quedó corto en muchas de sus ambiciones, puso en la conciencia de la gente la posibilidad misma del bienestar, y aún hoy imprime con fuerza esas ideas, en su condición material. Nos dice de lo que aún nos falta como sociedad, y por eso resulta tan compleja y tan necesaria su preservación.»

(Docomomo; 2018; p. 11).

Igualdad y Derechos Humanos

Este testimonio de cambio, hace evidente que el patrimonio moderno emerge desde el respeto por los derechos humanos y la igualdad, valor recíproco entre el patrimonio y la sociedad, que puede convertirlo en un catalizador de beneficios.

Entender este hecho, incentiva a la revalorizar estos edificios como íconos urbanos, que se han ganado el reconocimiento ciudadano y además son parte de un imaginario histórico.

DISCUSIÓN 2:

¿Cuáles son los criterios actuales para establecer rehabilitaciones sostenibles o ecológicas?

- Estándares y certificaciones de edificios no residenciales.

o Estándares de Eficiencia Energética en Edificios de Uso Público

- Edificios públicos no residenciales
- Es voluntario pero MOP tiene metas internas de aplicación obligatoria

o Certificación de Edificio Sustentable

- Edificios públicos y privados no residenciales
- Es voluntario pero el sector público se ha fijado metas de aplicación obligatoria en algunos proyectos.

Actualmente **la calificación energética obligatoria** para viviendas, edificios comerciales, de uso público y oficinas, queda establecida por medio de la Ley de Eficiencia Energética. Las Certificaciones Nacionales de Sustentabilidad son voluntarias siendo la CES para edificios no residenciales. Por su parte, los estándares de eficiencia energética obligatorios son sólo en edificaciones nuevas, residenciales, educacionales y de salud (pronta actualización 4.1.10 OGUC) y en desarrollo está la “Net Zero Energy Building” para Chile.

También se pueden sacar cosas de las propuestas para la nueva reglamentación térmica en viviendas, que establecerá:

- Nuevas zonas térmicas, reconociendo la oscilación térmica.
- Aumento de aislación térmica de la envolvente
- Infiltraciones de aire, puentes térmicos y condensación.
- Ventilación controlada.

En políticas públicas:

- Renovación energética de edificios públicos con mayor potencial de ahorro, a través de la intervención con medidas de eficiencia energética en Hospitales de Alta complejidad del país.
- Renovación energética de establecimientos educacionales, con foco en la mejora del confort ambiental a través del acondicionamiento térmico.
- Gestiona Energía en edificios del sector público, con foco en hacer más eficiente el uso de la energía en el sector público a través del reporte de consumo y aplicación de gestión de la energía.

DISCUSIÓN 3:

¿Tiene la Arquitectura Moderna en Chile un Valor Climático? y si no lo tiene ¿Podemos otorgarle uno a través de la rehabilitación?

El investigador Horacio Torrent señala:

Gran parte de este patrimonio fue producido en instancias públicas como CORFO, CAJA DE HABITACIÓN, etc. muchas de ellas desaparecidas. La arquitectura moderna está asociada al pasado, sin embargo esta surgió como una capacidad de respuesta al cambio, asociada a la evolución (Docomomo; 2018; p. 11). Por lo tanto, a través de ella podríamos aprender mucho de cómo enfrentarnos a los cambios contemporáneos, en especial al cambio climático.

Por lo demás, no está demás hacer un símil entre el periodo de transición de la arquitectura más tradicional al modernismo con la actual revolución digital y de las tecnologías de construcción por medio de impresión 3D e inteligencias artificiales. Pues, están forzando a los seres humanos a nuevos estilos de vida, tal como hace un siglo se hablaba de construir una ciudad para un nuevo "hombre moderno".

La valorización patrimonial se tornó en un problema significativo debido a su falta de reconocimiento y también a la falta de conocimiento al respecto de intervenir y de actualizar sus condiciones de funcionamiento. En su artículo para Docomomo (2018) Torrent mencionó que una de las dificultades para el reconocimiento del patrimonio moderno es su condición de réplica a nivel constructivo debido al uso del hormigón. Por lo demás, destaco que todavía se desconoce la durabilidad del hormigón.

Desde el punto de vista de esta investigación es posible otorgar un valor climático-histórico a un edificio moderno. E incluso, es posible reforzar su significado por medio de la rehabilitación. Sí, es cierto, muchas veces se trata de una estrategia de re-uso, pero en lo posible, como arquitectos deberíamos obligarnos a entender las intencionalidades del pasado. Aquellas intenciones de cambio que, a través de evaluaciones cualitativas o cuantitativas, es posible ponderar.

¿Qué pasaría si desde la rehabilitación actualizamos los esquemas que se han establecido para la búsqueda de proyectos con eficiencia energética?

Basándose en el esquema sobre la búsqueda de la eficiencia energética del edificio (figura 7) y cruzándolo con las observaciones realizadas por Horacio Torrent en el documento de docomomo sobre Patrimonio Moderno: Sustentabilidad y otros documentos sobre criterios más actuales en rehabilitación. Se estableció un esquema (figura A) actualizado que añade factores a las estrategias de diseño para el patrimonio moderno. Esta es tan solo una alternativa o reinterpretación libre de estos textos.

«La labor de Docomomo, en este contexto, asume desafíos en relación con tres puntos de central importancia: uno, relacionado a la labor en torno al conocimiento y a la divulgación de los valores en la población; un segundo, en cuanto a la conceptualización de las intervenciones que mantienen la actualidad del patrimonio; y un tercero asociado a la vigencia y reivindicación de los valores sociales. En los tres, cuenta el desafío de la sustentabilidad; porque el conocimiento es el que inicia la tarea de la valorización que dará permanencia cultural y social al patrimonio;

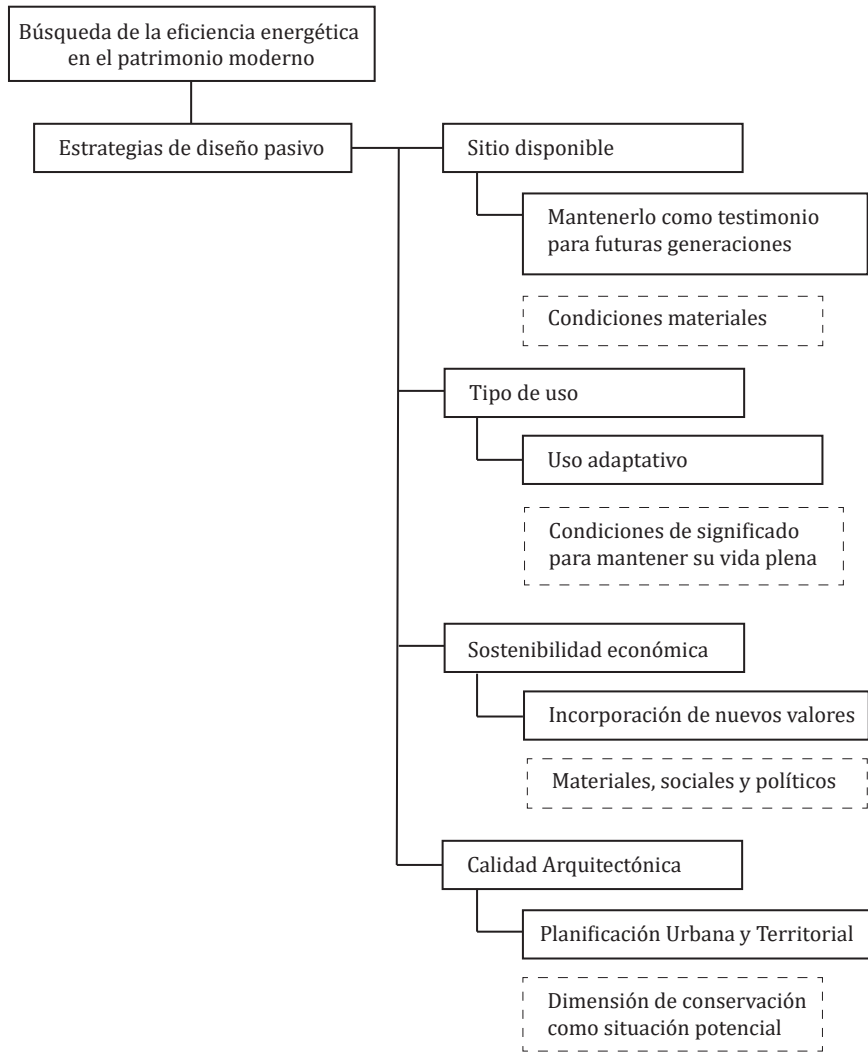


Fig. A
Esquema de Búsqueda de la eficiencia energética en el patrimonio moderno.
Fuente: Elaboración Propia.

porque las formas de intervenirlo incluirán, definitivamente, las necesarias alteraciones que atiendan a la vigencia de la obra, en tanto uso en relación con la energía, las tecnologías a usar en la restauración, en relación a la huella de carbono, o la diversidad social y la incorporación de los dispositivos necesarios al uso universal por parte de todos, todas y cualquiera. La gestión deberá incorporar a los usuarios, asumiendo incluso las nuevas y diferentes significaciones que se ponen en juego en la dinámica social y, así, expandir los contenidos del proyecto moderno incluso más allá de cómo fueron inicialmente formulados. No se trata solamente de mantener la materia, sino, principalmente, la vigencia de sus postulados emancipadores.»

(Docomomo; 2018; p. 13).

«No está en nuestras pretensiones la conservación de la totalidad de la obra moderna, porque incluso sabemos bien que mucha de esa obra necesita ser completada con las exigencias actuales de la sociedad. Se trata de asumir las demandas de uso y significación actuales, más que la mera conservación material, como si su valor fuese único. Sabemos que por la condición de reproductibilidad técnica, muchas obras carecen del valor tradicional de autenticidad. Se trata, entonces, de mantenerlas vigentes en uso y programa, respecto de su posible obsolescencia funcional, material y constructiva. Las intervenciones se vuelven entonces, vitales para el

patrimonio moderno. En muchos casos, la incorporación de obra nueva puede resignificar configuraciones patrimoniales que han sufrido alteraciones de sus significados, o de sus valores de posición, por los cambios en las dinámicas urbanas inmediatas.»

(Docomomo; 2018; p. 13).

Intervenciones:

A diferencia de una obra nueva, no es posible certificar un edificio existente en base a los parámetros sostenibles que evalúan las obras desde su concepción como idea de proyecto hasta su post ocupación.

En la parte de recomendaciones para la intervención se toma en consideración que las intervenciones que transgreden los principios del lenguaje arquitectónico propios del movimiento moderno son “malas intervenciones”. Por lo que, se espera que estas ponderaciones y orientaciones permitan a los arquitectos determinar si sus futuros proyectos de intervención sostenible no interfieren con los atributos del lenguaje moderno.

Tipos de Intervención

Intervención Conservacionista: Que mantiene todos los atributos originales sin considerar que estos podrían estar afectando el comportamiento total del edificio desde un comienzo.

Intervención Dañina: Que no respeta los valores iniciales en el lenguaje arquitectónico y que además perjudica el comportamiento total del edificio.

Intervención Potencialista o de Restauro: Que reconoce los aciertos y también los errores en el lenguaje original del edificio y que ayuda a mejorar su comportamiento total, actualizándolo a las normativas.

Intervención Bioclimática o Ambientalista: Que no respeta el lenguaje inicial pero que ayuda a actualizar y mejorar el comportamiento del edificio.

Señalado lo anterior, cabe recalcar la importancia de direccionar las decisiones hacia la búsqueda de rehabilitaciones con cualidad REVERSIBLE, que permitan a los futuros restauradores la misma capacidad de actualización de los edificios patrimoniales.

Entre otras ideas también surge:

- Contar con un catálogo de ejemplos internacionales e históricos del uso de un determinado recurso formal, esto proveerá de una mejor noción del atributo en base a su diseño y manera en la que debe ser experimentado. Todo esto no con la intención de imitarlos, sino para sugerir un análisis paralelo entre el modo de vida de estos edificios en cierta época y la actualidad.

- Para ser fiel a cómo se comportaban climáticamente estos edificios (sobrecalentamiento, exceso de humedad, etc.) también debiese existir un espacio que conserve estos síntomas o formas auténticas de respuesta al clima que estos recursos formales construyeron, a modo de experimentarlos, tal como se experimenta un clima. Porque esto también refleja un periodo histórico en la climatización de los edificios.

DISCUSIÓN 4:

¿Cuáles son los atributos, recursos o elementos arquitectónicos que consideran el clima en el patrimonio moderno chileno?

- Los atributos, recursos o elementos son muchos y tienen diversas fuentes de origen, tal como señalaban Eliash y Moreno (1985) el movimiento moderno chileno también recibió la influencia de arquitectos europeos como Le Corbusier, Adolf de Loos, Auguste Perret, Erich Mendelsohn entre otros. Por lo tanto, el catálogo de elementos dependerá de las influencias recibidas por cada arquitecto local.

- Fue en el periodo en que se crearon los CIAM en Europa que se creó en Chile el Colegio de arquitectos. Durante este tiempo muchos estudiantes y arquitectos jóvenes comenzaron a viajar a Europa.

- Para esta tesis se toman en cuenta aquellos que fueron descritos por Le Corbusier, debido también a la alta influencia de este arquitecto en el movimiento moderno a nivel global. Al establecer los "cinco puntos para la nueva arquitectura" como postulados y principios rectores durante 1926 y por su liderazgo en la creación de los Congresos Internacionales de Arquitectura Moderna. Se sabe además que comenzó a investigar sobre la adaptación de los edificios en sus entornos en la década del 30, fallando múltiples veces.

VALOR FORMAL Y COMPOSITIVO

Para determinar cuáles son los atributos que consideran el clima en el patrimonio moderno se debe tener en claro la manera en que **constituyen el espacio moderno**:

«La modernidad tuvo uno de sus principios en la posibilidad de separar los diferentes sistemas que integran el hecho arquitectónico. Una de las consecuencias de la desintegración de la unicidad de los sistemas portante, compositivo, volumétrico-formal y espacial fue la posibilidad de modificar la relación entre interior y exterior en la arquitectura.»

(Merí de la Maza, R.; Díaz Segura, A.; Serra Soriano, B.; 2016, p. 2)

La arquitectura moderna separa el hecho arquitectónico, pero ¿Qué es el hecho arquitectónico?

El hecho arquitectónico se enfoca en dar soluciones para una mejor estética e integrar nuevos materiales y recursos para obtener elementos estructurales que aparte de servir a una actividad específica, también puedan apreciarse como elementos de arte.

Para el caso de esta tesis quedan establecidos de esta forma:

Pilotis: Dejando o no interviniendo en demasía el paisaje. Por supuesto esta estrategia dejará al edificio expuesto a otros factores ambientales como se ha estudiado en esta tesis. Es un atributo fundamental para el resto de elementos arquitectónicos, según la estructura DOMINO.

Terraza Jardín: En gran medida la terraza jardín puede no considerar el clima ya que aporta humedad a la globalidad del edificio y aquello puede ir en contra del balance térmico. Sin embargo, como plano utilizable también aporta flexibilidad programática y de uso para otras estrategias climáticas.

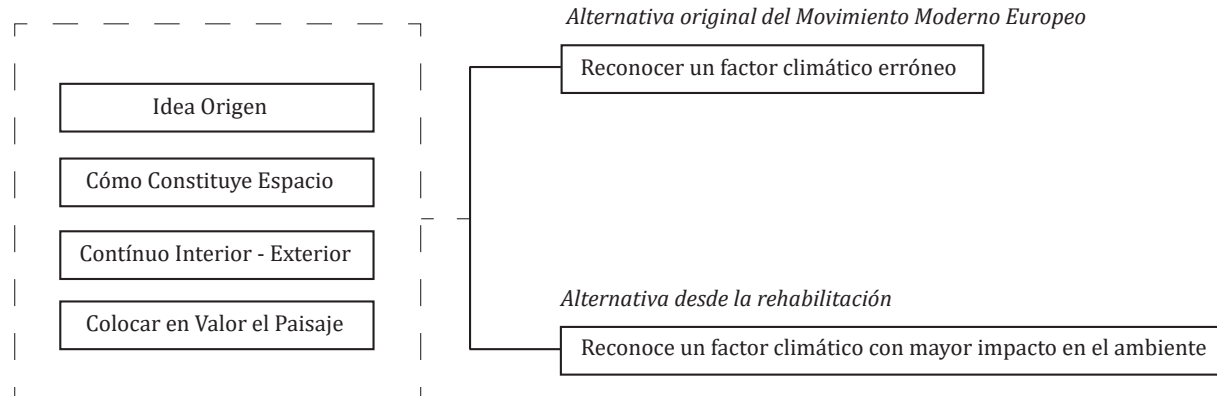
Planta Libre: La estructura permanece invariante a los programas cambiantes, fue proyectada teniendo en cuenta una serie de atributos que vinculan el interior y el exterior con significados e intenciones de configurar un nuevo tipo de espacio, el espacio continuo. Queda a consideración de los evaluadores el nivel de consideración del contexto en el diseño.

Fachadas Libres: La ventana se integra a la fachada. Al configurar la envolvente son las que mayor influencia tienen en el control higrotérmico y quedará a criterio de los evaluadores, en qué nivel su diseño considera su zona climática.

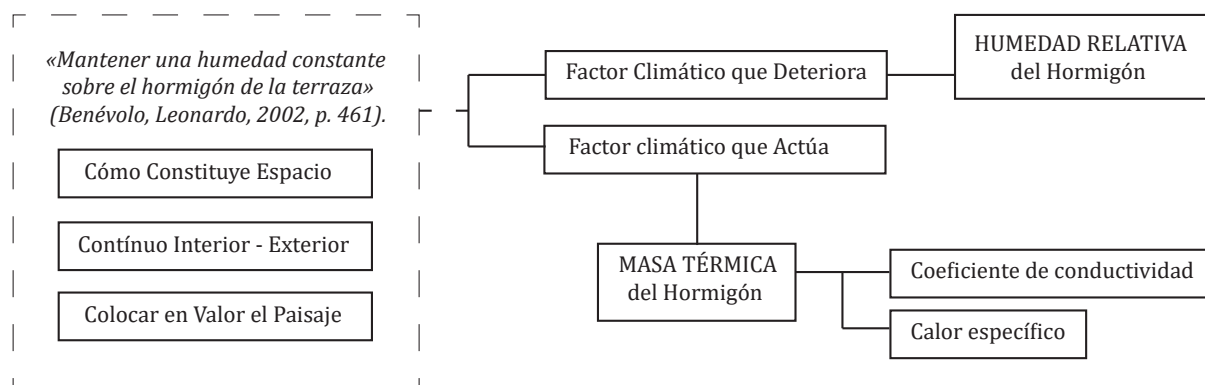
Promenade Architecturale: Se reconoce en los elementos arquitectónicos que configuran el recorrido una importancia radical y poco defendida

Fig. B
Esquema inconcluso de una metodología ideal que resuma las relaciones entre los postulados del modernismo y las alternativas de rehabilitación.
Fuente: Elaboración Propia.

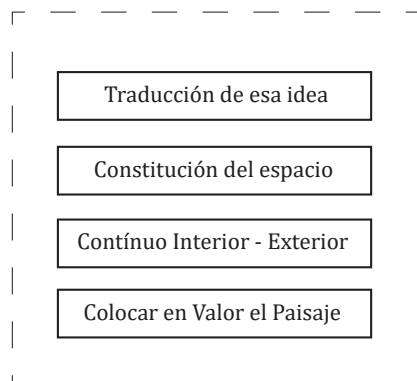
ORIGEN EUROPEO



EJEMPLO: Terraza Jardín



CONTEXTO CHILENO



del control ambiental dinámico de los espacios intermedios. Y por lo tanto, queda expresa la oportunidad de estudiar este recurso formal en alguna investigación futura.

CONSECUENCIAS A NIVEL DE DESEMPEÑO AMBIENTAL

Para evaluar las consecuencias que tienen los recursos a nivel de desempeño ambiental, es fundamental tener una noción básica, pero específica de uso y operación para determinar que el recurso no juegue en contra del balance térmico del edificio, sea en términos de demanda o de gasto energético.

Pilotis: Los pilotis tendrán influencia en los pisos ventilados, infiltraciones de aire y actuarán como una estrategia de protección solar. Sin embargo la determinación de su real influencia en las ganancias solares directas, ventilación cruzada o puentes térmicos dependerá de una evaluación cuantitativa.

Terraza Jardín: La terraza jardín, tendrá influencia sobre las cubiertas, ganancias solares directas, masa térmica y posibles puentes térmicos, quedará a evaluación su influencia como estrategia de protección solar y su aporte a través de ganancias solares indirectas o aisladas.

Planta: Tanto la planta libre como la promenade arquitecturale quedarán abiertas a evaluación cuantitativa respecto de su real influencia en el ambiente higrotérmico de cada edificio.

Fachadas: al integrar la ventana alargada es el recurso que más influencia tiene en la rehabilitación del edificio. Por esto, cobra tanta importancia el que ocurran "buenas" intervenciones.

Promenade Architecturale: Confort dinámico. Tal como se señalaba al inicio de esta tesis en las primeras iteraciones que los arquitectos modernos implementaban en sus diseños para poder controlar los ambientes. Frank Lloyd Wright ya destinaba a los espacios de circulación como elementos arquitectónicos de control de la ventilación.

Ahora bien, el alcance de los resultados podrá medirse a nivel de recurso formal, proyecto original e intervenciones posteriores. E incluso puede ser interesante realizar una revisión de su influencia en el balance térmico por épocas, lo cual derivaría en la validación de un valor climático histórico. Que indique que manera similar al Valor Formal si un recurso colabora con el balance térmico.

Fig. C
Ponderación de Valoración Climática e Histórica.
Fuente: Elaboración Propia.

¿Edificio, Intervención o Recurso?

Valor Climático Histórico

(1) Coloca en valor el paisaje, (2) constituye el espacio del modo en que se describe en la tabla resumen y (3) colabora con la continuidad del espacio interior - exterior.

Alto	Si sus valores formales son altos y sus recursos formales no deterioran el balance térmico del edificio.
Medio	Si respeta solo dos aspectos a cualquier nivel (edificio, intervención o recurso formal).
Bajo	Si respeta solo un aspecto o ninguno a cualquier nivel (edificio, intervención o recurso formal).

DISCUSIÓN 5:

¿El valor "climático" o "de arraigo" de la arquitectura moderna es aplicable a todas las situaciones de la naturaleza o el contexto?

Evidentemente, **no**. El uso de estrategias de diseño que no aplican a las zonas climáticas en las cuales se intervino no pueden considerarse valores climáticos. Por ejemplo, es claro que "Las grandes aberturas" de la fachada libre no funcionan en todos los contextos.

Esto deriva en una pregunta: ¿Qué recurso funciona mejor? ¿Qué recursos no están funcionando? y ¿Cómo el diseño puede potenciarlo o intervenirlo?

¿Qué evaluar y cómo evaluarlo?

La calificación del desempeño ambiental se reduce a cuatro dimensiones; la primera es el **análisis físico del edificio** que mide la aptitud del diseño pasivo para limitar su demanda energética y la capacidad de la envolvente para limitar los flujos de calor y de aire; **Conocer las variables climáticas** implicadas en el confort ambiental global que brinda el edificio a sus ocupantes; la **percepción que los usuarios** tienen de estas condiciones de confort y por último, conocer la **eficiencia energética de las instalaciones** (Instituto de la Construcción; 2012; p. 7).

El enfoque de esta investigación se centra en las dos primeras dimensiones: el análisis físico del edificio, que incluye la forma o factor forma. Y además la identificación de las variables climáticas implicadas en el confort ambiental del edificio. Se reconoce de igual manera la importancia de realizar un perfil de usos o programas, pero esto implicaría un análisis más extenso.

Por otra parte, y como esta pregunta alude bastante al corazón de esta investigación, se exponen de manera más extensa algunas conclusiones finales.

RESPECTO A LA METODOLOGÍA

Planteado el recorrido que se había dispuesto para esta investigación, se llegó a la conclusión de que la metodología más acertada para su realización era la investigación cualitativa y el estudio de casos, que según Linda Groat y David Wang (2002) tiene un enfoque de métodos múltiple.

En un principio la fase descriptiva de la investigación, donde se recolectaron los contenidos históricos, reseñas, y descripciones de atributos a través de fichas contribuyó al reconocimiento del recorrido histórico que supuso la traducción del lenguaje arquitectónico moderno europeo al contexto local chileno, puesto que en un principio esta importación de valores consistió en reproducir ciertas iconografías arquitectónicas, principalmente las referidas a la imagen industrial; sin embargo, con el paso del tiempo se fueron identificando influencias de arquitectos específicos y fue así como se reforzó la idea de la importancia de Le Corbusier;

Por otra parte, durante la fase analítica, en donde la abstracción de los principios se plantea en base a la observación de las obras y las descripciones de las enseñanzas de la Bauhaus, los principios de Le Corbusier y Walter Gropius destacaron por sobre la influencia de otros arquitectos. Estos, a su vez fueron los que más renombre alcanzaron por medio de publicaciones en revistas de arquitectura local de la época.

La elección del dibujo, o anotaciones gráficas, como herramienta de análisis se debió a que se necesita una cantidad de tiempo durante el cual, como arquitectos, es posible ponerse en el lugar del proyectista.

Al pasar por la fase explicativa de la investigación,

+ El análisis formal recalcó la importancia de realizar una revisión exhaustiva del modo en que los arquitectos establecían sus ideas al configurar los espacios. Finalmente, para algunas de esas intenciones los resultados fueron negativos, como la influencia de ventana alargada o la planta libre. Pero sí se establecieron nuevas jerarquías exponiendo la relevancia de los elementos arquitectónicos que configuran el espacio intermedio.

+ Por su parte, el análisis del lenguaje de control ambiental o valoración del potencial pasivo de los recursos arrojó resultados que expusieron a las fachadas libres como los aspectos que más relevancia tienen al momento de reacondicionar los edificios, pues es donde ocurren la mayor cantidad de intercambios de calor.

+ Por último, el análisis del caso "Ex Estación de Biología Marina", evidenció los aspectos que podrían estudiarse con mayor detalle al momento de evaluar las características específicas de un edificio moderno. Entre ellas, nuevamente, el valor de la promenade architectural, y las potencialidades de la planta libre.

Cabe nombrar que con las referencias de la CEPAL se logró crear un perfil de valoración compositiva imitando el que ya se tenía sobre la Ex Estación de Biología Marina, el cual fue más fácil de redactar habiendo visitado el edificio. Sin embargo, el avance llegó a complicarse bastante cuando al examinar las referencias en detalle, el tiempo que tomaba para el investigador la representación, comparación y posterior análisis de los casos estaban provocando la extensión excesiva de la investigación.

RESPECTO A LAS INTERVENCIONES EN EL PATRIMONIO MODERNO

Bajo el requerimiento de encontrar soluciones estéticamente aceptables y que no vayan en contra de los valores arquitectónicos del patrimonio se establecieron cuatro definiciones sobre "buenas" y "malas" intervenciones, entendiendo de esta forma que el resultado esperado es clasificar futuras intervenciones bajo cuatro categorías: intervenciones conservacionistas, dañinas, de potencialidad o restauro e intervenciones bioclimáticas.

La influencia y el cambio metodológico ocurrido en la Bauhaus por Walter Gropius, aparece como un modo apropiado de abordar las intervenciones en el patrimonio moderno.

Tras eliminar el caso de estudio de la CEPAL se considera, la pérdida de otro argumento al estudiar la historia de sus intervenciones, y cómo la rehabilitación ayuda a mejorar su comportamiento. Un ejemplo de ello, fue el caso de la eliminación de todo el volumen construido debajo del anillo de oficinas suspendido, el cual se construyó durante la dictadura en Chile en 1973.

RESPECTO AL VÍNCULO ENTRE ARQUITECTURA Y CLIMA EN EL PATRIMONIO MODERNO EN CHILE

Se destaca la existencia de un VALOR BIOCLIMÁTICO o de arraigo, o del diseño pasivo, que se debiese redactar, preservar y reinterpretar, puesto que podría constituir un antecedente del bioclimatismo en Chile. Esta investigación lo reconoce en las ideas primarias que tenía el movimiento moderno sobre el "espíritu del lugar". Además, la importancia que tiene actualizar los edificios

del movimiento moderno y evaluar sus ciclos de vida, podría ser clave para un eficiente control pasivo de los ambientes higrotérmicos en edificios con alto valor arquitectónico en general.

En esta misma línea se reconoce la dificultad de identificarlo ya que es uno de los principales problemas que se lograron evidenciar en esta investigación, la complejidad del proceso de importación del movimiento moderno en Chile. De hecho, cuando aún Le Corbusier estaba desarrollando sus primeros prototipos sobre sistemas pasivos (Brise-Soleil) y estos apenas tuvieron impacto cualificable en Europa, los edificios modernos de nuestro país ya los estaban replicando.

Por lo tanto, de existir un VALOR BIOCLIMÁTICO - HISTÓRICO en el patrimonio moderno, es a partir de restaurarlo o replicarlo en sus intervenciones que tendrá sentido. A través de esto, se le da respuesta al problema contemporáneo de emergencia climática. Diseñando para la preservación del planeta, cuyo Valor Universal Excepcional es fundamental para toda la vida y no sólo para los seres humanos.

RESPECTO AL OBJETIVO GENERAL

Se logra incorporar la preservación de los **valores formales** del movimiento moderno en Chile en el proceso de rehabilitación energética sostenible de edificios públicos emblemáticos, por medio una metodología que defiende los estándares de diseño con los que se pensó la obra en su origen.

Esta metodología los coloca en ponderación estos criterios de diseño o maneras con la que los arquitectos configuraron el espacio utilizando estos recursos formales y los contraponen con la capacidad que estos tienen para controlar factores climáticos. Al validar estos recursos formales, se les confiere a los profesionales mayores argumentos al momento de intervenir en el patrimonio moderno, tomando decisiones entre mantener, adaptar o modificar el edificio y a su vez disminuyendo el riesgo de rehabilitaciones con resultados estéticos poco aceptables.

- Nos ayuda a saber si debemos retroceder o avanzar.

RESPECTO A FUTURAS INVESTIGACIONES

- + Simulaciones
- + Estudio sobre la Promenade Architecturale y el confort dinámico
- + Estudio de los valores formales según la influencia de otros arquitectos del movimiento moderno.

A NIVEL PERSONAL DEL INVESTIGADOR

Dada la dificultad del análisis y la inmensa cantidad de variables a considerar, el aprendizaje se considera provechoso ya que cambió la percepción inicial del investigador respecto a la preservación de ciertas obras emblemáticas de la arquitectura moderna chilena.

Ha sido útil para reunir un abanico de intereses en los cuales sería embarcarse para poder estudiar de mejor manera los edificios. Además de tener consciencia de la diversidad de trabajos disponibles en el futuro profesional.

"La estética moderna es independiente al uso de materiales, como hormigón armado" Esto fue lo que se aprendió en Chile con el proyecto para la casa Errázuriz de Le Corbusier. Si bien esta fue información conocida para

el investigador no logró internalizarla hasta mucho más tarde. Esto remarcó la idea de que para comprender el valor patrimonial de una obra se requiere de constante reflexión y reinterpretación, por consiguiente es fundamental entre líneas.

El tiempo ha ayudado al investigador a comprender de que él mismo se ha convertido en otra clase de arquitecto, en base a los conocimientos recibidos a partir de esta investigación. Seguramente, algunos encontrarán innecesarias las reseñas históricas y revisión de detalles que desde una mirada de desconocimiento podrían llegar a no ser relevantes o implicar demasiado tiempo, para alcanzar una "real influencia" en las decisiones de intervención o rehabilitación arquitectónicas. Sin embargo, no, son los hechos históricos e incluso el desarrollo de las tecnologías y procesos sociales, los aspectos más relevantes para poder actualizar los edificios que se quieren preservar.

Estrategias de diseño pasivo:

Una vez realizado un buen análisis de las características climáticas y microclimáticas del emplazamiento del proyecto, se deben tomar decisiones de diseño para aprovechar las ventajas del clima y minimizar sus desventajas, con el objetivo de alcanzar el bienestar de los usuarios de las edificaciones públicas con un mínimo consumo de energía.

ORIENTACIÓN

La orientación de los edificios determina en gran parte la demanda energética de calefacción y refrigeración del mismo en el futuro. Una buena orientación podría minimizar considerablemente las demandas energéticas a través del control de las ganancias solares.

Las edificaciones públicas se caracterizan por altas ganancias internas generadas por usuarios, equipos e iluminación, por lo que se recomienda – siempre que sea posible – una orientación norte y sur de sus fachadas principales.

Una orientación oriente y poniente es menos recomendable, ya que la incidencia solar es más compleja de controlar en estas fachadas.

Las distintas fachadas de una edificación pública tienen diferentes condiciones de asoleamiento, por lo que pueden ser tratadas según estrategias que se detallan a continuación:

Norte

Una fachada orientada al norte recibe la radiación solar durante la mayor parte del día, dependiendo de la latitud en que se encuentre y la época del año. En invierno el sol se encuentra más bajo con respecto al cénit por lo que tendrá mayor penetración a través de las superficies acristaladas. Esta fachada se puede sombrear fácilmente en verano con protecciones horizontales como aleros o repisas de luz.

Este

La fachada Este recibirá el sol por la mañana tanto en invierno como en verano. En esta orientación el sol es bajo ya que recién asoma por el horizonte. La presencia de superficies acristaladas en esta fachada puede generar sobrecalentamiento en determinados climas si no es protegida.

Sur

Esta fachada no recibe radiación solar en forma directa durante gran parte del año. Sólo en verano puede recibir algo de sol, dependiendo de la latitud. Debido a esto, esta fachada no requiere de protección solar pero sus superficies acristaladas deben lograr un adecuado balance que evite excesivas pérdidas de calor y logre una adecuada iluminación natural, dependiendo del clima en que se emplace.

Oeste

La fachada oeste recibe radiación solar durante la tarde, lo que coincide con las más altas temperaturas del día. Debido a esto, esta fachada tiene los mayores riesgos de sobrecalentamiento en verano, por lo que es necesario proteger las superficies acristaladas que se encuentran sobre esta. Las protecciones solares pueden ser exteriores, interiores, móviles, fijas, o incluso puede ser un vidrio con control solar.

FACTOR FORMA

La volumetría de un edificio debe estar relacionada con el clima en que éste se encuentra emplazado y el programa de uso que contiene. Para esto el arquitecto debe tener claridad acerca de si el edificio busca conservar el calor dentro de sí o disiparlo al ambiente.

El factor de forma es una ecuación simple que relaciona la superficie envolvente con el volumen envuelto. Un factor de forma bajo significa que el edificio tiene menos pérdidas.

Para reducir al máximo las pérdidas de calor no deseadas, se recomienda minimizar la superficie de la envolvente, por ejemplo en climas cálidos, se recomienda aumentar el factor de forma.

Los volúmenes pequeños suelen tener un factor forma mayor que los grandes edificios, especialmente si son de un solo nivel.

En el caso de que no se puede modificar el factor de forma de un edificio – debido a requerimientos funcionales – se debe prestar más atención a la calidad de la envolvente (en climas fríos) y al control de la radiación solar (ya sea aprovechándola en climas fríos o minimizándola en climas cálidos).

ZONIFICACIÓN INTERIOR

Con esta estrategia se quiere organizar los espacios que contiene un edificio de acuerdo a sus necesidades de calefacción, iluminación natural y confort acústico.

Normalmente un edificio contiene espacios con distintos usos, tales como oficinas, salas de reuniones, baños, bodegas etc. Estos espacios tienen distintas necesidades, por lo tanto deben ubicarse en distintas zonas del edificio. Por ejemplo, una sala de reuniones con proyección de imágenes no necesita la entrada de luz natural directa, por lo que sería mejor ubicarla en el sur del edificio, del mismo modo es necesario aislarla de los ruidos exteriores.

PROTECCIÓN DEL ACCESO

En climas fríos o templados es necesario proteger los accesos a los edificios de las temperaturas exteriores y del edificio en invierno. Con este fin se recomienda que la entrada de los edificios sea por un espacio cerrado o vestíbulo configurado por dobles puertas. Esta estrategia permite que el acceso actúe

como una zona de transición que evita excesivas pérdidas de calor por ventilación.

En zonas con lluvias, es necesario además crear un espacio donde la gente pueda guarecerse antes de ingresar a los edificios.

DISCUSIÓN 6:

¿Con cuál otro edificio moderno es posible comparar las observaciones realizadas a la Facultad de Biología Marina?

En esta discusión se expresa la posibilidad de analizar el edificio CEPAL como un posible edificio comparable a la Facultad de Biología Marina. Si bien, no se encuentra en una zona climática comparable, el edificio se destaca por lo siguiente:

- Su principal diseñador, el arquitecto Emilio Duhart, recibió gran influencia de Le Corbusier.
- Durante la dictadura el edificio sufrió una serie de modificaciones, pero su posterior rehabilitación ha logrado solucionarlas en gran medida.
- Contiene los seis recursos arquitectónicos estudiados durante esta tesis y aplicados también en el edificio de Biología Marina en Montemar.
- A diferencia del caso de Enrique Gebhard, la CEPAL si cuenta con un proyecto de rehabilitación que ha sido efectivo y ejecutado.
- Posee una mirada climática reconocida a nivel latinoamericano. Emilio Duhart como uno de los destacados arquitectos del movimiento moderno en Latinoamérica entre los años 1950 y 1965, sus proyectos se describen como interesantes propuestas donde se aprecia la coherencia entre lugar y proyecto, dando el énfasis por la adaptación medioambiental que se traduce en la aparición de elementos arquitectónicos que controlan, matizan y amortiguan los impactos del entorno, posibilitando a partir de su construcción unas condiciones de habitabilidad y confort razonables.

Para el caso CEPAL se utilizó un esquema similar al utilizado en la Ex Estación de Biología Marina

CASO CEPAL



Fig. D
Esquema inconcluso de una metodología ideal que resuma las relaciones entre los postulados del modernismo y las alternativas de rehabilitación.
Fuente: Elaboración Propia.

- **Denominación:** Edificio de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- **Categoría:** Sin Categoría.
- **Ubicación:** Av. Dag Hammarskjöld 3477, Comuna de Vitacura, Santiago.
- **Propietario Original:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe
- **Año Inauguración:** 1966.
- **Arquitecto:** Emilio Duhart. Colaboradores: Christian de Groot, Roberto Goycoolea, Oscar Santelices.
- **Programa de Uso:** Público.
- **Superficie Total de la Obra:** 11.500 m², Edificio Principal.

El edificio de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), es considerado un hito en la arquitectura moderna latinoamericana e incluso se le señala como uno de los principales referentes de este movimiento a nivel mundial.

El diseño de Duhart emula la casa colonial y la escala de la cuadra española, entendiéndolas como la genética en la tipología latinoamericana.

En el libro “Elementos de control ambiental en la arquitectura docente Brasil, Chile y México” se reconoce a Emilio Duhart como uno de los destacados arquitectos del movimiento moderno Latinoamericano entre los años 1950 y 1965. Sus proyectos se describen como interesantes propuestas donde se aprecia la coherencia entre lugar y proyecto. Dando lugar a una variada gama de propuestas donde el énfasis por la adaptación medio ambiental se traduce en la aparición de elementos arquitectónicos que controlan, matizan y amortiguan los impactos ambientales del entorno, posibilitando a partir de su construcción unas condiciones de habitabilidad y confort razonables.

La CEPAL es un edificio emplazado en un terreno que bordea el Río Mapocho. Tiene una amplia estructura de hormigón armado que es sostenida por 28 pilares prismáticos rotados.

«La sede latinoamericana de las Naciones Unidas en Chile se asemeja tanto a una casa como a un monumento. Esta casa de las naciones representa un intercambio con la comunidad, mientras que el monumento es una expresión visible de las aspiraciones sociales y espirituales de la nación. Casa y Monumento juntos construirán una Unidad plástica y funcional entendida por todos». Esta fue la declaración del arquitecto Emilio Duhart en sus comentarios de apertura para su participación en el concurso.»

(Pérez Oyarzun, Fernando; 2010, p. 62)

Composición arquitectónica y caracterización estilística

EMPLAZADO SOBRE UN ZÓCALO

«El primer elemento del edificio que surge del suelo es una suerte de podio o piso zócalo que construye su primer nivel. Este resuelve la relación con la topografía del terreno, especialmente con la caída que experimenta en dirección al río y se vincula con una serie de muros que conforman una suerte de témenos en cuya área central se sitúa el volumen del edificio.»

(Pérez Oyarzún, Fernando en Plaut, J.; Sarovic, M.; 2012, p. 41 - 42).

COMPOSICIÓN Y TENSIÓN ARQUITECTÓNICA

«El edificio sugiere a la arquitectura tradicional española, debido a que en su origen conceptual, el proyecto proponía un esquema de un patio central con dimensiones similares a las manzanas tradicionales.” (Plataforma Arquitectura, 2010). “De esta manera se conforma finalmente, un “anillo” de oficinas, de 100 por 100 metros, que enmarca un gran patio central. En él, se sitúan los lugares más importantes y comunes para todas las organizaciones del edificio; las salas de conferencias circulares y el núcleo central de servicios (como restaurantes).»

(Duque, Karina; 2010).

«En el interior del anillo se localizan tres volúmenes relativamente autónomos. El cono de la sala de conferencias, un hall central habitualmente denominado núcleo y una sala de reuniones elevada del suelo, que no llegó a construirse y recibió el apodo de diamante. A diferencia del

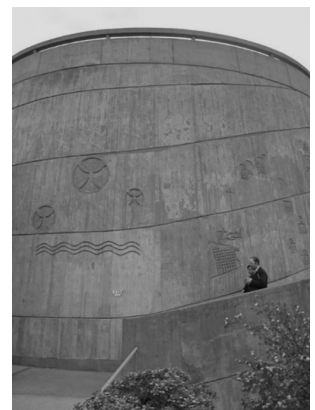


Fig. E
Esquema inconcluso de una metodología ideal que resume las relaciones entre los postulados del modernismo y las alternativas de rehabilitación.
Fuente: Elaboración Propia.

anillo de oficinas éstos se apoyan directamente en el suelo. Cuatro circulaciones dispuestas según un esquema de suástica conectan el núcleo con el anillo de oficinas. De este modo, los volúmenes centrales aparecen anclados al suelo, mientras el anillo periférico los circunda a la manera de una aureola. De dicha contraposición obtiene el edificio una porción considerable de su tensión arquitectónica.»

(Pérez Oyarzún, Fernando en Plaut, J.; Sarovic, M.; 2012, p. 42).

«La planta cuadrada del edificio planteado por Duhart se expresa en un anillo que encierra un patio de algo más 66 metros de lado, a su vez dividido en cuatro sectores menores. Ella hace alusión tanto a la casa rural del valle central de origen colonial, como a la manzana regular de la trama fundacional a cuyas dimensiones los 95x95 metros del edificio se aproximan. Referir el proyecto a una tradición histórica local y representarla en términos contemporáneos, es una de sus ideas centrales y se inscribe dentro de algunas discusiones que caracterizaron a la arquitectura de la segunda posguerra, desde el manifiesto acerca de la monumentalidad de Giedeon, Leger y Sert Hasta los contenidos de CIAM como referido al Corazón de la Ciudad. La fuerza del punto de vista simbólico asumido es evidente en algunos párrafos de la memoria del anteproyecto.»

(Pérez Oyarzún, Fernando en Plaut, J.; Sarovic, M.; 2012, p. 39 - 40).

INTEGRACIÓN CON EL PAISAJE



Fig. F
Esquema inconcluso de una metodología ideal que resume las relaciones entre los postulados del modernismo y las alternativas de rehabilitación.
Fuente: Elaboración Propia.

«En esta obra se distingue la horizontalidad, que se refleja claramente en la ventana corrida y las proporciones de su volumen; y la utilización de materiales propios del lugar, como la arena y el ripio del Río Mapocho, lo que pone de manifiesto la relación existente entre la construcción y el lugar en donde se emplaza. Además, el piso zócalo del costado poniente, paralelo al río, se escogió como área para entablar el diálogo desde el interior, sumado a la relación entre río, cerro y cielo a través de las distintas alturas tales que permitieran una suerte de "diafragmas que relacionaran el interior y el exterior con la máxima efectividad" (Duhart, 1966).»

(Duque, Karina; 2010).

«La entrada de este complejo se caracteriza por un estanque oval asimétrico y su enorme teja de hormigón. Alrededor del estanque circulan vehículos y éste es atravesado por un puente angosto para albergar la circulación de los peatones.»

(Duque, Karina; 2010).

«Aunque la idea del paisaje normalmente no se asocia con este proyecto, su presencia en un fondo de cauce de río y colinas cercanas, los paseos que lo abarcan todo y la secuencia de vías fluviales que siguen el camino de entrada inversa a través de todos los patios marque las conexiones de paisaje en el sentido más amplio. Estos aspectos también refuerzan el tema del patio con sus ambientes acompañantes, cada uno representativo de un paisaje y un conocimiento de los usos del material-hormigón que revela sus diversos estados de manipulación. Esto sugiere una fuerte afinidad con la idea del paisaje, ya sea a nivel de complejidad topográfica o bien a través de la pura diversidad ambiental. Esta idea podría haberse reforzado aún más con la realización de un parque en el lecho del río

diseñado por el arquitecto paisajista brasileño, Roberto Burle Marx, un esquema que, lamentablemente, nunca se implementó.»

(Pérez Oyarzun, Fernando; 2010, 66 - 67)

ENTENDIMIENTO DEL ESPACIO EN TODAS SUS DIMENSIONES

«Estos elementos se enlazan con el anillo a través de puentes peatonales y se superponen dentro de una estructura con forma de Caracol, diseñada en homenaje a las culturas precolombinas, que contiene el programa de auditorio. Esta estructura tiene en sus paredes externas símbolos que narran la historia y la cultura de América Latina. La cima resulta atractiva tanto por la vista panorámica que la rodea, como por el efecto acústico de eco y la iluminación que allí se produce, gracias a un platillo invertido de fibra de vidrio blanco.»

(Duque, Karina; 2010).

«La azotea es otro hito arquitectónico del edificio. Una terraza redonda, que al momento de construirse con sus 30 metros de altura, fue el punto más elevado de Vitacura. Su principal particularidad es que al pasearse en el centro se siente un eco sólo perceptible para quienes se ubican en dicho punto estratégico.»

(Bonnet, Paula; 2017).

ANILLO SUSPENDIDO

«(...) Es sobre este podio recorrible y en el que se alojan algunas dependencias como aulas y bibliotecas, que flota un anillo suspendido en el que se localizan las oficinas de trabajo. La suspensión de este anillo supone un esfuerzo estructural considerable que Duhart asocia a la lógica de los puentes. En efecto, cuatro pilares exteriores y cuatro interiores por cada lado del edificio dispuestos diagonalmente delante de las fachadas para acentuar su independencia respecto de ellas, sostienen grandes vigas perimetrales que descansan sobre rótulas metálicas que los coronan. De dichas vigas cuelgan tensores que soportan el volumen suspendido. La elevación del anillo de oficinas permite el libre recorrido del piso zócalo. En su ángulo sur poniente se sitúa un espacio que recibe la denominación, por lo demás muy francesa, de patio de honor.»

(Pérez Oyarzún, Fernando en Plaut, J.; Sarovic, M.; 2012, p. 41 - 42).

«El diseño de la planta baja del anillo contemplaba una planta libre, para generar transparencia. Pero, lamentablemente, el uso posterior del edificio de la Cepal alteró parte del concepto original, debido a un aumento del programa y del personal, lo que generó que se ocupara la mayor parte de la planta baja del anillo, incluyendo tabiques de cerramiento de los distintos compartimientos, rompiendo así, con la transparencia y planta libre antes mencionadas. Esto se debe a que el diseño del complejo, por sus propias características no permite futuras ampliaciones para seguir creciendo en conjunto con la organización. Sin embargo, en 2008, se finalizaron varias obras de remodelación, entre ellas, la recuperación de amplios espacios abiertos en los costados norte y sur del anillo, donde se ubica la plaza cívica Carmelo Soria.»

(Duque, Karina; 2010).



Fig. G
Esquema inconcluso de una metodología ideal que resume las relaciones entre los postulados del modernismo y las alternativas de rehabilitación.
Fuente: Elaboración Propia.

ENTENDIMIENTO DE LA LUZ



Fig. H
Esquema inconcluso de una metodología ideal que resume las relaciones entre los postulados del modernismo y las alternativas de rehabilitación.
Fuente: Elaboración Propia.

«La estrategia de diseño también considera una amplia gama de experiencias, desde la plena luz del día hasta el crepúsculo controlado del Salón de Asambleas. De esta manera, el conjunto total también puede entenderse como un dispositivo de control de la luz, un aspecto que se enfatiza por el cuidado tomado para llevar la luz del día al Salón de Asambleas. Esto implica el uso de un óculo, un mecanismo que combina espejos y un techo reflectante cóncavo ajustable.»

(Pérez Oyarzun, Fernando; 2010, p. 65)

Referencias

Bonnet, Paula (2017). Amo Santiago. La inquietante simbología del edificio de la Cepal. Chile. Recuperado de https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-55751/clasicos-de-arquitectura-edificio-de-cepal-emilio-duhart?ad_medium=gallery.

Duque, Karina (2010). Plataforma Arquitectura. Clásicos de Arquitectura: Edificio de CEPAL / Emilio Duhart. Chile. Recuperado de https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-55751/clasicos-de-arquitectura-edificio-de-cepal-emilio-duhart?ad_medium=gallery.

Pérez Oyarzun, Fernando. (2010) Chilean Modern Architecture since- 1950. Center for the Advancement of Studies in Architecture CASA, United States of America. First edition- 155 pp.

Pérez Oyarzún, Fernando en Plaut, J.; Sarovic, M. (2012) CEPAL 1962_1966. Santiago, Chile. Editorial Constructo, 198 pp.

Diagrama Bioclimático (Givoni)

Ubicación	Santiago (Eulogio Sanchez)
Longitud (°)	70
Latitud (°)	-33
Altitud (m)	0

Datos Climático

Media mensual...	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Temp. Max. (°C)	30	29	27	23	18	16	15	18	19	23	26	29
HR Mm. (%)	59	61	63	68	69	69	66	65	65	61	57	56
Presión (Pa)	2301	2441	2244	1909	1423	1253	1124	1340	1427	1712	1914	2241
Temp. Min. (°C)	14	13	11	9	6	4	3	5	8	8	10	13
HR Máx. (%)	80	81	83	85	88	89	90	89	87	84	82	81
Presión (Pa)	1277	1212	1088	975	822	723	682	776	932	900	1006	1212

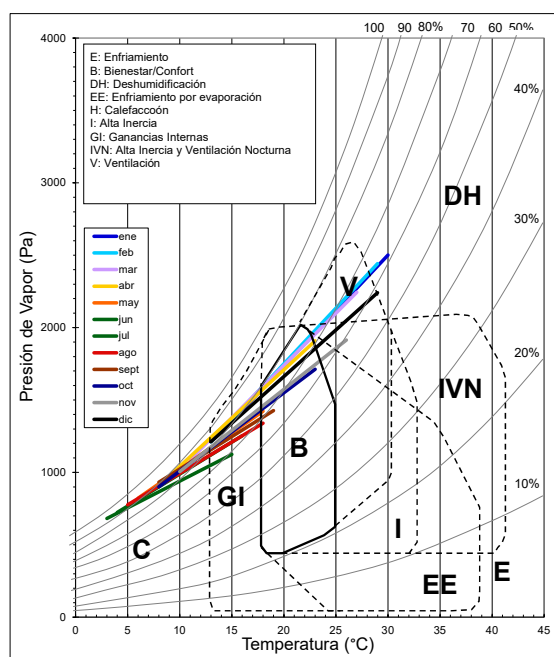


Fig. I
Diagrama Bioclimático, Givoni, de la comuna de Vitacura, Región Metropolitana de Santiago.
Fuente: Elaboración Propia.

GLOSARIO:

Algunas de estas definiciones están extraídas de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (2018) y otras se encuentran escritas en base al manual de diseño pasivo y eficiencia energética en edificios públicos (2012), además de definiciones encontradas en la RAE e interpretadas por el autor:

HECHO ARQUITECTÓNICO

El hecho arquitectónico proyecta nuevas formas de volúmenes, da soluciones para una mejor estética e integra nuevos materiales y nuevos recursos para obtener elementos estructurales que aparte de servir a una actividad específica, también puedan apreciarse como elementos de arte, es decir que puedan ser contemplados y causar agrado.

REHABILITACIÓN ARQUITECTÓNICA

Rehabilitación de un inmueble: Recuperación o puesta en valor de una construcción, mediante obras y modificaciones que, sin desvirtuar sus condiciones originales, mejoran sus cualidades funcionales, estéticas, estructurales, de habitabilidad o de confort (OGUC., 2018, p. 32).

DEMANDA ENERGÉTICA

Es la energía necesaria para mantener en el interior del edificio las condiciones de confort definidas mediante el uso del edificio. Se determina la demanda energética de calefacción, correspondiente a los meses de la temporada de calefacción y la de refrigeración, corresponde a los meses de la temporada de refrigeración.

SISTEMA COMPOSITIVO

El esquema compositivo es un conjunto de líneas maestras que organizan los espacios donde van a estar situados los elementos visuales. Este esquema suele estar formado por figuras geométricas (polígonos, círculos, óvalos), líneas rectas y curvas relacionadas entre sí, o redes modulares simples o complejas.

SISTEMA PORTANTE

Conjunto de elementos jerárquicos e interactuantes capaces de soportar y transmitir cargas, y que se relacionan e interactúan con los otros sistemas.

SISTEMA VOLUMÉTRICO

Sistema Volumétrico Formal: La ordenación sistemática de la forma arquitectónica es igualmente geométrica.

- Sistemas nucleares centrales, sistemas espirales, cruciformes y en agrupación.
- Sistemas lineales, oportunidad de adoptar soluciones extendidas a lo largo de ejes. Ordenación axial, simetría bilateral, radial, escalonado,

ESTRUCTURA

Se llama estructura portante a la que proporciona soporte a un edificio. Una estructura portante es una ilustración simple del concepto de estructura.

CERRAMIENTO

En el ámbito de la construcción y de la arquitectura, un cerramiento es una división que se hace con tabique (y no con una pared gruesa) o aquello que permite cerrar y terminar un edificio o una parte de él.

RENDIMIENTO TÉRMICO

El rendimiento energético de un edificio es un tema importante para el control del consumo de energía y de las emisiones de gas de efecto invernadero. El rendimiento energético describe la cantidad de energía que consume un edificio al cabo del año. Este consumo de energía dependerá de la calidad de la construcción y también del aislamiento de sus equipos energéticos y de su modo de funcionamiento.

Dicho de otro modo, mejorar el rendimiento energético de un edificio equivale a reducir su consumo anual de energía para obtener un óptimo confort térmico. El rendimiento energético estará por tanto ligado a la eficiencia energética, ya que son interdependientes el uno del otro.

AZIMUT

Es el ángulo de una dirección contado en el sentido de las agujas del reloj a partir del norte geográfico (Instituto de la Construcción, 2012, p. 27).

CÉNIT

Zenith. Intersección de la vertical de un lugar y la esfera celeste. Punto más alto en el cielo con relación al observador, que se encuentra justo sobre su cabeza (90°). (Instituto de la Construcción, 2012, p. 27).

ISLA DE CALOR

Fenómeno de elevación de la temperatura en zonas urbanas densamente construidas causado por una combinación de factores tales como la edificación, la falta de espacios verdes, los gases contaminantes o la generación de calor. (Instituto de la Construcción, 2012, p. 27).

GANANCIAS INTERNAS

Se generan por la energía que se produce dentro de un edificio. Pueden ser generadas por equipos cuya función no es calefaccionar, tal como computadores o fotocopiadoras, como también por las personas y las luminarias. (Instituto de la Construcción, 2012, p. 74).

GANANCIAS SOLARES

Energía del sol que es aprovechada para el calentamiento del edificio. Pueden ser directas o indirectas, dependiendo si llegan directamente al ambiente que se requiere calentar. (Instituto de la Construcción, 2012, p. 74).

MASA TÉRMICA

Sistema material con un potencial de acumulación de calor, caracterizado generalmente por un espesor considerable, un elevado calor específico volumétrico y una conductividad térmica moderada. Ello permite la distribución gradual de la energía a través del material. Dado que requiere de una importante cantidad de energía para elevar su temperatura, permite también el control de las oscilaciones térmicas extremas mediante el fenómeno de inercia tér-

VENTILACIÓN CRUZADA

Ventilación en la que la renovación del aire se produce exclusivamente por la acción del viento o por la existencia de un gradiente de temperaturas entre el punto de entrada y el de salida.

** Todas estas definiciones y glosario no están hechas con fuentes rigurosas, pero se exponen de igual forma, ya que fueron importantes para el proceso de formulación metodológica.*



UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA

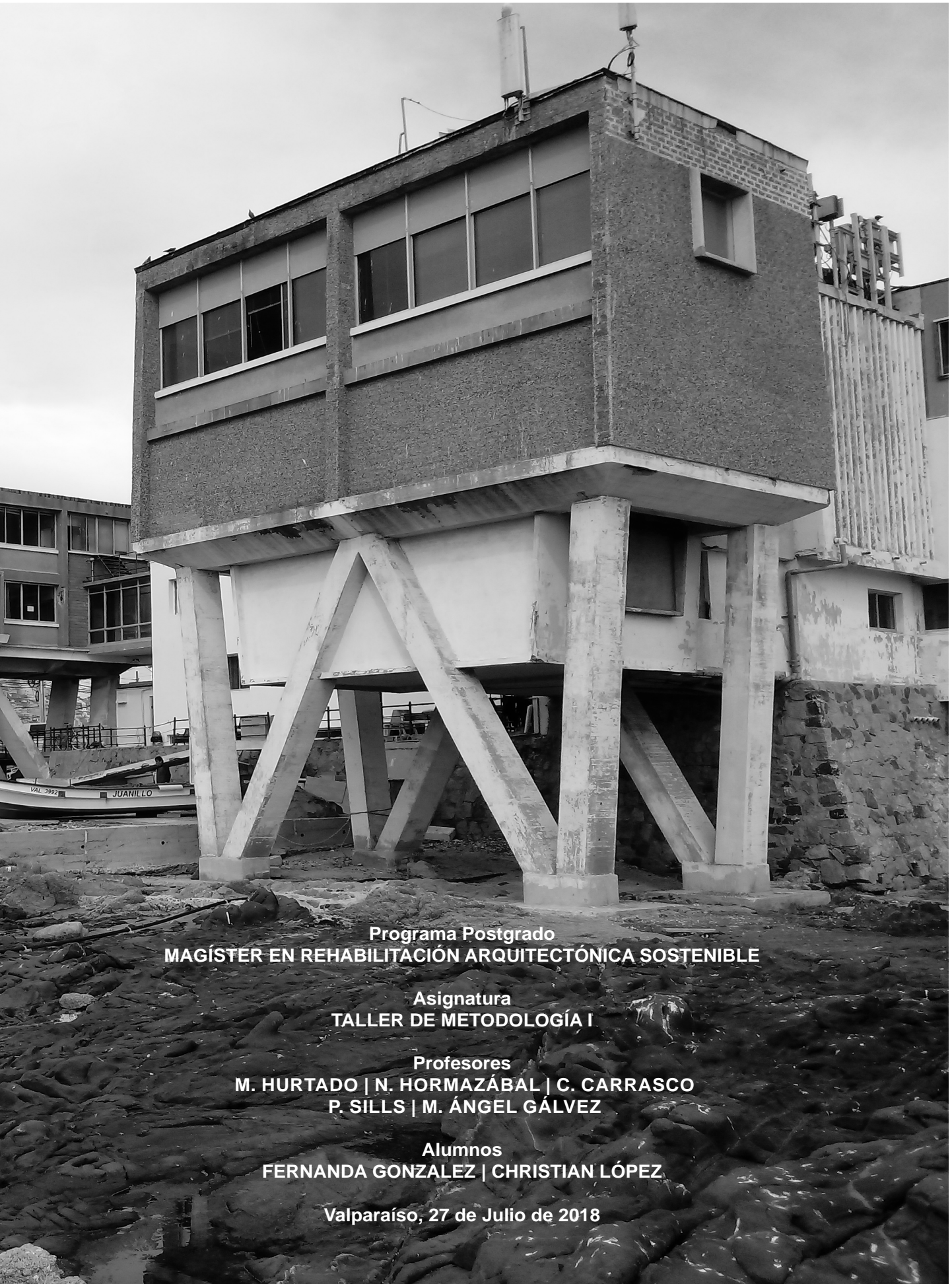


FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA EXPEDIENTE TÉCNICO



FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA MONTEMAR, PILAR BUSTOS.





**Programa Postgrado
MAGÍSTER EN REHABILITACIÓN ARQUITECTÓNICA SOSTENIBLE**

**Asignatura
TALLER DE METODOLOGÍA I**

**Profesores
M. HURTADO | N. HORMAZÁBAL | C. CARRASCO
P. SILLS | M. ÁNGEL GÁLVEZ**

**Alumnos
FERNANDA GONZALEZ | CHRISTIAN LÓPEZ**

Valparaíso, 27 de Julio de 2018



FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA VISTA DESDE EL PONIENTE, PILAR BUSTOS.

ÍNDICE

06	FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR Ficha Técnica Presentación del caso
A. Análisis General	
10	CONTEXTO Y CLIMA Ubicación y Clima Contexto y Datos Climáticos
12	ARQUITECTURA Distribución del programa de uso. Composición Arquitectónica y Caracterización Estilística
B. Análisis específico	
B.1 Patrimonial	
29	RESEÑA HISTÓRICA Línea de Tiempo Transformaciones
40	ESTADO DE CONSERVACIÓN Levantamiento Crítico Desglose de Patologías Existentes en la edificación Ficha Resumen Patologías Niveles de Daños del Edificio Lesiones de los volúmenes y sus componentes
60	GRADO DE VULNERABILIDAD Factores de Vulnerabilidad Amenazas
B.2 Medioambiental	
65	DIAGNÓSTICO DE LA ENVOLVENTE Estructura y Materialidad Características Termofísicas
72	DIAGNÓSTICO DE LA HABITABILIDAD Factores del contexto climático Descripción de la campaña de medición Mediciones Exteriores Mediciones Interiores
104	EVALUACIÓN DE LAS INSTALACIONES Instalaciones de Servicio Actuales
C. Resultados	
128	VALORACIÓN DE LA OBRA Perfil de Valoración
131	ESTRATÉGIAS DE REHABILITACIÓN ARQUITECTÓNICA Arquitectura Sostenible Urbano-Ambientales Habitabilidad Técnico-Estructurales
D. Bibliografía	
136	ANEXOS

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

FICHA TÉCNICA

DENOMINACIÓN

Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Valparaíso
Instituto de Biología Marina
Estacion de Biología Marina de Montemar

CATEGORÍA

Sin categoría
Incluido en 2008 en la lista de los 100 sitios más amenazados realizados por la World Monument Fund
El edificio se considera un ícono de la arquitectura moderna

UBICACIÓN

Avenida Borgoño 16344, Montemar, Viña del Mar, Región de Valparaíso

PROPIETARIO ORIGINAL | PROPIETARIO ACTUAL

Universidad de Chile | *Original*
Universidad de Valparaíso | *Actual*

AÑO DE CONSTRUCCIÓN

1941 - 1959

DISEÑO

Arquitecto Enrique Gebhard Palaus
Mural realizado por Eugenio Brito, Carlos González y María Martner

PROGRAMA DE USO

Educacional, edificio universitario y de investigación científica

SUPERFICIE TOTAL DEL TERRENO

24.653 m²

SUPERFICIE TOTAL DE LA OBRA

1.464 m²

PRESENTACIÓN DEL CASO

La facultad de Ciencias del Mar, mejor conocida como la Estación de Biología Marina de Montemar es una de las obras más importantes y reconocidas del arquitecto Enrique Gebhard, de su poco extenso catalogo de obras que llegó a realizar en su vida profesional.

Edificio que demoró casi veinte años su construcción, y que ha sufrido varias modificaciones en su forma y pequeñas variaciones en sus usos sin perder el sentido de centro de investigación científico de la vida marina.

Es además una de las obras que dio forma y marcó lo que hoy se reconoce como arquitectura moderna chilena.

La estación de Biología Marina es un edificio que reconoce su contexto y se vuelve un hito en el borde costero de la ciudad de Viña del Mar.

Se posa, de manera aparentemente arriesgada, sobre las rocas y la arena mediante pilotes que le dan la apariencia de edificio liviano y de sutil contacto con el contexto, técnica estructural que junto a la aplicación de los principios modernos planteados por Le Corbusier, del cual el arquitecto era un fiel seguidor, le dan un carácter único entre las residencias de veraneo que lo rodean.

Entre sus programas se encuentran laboratorios, salas de clases, auditorio y hasta una caleta de pescadores, todo esto conectado con una circulación que permite realizar un recorrido completo por el inmueble contrastando vistas del mismo edificio con las del contexto, entre ellos; las rocas y el campo dunar incluyendo el horizonte infinito del océano Pacífico, fuente de inspiración para las tareas que en esta estación se llevan a cabo.

Hoy en día la Facultad de biología marina de Montemar ha pasado desapercibida por muchos en cuanto a sus valores por lo que durante su historia ha visto que se realicen adaptaciones de aumento de superficie utilizable y una falta de gestión y mantenimiento que van empeorando el estado de conservación en el cual se encuentra, ya es un tema importante el deterioro normal por la acción del tiempo, sumado a la acción de las fuerzas naturales, además surge como amenaza, con un resultado grave, las malas intervenciones que se siguen llevando a cabo.

Este complejo edificio es el caso principal de estudio del presente documento donde se busca recopilar información esencial para la comprensión y análisis de todos sus componentes de manera de lograr entregar recomendaciones para su rehabilitación en caso de ser necesarias.



ANÁLISIS GENERAL

FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA MONTEMAR, FERNANDA GONZALEZ



CONTEXTO Y CLIMA

UBICACIÓN

La Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad de Valparaíso se encuentra en el sector costero de Montemar, precisamente en Avenida Borgoño de Viña del Mar, región de Valparaíso, Chile.

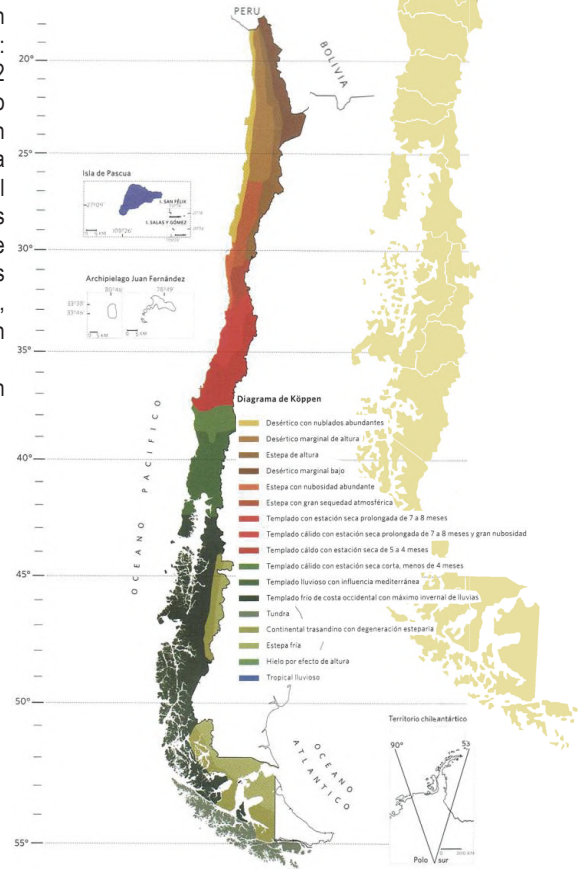
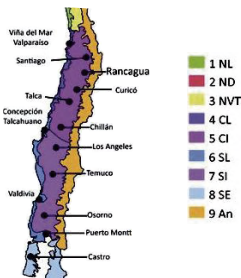
Coordenadas: Lat. -32.956879, Long. -71.550007



CLIMA

Según la zonificación climática de Köppen corresponde a un clima Csb - Oceánico Mediterráneo (con veranos suaves): La temperatura media del mes más cálido no supera los 22 °C pero se disminuye a menos de los 10 °C durante cuatro o más meses al año. Este clima es muchas veces de transición entre el Csa (mediterráneo) y el Cfb (oceánico). A diferencia del mediterráneo presenta un verano más suave, pero al contrario que en el oceánico hay estación seca y esta es en los meses más cálidos. Se da en zonas como el Valle central de Chile, suroeste de la Argentina, la Costa Oeste de los Estados Unidos, el suroeste de Canadá, la costa central portuguesa, y también en otras zonas limítrofes al clima mediterráneo en donde la altitud provoca temperaturas más frescas.

A su vez según la zonificación de la normativa chilena NCh 1079 Of.2008 es la zona 4 CL, Central Litoral.



CONTEXTO



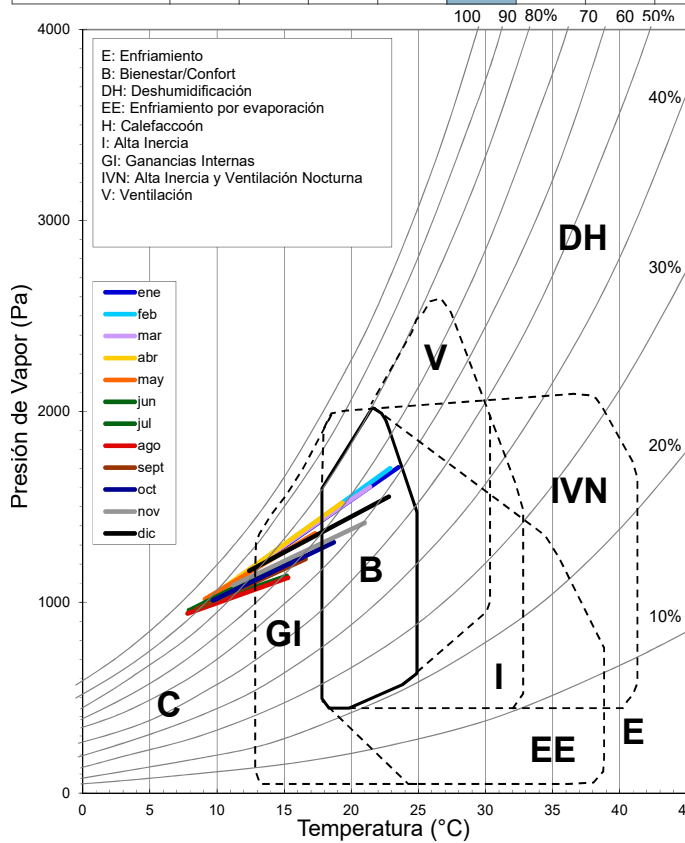
OCÉANO PACÍFICO

BORDE COSTERO

CERRO DE DUNA

DATOS CLIMÁTICOS

Media mensual	Ene.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Temp. Máx. (°C)	23.5	22.9	21.4	19.3	17.3	15.8	15.2	15.3	16.6	18.7	21.0	22.8
HR Mín. (%)	59	61	63	68	69	69	66	65	65	61	57	56
Presión	1707	1702	1604	1521	1361	1237	1139	1129	1227	1314	1416	1553
Temp. Mín. (°C)	12.9	12.6	11.6	10.4	9.1	8.2	7.9	7.8	8.5	9.7	11.2	12.4
HR. Máx. (%)	80	81	83	85	88	89	90	89	87	84	82	81
Presión (Pa)	1189	1181	1133	1071	1016	967	958	941	965	1010	1090	1165



Allaker, K. (2000) Programa Arquitectura, Energía & Medio Ambiente. Bélgica. Diagrama bioclimático Givoni, pág. 3.

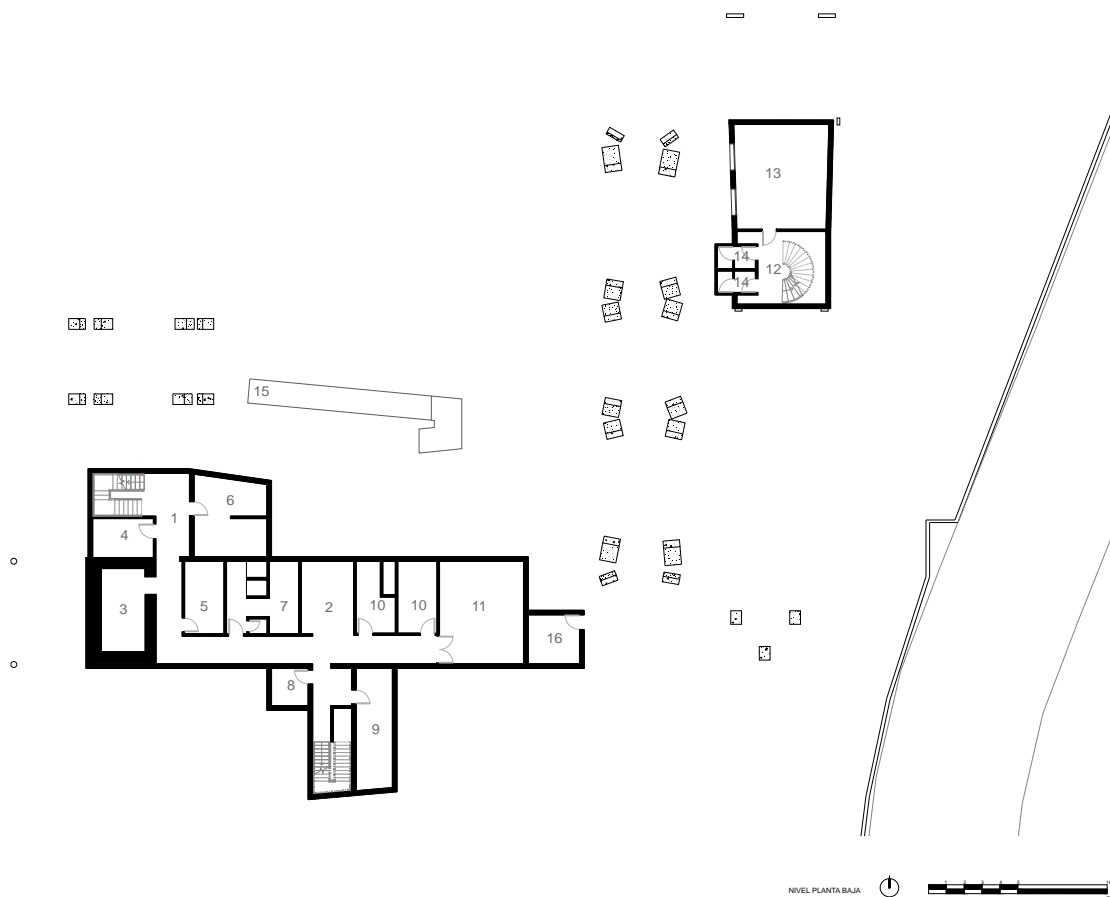
ARQUITECTURA

DISTRIBUCIÓN DEL PROGRAMA DE USO

PLANTA BAJA

Programas:

- | | |
|---|---|
| 1 Circulación Personal de la Estación de Biología | 9 Filtros |
| 2 Laboratorios, Reparación de Redes y Artefactos de Pesca | 10 Laboratorios (Ex sala de maquinas) |
| 3 Sala de Microalgas (Ex sala de temperatura constante) | 11 Sala de acuarios (Ex taller de reparaciones) |
| 4 Oficina mayordomo (Ex deposito de útiles) | 12 Acceso a la Sala de Clases |
| 5 Laboratorios (Ex Sala de cultivos) | 13 Sala de Trabajos Prácticos |
| 6 Laboratorios (Ex Rayos X y Pieza oscura) | 14 Baños |
| 7 Camarines (Ex Baños) | 15 Acceso desde la playa a la Estación |
| 8 Noria de Agua de Mar y Bombas | 16 Sala cámara sanitaria |



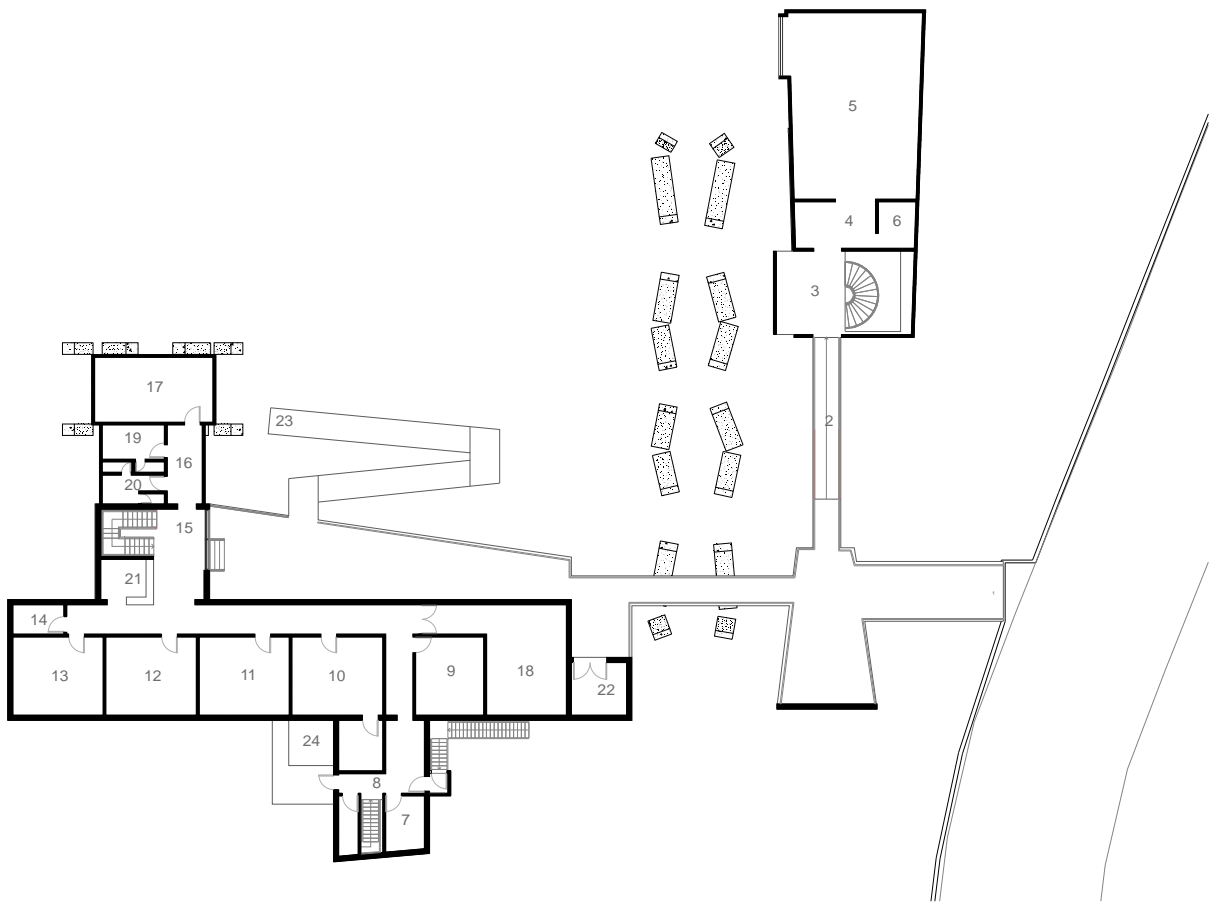


REGISTRO FOTOGRÁFICO, PLANTA BAJA. COLECCIÓN DE AUTORES.

PLANTA PRIMER NIVEL

Programas:

- 1 Acceso a la Estación de Biología Marina
- 2 Acceso al Pabellon de Docencia y Administración
- 3 Loggia
- 4 Acceso Auditorium
- 5 Auditorium (70 personas)
- 6 Sala Máquinas proyectoras
- 7 Sala alimentación Acuario
- 8 Llegada material del Mar
- 9 Parasitología (Ex Acuario de Experimentación)
- 10 Biodiversidad (Ex Sala Sección Material)
- 11 Biodiversidad (Ex Laboratorio de Preparación)
- 12 Ecología (Ex Sala de Química)
- 13 Ecología (Ex Ictiología)
- 14 Anexo Ictiología
- 15 Acceso personal Científico
- 16 Pasillo
- 17 Sala de Microscopía (Ex Encuadernación)
- 18 Sala de Cultivos (Ex acuario de Experimentación)
- 19 Baños Hombres
- 20 Baños Mujeres
- 21 Recepción
- 22 Cuarto de Electrónicos
- 23 Acceso desde la playa a la Estación
- 24 Bombas de agua



PLANTA 1º NIVEL



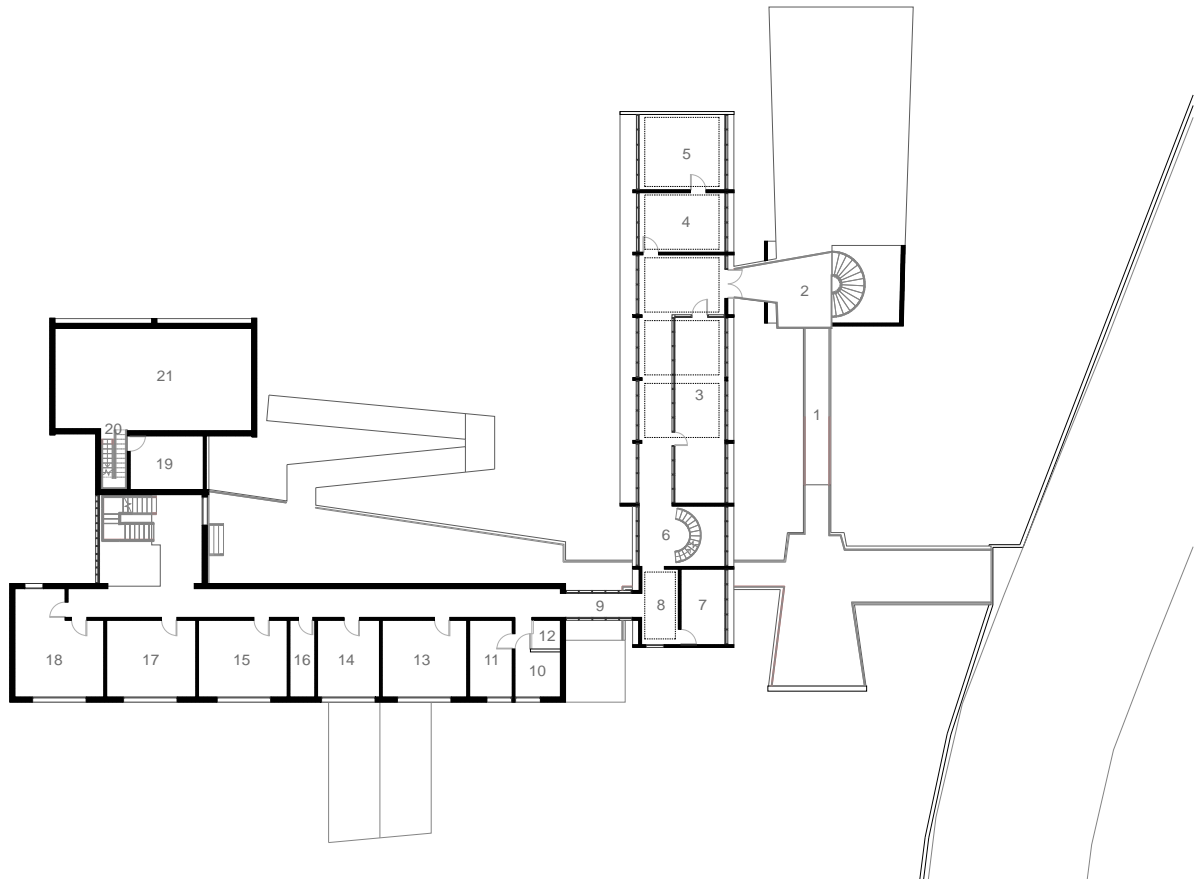


REGISTRO FOTOGRÁFICO, PRIMER NIVEL. COLECCIÓN DE AUTORES.

PLANTA SEGUNDO NIVEL

Programas:

- 1 Acceso al pabellón de Docencia y Administración
- 2 Pasarela de Acceso
- 3 Sala de computación (Ex Vestibulo de Acceso, Secretaria y Contabilidad)
- 4 Sala de computación (Ex Oficina director)
- 5 Soporte informático (Ex Laboratorio y Baño)
- 6 Acceso a piso superior
- 7 Laboratorio Ficología
- 8 Vestíbulo sección técnica
- 9 Puente
- 10 Geología (Ex Laboratorio gráfico)
- 11 Procesamiento gráfico
- 12 Microfotografía
- 13 Oceanografía (Ex Laboratorio de fisiología)
- 14 Ictioplancton (Ex Bacteriología)
- 15 Ictioplancton (Ex Botánica)
- 16 Telecomunicaciones (Ex Herbario y Montacarga)
- 17 Malacología (Ex Zoología Plancton)
- 18 Zoología (Ex Zoología Bentos y Microtomas)
- 19 Depósito colecciones biblioteca
- 20 Depósito libros biblioteca
- 21 Escalera a la biblioteca



PLANTA 2º NIVEL

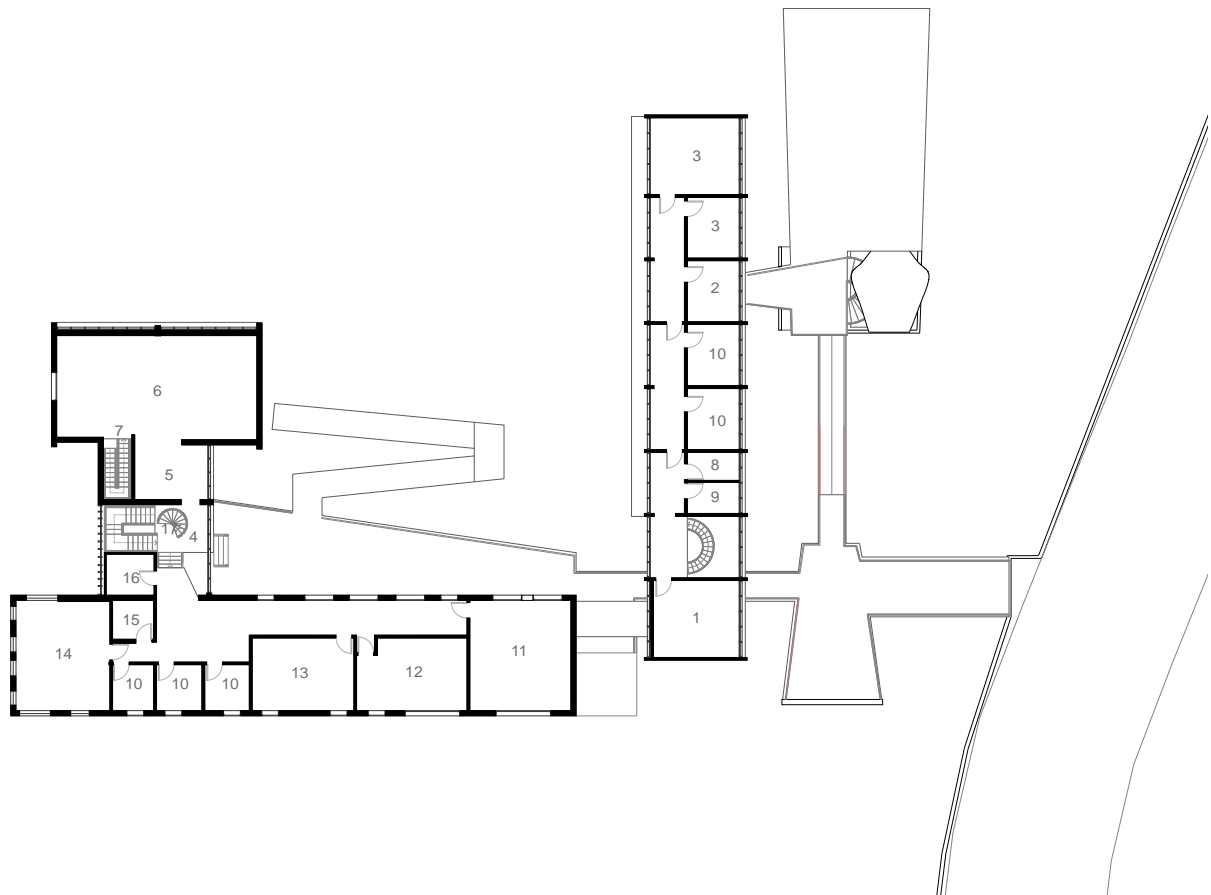


REGISTRO FOTOGRÁFICO, SEGUNDO NIVEL. COLECCIÓN DE AUTORES.

PLANTA TERCER NIVEL

Programas:

- 1 Laboratorio de fisiología
- 2 Laboratorios
- 3 Sala de Química
- 4 Acceso a la biblioteca
- 5 Exposición de libros y revistas
- 6 Sala de biblioteca
- 7 Escalera al depósito de libros
- 8 Baño mujeres
- 9 Baño hombres
- 10 Oficina (Ex Laboratorio)
- 11 Sala de clases 1 (Ex Terraza)
- 12 Sala de clases 2 (Ex Terraza)
- 13 Sala de estar (Ex Terraza)
- 14 Sala de clases 4 (Ex Terraza)
- 15 Centro de alumnos (Ex Terraza)
- 16 Baño
- 17 Acceso a techumbre



PLANTA 3º NIVEL



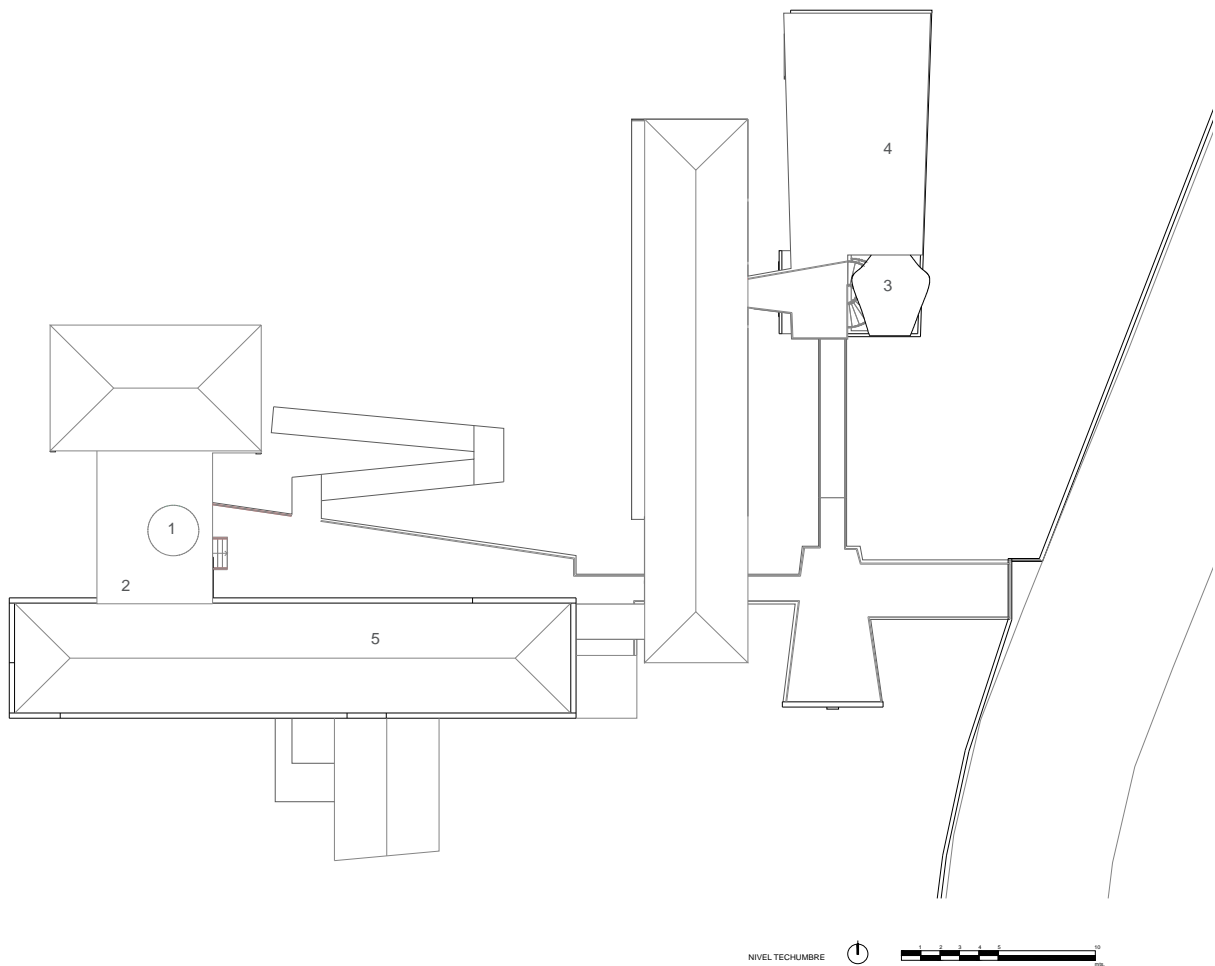


REGISTRO FOTOGRÁFICO, TERCER NIVEL. COLECCIÓN DE AUTORES.

PLANTA TECHUMBRE

Programas:

- 1 Acceso escalera caracol
- 2 Techumbre transitable
- 3 Techumbre curvo
- 4 Techumbre Auditorio (Ex Jardín sobre el Auditorio)
- 5 Techumbre Ampliación tercer piso.



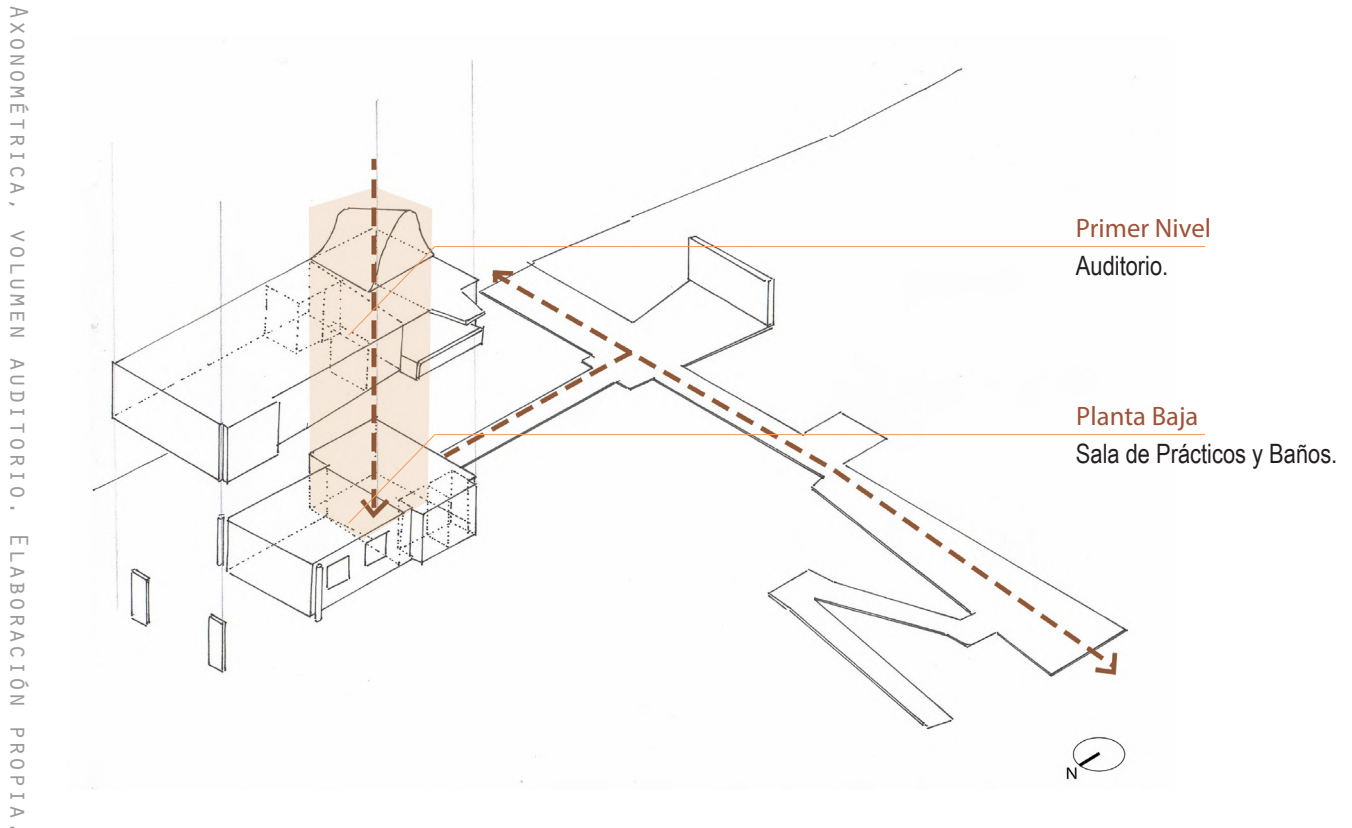


REGISTRO FOTOGRÁFICO, TECHUMBRE. COLECCIÓN DE AUTORES.

COMPOSICIÓN ARQUITECTÓNICA Y CARACTERIZACIÓN ESTILÍSTICA

ESTRATEGIA DE LOCALIZACIÓN

La permanencia del espacio y del paisaje como necesidad cultural aparece como uno de los objetivos que Enrique Gebhard tenía al momento de construir la Estación de Biología Marina en Montemar. Situada en una punta rocosa al norte de la playa de Reñaca, la estación se posa sobre una zona intermareal denotando la importancia que tuvo su estrategia de localización. A finales de los años 30 el lugar era ocupado por los pescadores, dadas sus favorables condiciones topográficas.



EJE ESTRUCTURANTE DE TODO EL PROYECTO.

El bloque de laboratorios, como se ve en la axonométrica volumen sur se proyecta desde el camino urbano hacia el poniente, internándose en dirección al mar y apoyándose sobre la roca. Este volumen fue el primero en construirse y tal como lo concibió Gebhard este pasó a ser el eje estructurante de todo el proyecto.

COMPOSICIÓN E INTEGRACIÓN CON EL PAISAJE

La manera de diseñar el proyecto permitió a Gebhard lograr una disposición de los volúmenes que asegurara la construcción parcial del edificio. Así, en función de los sistemas de financiamiento parcelado y compartidos por la Universidad de Chile, la obra nunca quedaría como no terminada.

Independiente a la situación de cuerpos no construidos, la estación de biología marina destaca en su valor arquitectónico al permitir en su composición la integración real con el paisaje. Se enfatiza asimismo como una expresión paradigmática para la comprensión del espacio arquitectónico, un modelo en el que la complicidad de usos y funciones de sus programas se entrelazan con el entorno a través de proyecciones, las que van más allá incluso de los volúmenes que la conforman.

SENSIBLE ENTENDIMIENTO DEL ESPACIO EN TODAS SUS DIMENSIONES

Por otra parte, las relaciones entre los volúmenes, se producen de forma dinámica y guiada por el sensible tratamiento de los espacios en todas sus dimensiones. Esto se justifica de forma plena en el espacio central que concentra todas las miradas, vistas y funciones que lo rodean; por medio de las circulaciones y recorridos se permite al habitante experimentar este espacio central, noble y complejo, que no existe concretamente pero que adquiere tanta relevancia como cualquiera de los laboratorios.

Tercer Nivel

Ampliación: Salas de clases,
Centro de alumnos y oficinas.

Segundo Nivel

Laboratorios, Geología y
Telecomunicaciones

Primer Nivel

Biodiversidad, Ecología
y Sala de Cultivos

Planta Baja

Acuario, Laboratorios y
Espacios para funcionarios.



SUSPENDIDO SOBRE EL NIVEL DEL MAR

A partir del volumen sur hacia el norte se extienden otros dos volúmenes asimétricos suspendidos sobre pilares de hormigón, que dan forma a un esquema en U para toda la organización del edificio. Por medio de esta decisión el nivel de playa queda hasta cierto punto inalterado, creándose virtualmente un espacio semi exterior, en el cual se da cobijo a los botes de los pescadores.

LOS HITOS DINÁMICOS QUE DAN CABIDA A UNA RED COMPLEJA DE RELACIONES VIRTUALES.

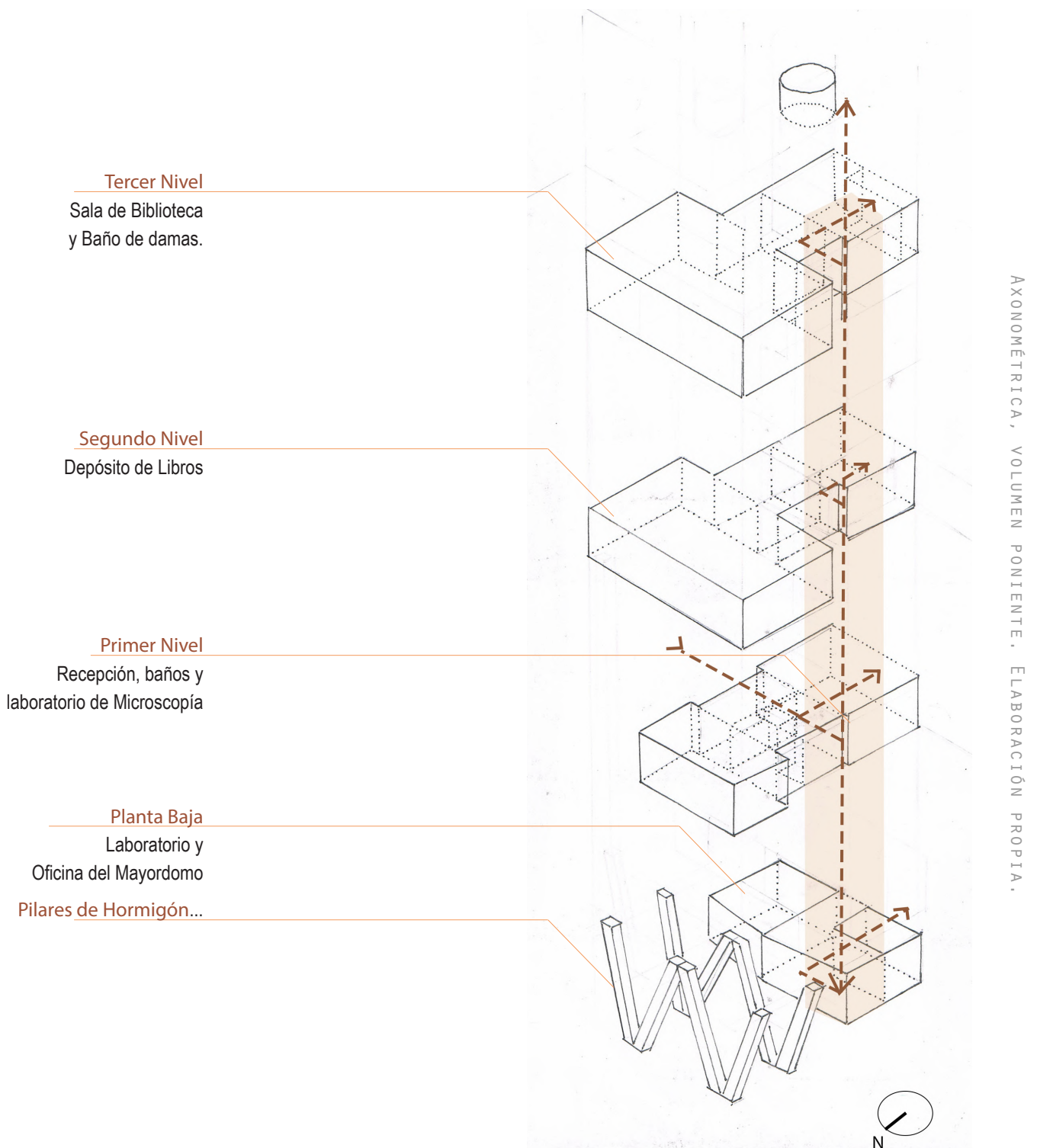
Parte importante de la composición original del edificio consistió en la creación de espacios exteriores que permitieran apreciar la absoluta magnitud del entorno. Estos espacios como las terrazas en el techo de los laboratorios o el antejardín elevado sobre el auditorio, fueron concebidos como cuerpos transparentes entre el mar y el propio edificio.

Además de los balcones, los espacios elevados, corredores y las dos instancias repetitivas de conexión vertical, Gebhard incorporó a estos una red compleja de relaciones virtuales concretada por medio de recorridos, que se constituyen como lugares de relevancia arquitectónica más allá de la propia circulación, destacando el interés del arquitecto por crear siempre hitos dinámicos que den cabida a la búsqueda de una intimidad en el espacio interior en estrecho vínculo con el exterior necesarios tanto para el trabajo y como para el descanso.

CARACTERIZACIÓN ESTILÍSTICA CORBUSIANA

Gebhard fue reconocido como uno de los arquitectos más cercanos a la ideología arquitectónica de Le Corbusier, de quién se reconocía seguidor y admirador. Le interesaba la incorporación de elementos de cierta calidad material y ambiental, como muros de piedra o brise-soleil, aunque manteniendo una pureza formal y geométrica.

En el proyecto de 1945 se reconoce marcadamente un lenguaje corbusiano, configuraciones de volumen definido y precedente al cual otras formas se subordinan. Un tratamiento de fachadas y cuerpos de manera laminar, con un tamaño de ventanas que se explica en base a la diferencia de programas internos a los que responden. Las ventanas rectangulares corresponden a las salas de laboratorios, mientras que las otras responden a los espacios de circulación que en su largo no requieren regularidad. Por otra parte los dos edificios principales tienen una proporción alargada, de alrededor de 1:5.

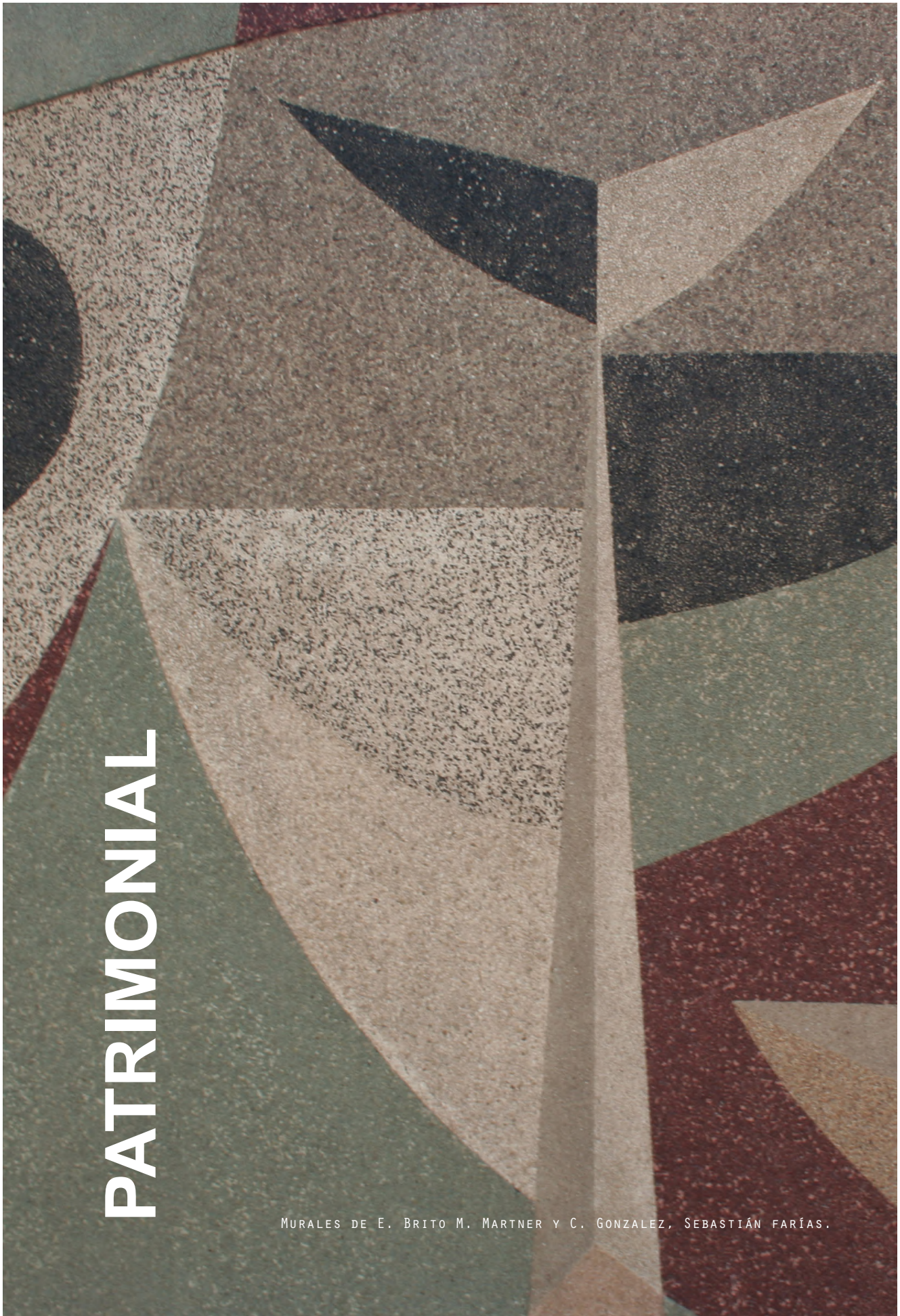




ANÁLISIS ESPECÍFICO

FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA MONTEMAR VISTA SUR-PONIENTE, PILAR BUSTOS.





PATRIMONIAL

MURALES DE E. BRITO M. MARTNER Y C. GONZALEZ, SEBASTIÁN FARÍAS.

RESEÑA HISTÓRICA

El establecimiento de la arquitectura moderna en Chile integró sin duda aspectos importados del contexto internacional, no obstante y de manera más sutil, existieron condiciones a nivel local que comenzaron a incorporar aspectos contextuales en el modo de concebir los nuevos proyectos de arquitectura.

La idea de instalarse, trasladando aquellas certezas estilísticas, asentadas ahora en un medio que forzó a los arquitectos a tomar nuevas decisiones y a retroalimentarse de ellas, terminó por crear una mirada verdaderamente local en la arquitectura moderna.

Durante los años treinta, comenzaron a gestarse en Chile las carreras de aquellos que posteriormente conformarían un grupo reformador, tanto en las aulas como en las prácticas profesionales. Era reconocido el interés por abandonar la tradición y enfrentarse a los desafíos del siglo XX. No se habían desarrollado aun planes exitosos para solucionar los problemas de la vivienda social. Enrique Gebhard y Waldo Parraguez destacaron como las precoces figuras que transmitían con intensidad las ideas de Le Corbusier, fue así como ambos formaron parte de la generación que instalaría las ideas que vinculaban la arquitectura a la modificación de la sociedad y el mejoramiento de las condiciones de vida para el ser humano.

Cuando en 1937 el doctor Parmenio Yáñez, quien fuera profesor de Biología en la Universidad de Chile, consiguió que se le asignara una comisión de estudios para explorar la posibilidad de crear una estación de biología marina dado su creciente interés por la flora y fauna del litoral, Enrique Gebhard había recién retomado sus estudios. Yáñez por entonces viajó a Alemania, donde visitó la Estación de la isla Helgoland y volvió a Chile en 1939.

Nuevamente en Valparaíso, organizó una activa campaña con la Armada Chilena, la Asociación de Pesca y Caza y el Instituto de Urbanismo de Valparaíso. Sin embargo, fue el 15 de Octubre cuando el rector Juvenal Hernández accedió a formar una comisión para estudiar una posible ubicación para una Estación de Biología Marina en la costa de Chile.

La estación de Biología Marina fue diseñada por el arquitecto Enrique Gebhard, apenas obtenido su título profesional el año 1941 y construida en dos etapas: la primera entre 1941 y 1945, y la segunda entre 1955 y 1959. El proyecto contemplaba además una tercera etapa, para incluir los programas de difusión pública, la cual nunca se llegó a construir.

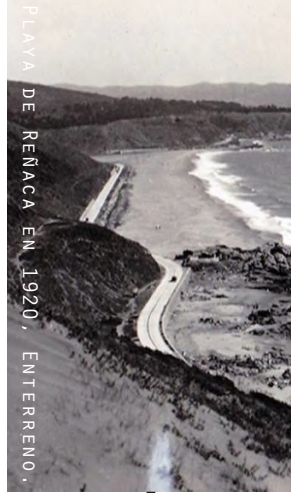
Este edificio se constituye como una obra ineludible del panorama de la arquitectura moderna chilena, una vez inaugurada su segunda etapa en 1959. Su arquitecto, Enrique Gebhard, destaca en su desarrollo profesional una especial confluencia en diversas áreas disciplinares demostrando un singular compromiso con los ideales modernos evidenciados tanto en su obra como en sus escritos.

En la reseña histórica que se muestra a continuación se integra una serie de sucesos históricos ordenados según fecha, y en los que se destacan hechos relevantes a nivel local (Viña del Mar - Reñaca) y nacional (Chile), además de aquellos vinculados de forma directa a la vida profesional del arquitecto y al propio caso de estudio.



LINEA DE TIEMPO

1905



Origen de la Ciudad de Reñaca, cuando el heredero de la Hacienda de Viña del Mar, Salvador Vergara Álvarez junto a Gastón Hamel de Souza, formó la "Sociedad Inmobiliaria Montemar", para urbanizar la playa de Reñaca.

1912

Se protocoliza el plano que abarca sólo la superficie plana en torno al estero. Poco más tarde surgen las primeras casas a lo largo de las calles Vicuña Mackenna y Balmaceda, paralelas al estero y junto a sus riberas.

1917

El camino costero fue extendido hasta Concón.



Mezcla entre la cultura propia y las tendencias vanguardistas de Europa, modelo de la modernidad luego de la guerra mundial.

1924

Ineficacia social y educacional en Chile

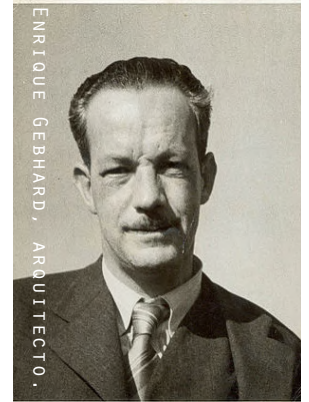
SON DIFUNDIDAS LAS IDEAS DE LE CORBUSIER EN EL DIARIO LA NACIÓN.

1929

Crisis económica en Chile, derrocamiento de Ibáñez (estudiantes como actores principales)

'09

NACE EN TRAIQUÉN ENRIQUE GEBHARD PALAUS



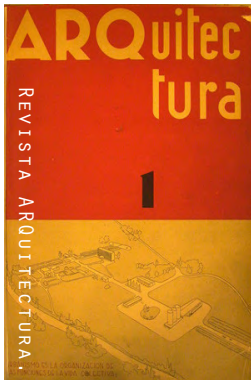
19
'20

LLEGA A SANTIAGO A ESTUDIAR

RESEÑA HISTÓRICA

PROMUEVE LA
**REFORMA A LOS
 MÉTODOS DE
 ENSEÑANZA EN
 ARQUITECTURA,**
 BUSCAN QUE
 LA ARQUITECTURA SEA
**MÁS INTEGRAL Y
 ORGÁNICA,**
 LO QUE LE SIGNIFICÓ
LA SUSPENSIÓN DE LA
 ESCUELA DE
ARQUITECTURA

TRABAJA EN EL DEPARTAMENTO DE
 ESTADÍSTICA DE LA MUNICIPALIDAD
 DE SANTIAGO, REALIZA UN ESTUDIO
 SOBRE SANTIAGO BASADO EN LA
 DOCTRINA DEL CIAM.
 (REVISTA DE LA
 MUNICIPALIDAD DE SANTIAGO)



JUNTO A WALDO PARRAGUEZ Y
 MARIO ANTONIOLETTI PUBLICAN LA
 REVISTA "ARQUITECTURA", DE LA
 CUAL SE EDITARON SEIS NÚMEROS,
 PRIMERA REVISTA DE ARQUITECTURA
 MODERNA EN CHILE EXPONIENDO
 IDEAS DE LA ARQUITECTURA
 MODERNA EUROPEA.

RETOMA SUS ESTUDIOS EN LA
 ESCUELA DE ARQUITECTURA DE LA
 UNIVERSIDAD DE CHILE.

'38

PARTICIPA DEL GOBIERNO
 DE PEDRO AGUIRRE CERDA

1933

19 '30

Caída de la bolsa de Wall Street,
 crisis económica mundial.

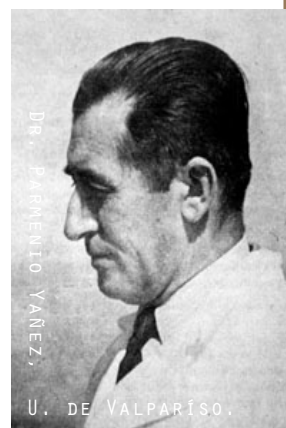


1935

EN LOS PRIMEROS
 NÚMEROS DE
 LA REVISTA
ARQUITECTURA
 TRADUCEN TEXTOS DE
 LE CORBUSIER,
 GEBHARD TRADUCE
 LA VILLE RADIEUSE
 DE 1934.

1937

El Dr. Parmenio Yañez solicita al consejo Universitario de la Universidad de Chile, una comisión de Estudios para ir a Europa para perfeccionar sus conocimientos en Biología Marina y conocer sus proyecciones en relación con la industria pesquera a fin de establecer a su regreso una Estación Biológica dependiente de la Universidad y destinada, no sólo a satisfacer las necesidades de docencia e investigación, sino también todas aquellas que la industria pesquera plantease al país.



1939

Creación de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), el 19 de abril.

A su regreso, el Dr. Yañez inició las gestiones destinadas a crear la Estación proyectada.

'39

TERREMOTO 7,8 EN CHILLÁN.



Revista Zig Zag LOS PESCADORES DE MONTEMAR HACIA 1939.

La Corporación de Fomento de la Producción había sido recién creada, el 19 de abril de 1939, y sus directivos habían mostrado gran interés por el desarrollo de actividades relacionadas con los recursos pesqueros. (...) Sus espíritus visionarios les permitió intuir el valor del conocimiento científico del mar frente a Chile, para obtener de él más y mejores recursos sin destruirlos, y así mejorar la alimentación del pueblo chileno y fortalecer la

LE CORBUSIER OFRECE REALIZAR LA PLANIFICACIÓN DE RECONSTRUCCIÓN.

TAMBIÉN QUIERE REALIZAR LA PLANIFICACIÓN URBANA DEL GRAN SANTIAGO (PROYECTO QUE YA REALIZABA EL ARQUITECTO KARL BRUNNER). FINALMENTE NO SE CONCRETA LA IDEA DE LE CORBUSIER

1940

Comienza a edificarse en Reñaca la calle que bordea a la costa y pronto se llenó de segundas residencias de gente que vivía en Santiago

'40

HIGIENISMO EN CHILE



15 de octubre de 1940, el consejo universitario designó una comisión para buscar en el litoral central de Chile un lugar adecuado para construir la nueva Estación.

PABELLÓN DE VIVIENDA, VIVIENDA DEPENDÍA DEL MINISTERIO DE SALUBRIDAD. PROBLEMA HABITACIONAL, PROTOTIPO DE VIVIENDA REPETIBLE, ESTANDARIZACIÓN DE LA VIVIENDA.

RECIBE SU TÍTULO PROFESIONAL.

REALIZA LA OBRA HOGAR SOCIAL HIPÓDROMO CHILE EN SANTIAGO, OBRA PEQUEÑA DONDE CONCRETA SUS PROPIAS IDEAS, SE ENMARCA EN EL PROGRAMA "DEFENSA DE LA RAZA, APROVECHAMIENTO DE LA HORA LIBRE", OBRAS PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LAS PERSONAS, EDUCACIÓN Y RECREACIÓN.

VIAJA A BRASIL, CONTACTO CON LUCIO COSTA Y NIEMEYER.

COLABORACIÓN EN LA REMODELACIÓN DE BUENOS AIRES, DISEÑADO EN LOS TALLERES DE LE CORBUSIER. CONSULTOR INTERNACIONAL DE URBANISMO PARA EL ESTUDIO DEL PLAN DE BUENOS AIRES.

17 de abril de 1941 se obtiene la concesión de playa.

1941

1942



El proyecto primitivo consultaba cuatro cuerpos:

- Laboratorios
- Administración y Docencia (Oficinas, Salas de Conferencias, Laboratorio para Estudiantes, Museo Marítimo Regional, y laboratorios individuales para huéspedes científicos).
- Sección Técnica, con talleres, laboratorio y frigorífico.
- Acuario Público.

'41

INICIO CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO



1945

Julio 28, Inauguración primera etapa de construcción.

1947

'52

TÉRMINO CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO

1956

PRIMER CENSO DE VIVIENDA, SE SABE CUAL ES EL DÉFICIT DE VIVIENDA SOCIAL EN CHILE

'56

1958

Diseño del mural: Realizado por Eugenio Brito, Carlos González y María Martner.

1960



Construcción de dos cuerpos de edificios construidos sobre pilares y el auditorio.

1970



1972

PROFESOR DE URBANISMO EN LA UNIVERSIDAD DE CHILE.

SE VA A ARGENTINA. EL PROYECTO DE BUENOS AIRES NO SE REALIZA.

VUELVE A CHILE Y TRABAJA EN LA DIRECCIÓN DE PLANEAMIENTO DEL MOP REALIZANDO PLANOS REGULADORES DE CIUDADES MENORES, ENTRE ELLAS TRAIQUÉN.

JEFE DE PLANIFICACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS DURANTE EL GOBIERNO DE SALVADOR ALLENDE.

REALIZA LA OBRA DE LA AMPLIACIÓN DEL AEROPUERTO DE PUDAHUEL EN SANTIAGO, UNTAC, OPTIMIZACIÓN DE TIEMPO Y RECURSOS. OBRA PREMIADA POR EL PRESIDENTE SALVADOR ALLENDE.

DETENIDO POR MILITARES DURANTE
EL GOLPE DE ESTADO
EN EL ESTADIO NACIONAL.

MAYO 21, MUERE EN SANTIAGO.

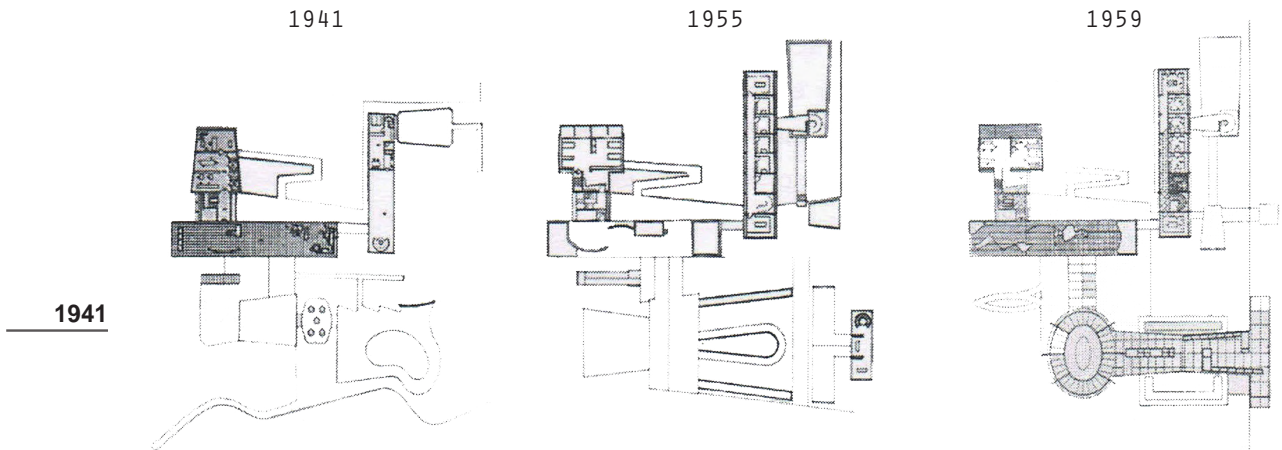
1973

1978

2008



TRANSFORMACIONES



COMPARACIÓN DE LOS TRES CONJUNTOS DE PLANOS DIBUJADOS POR GEBHARD.

El proyecto para la Facultad de Biología Marina se construyó en dos etapas. La primera comenzó a fines de 1941 y se terminó en 1945. Posteriormente su segunda etapa inició en 1956, para inaugurarse en 1959, transcurridos 18 años.

Según Perez y Riesco, han existido cuatro versiones del proyecto durante el desarrollo de su diseño y construcción.

Como se observa en la comparación de los tres conjuntos de planos dibujados por Gebhard. Ya desde sus primeros esbozos en 1941 el

arquitecto previó la construcción parcial del edificio.

Conocidos de antemano los sistemas de financiamiento parcelado y compartido conseguidos por la Universidad de Chile. Se inició la construcción de la primera etapa con el bloque de laboratorios, este volumen que arrancando del camino se internaba hacia el mar fue concebido por Gebhard como el eje estructurante de todo el proyecto.

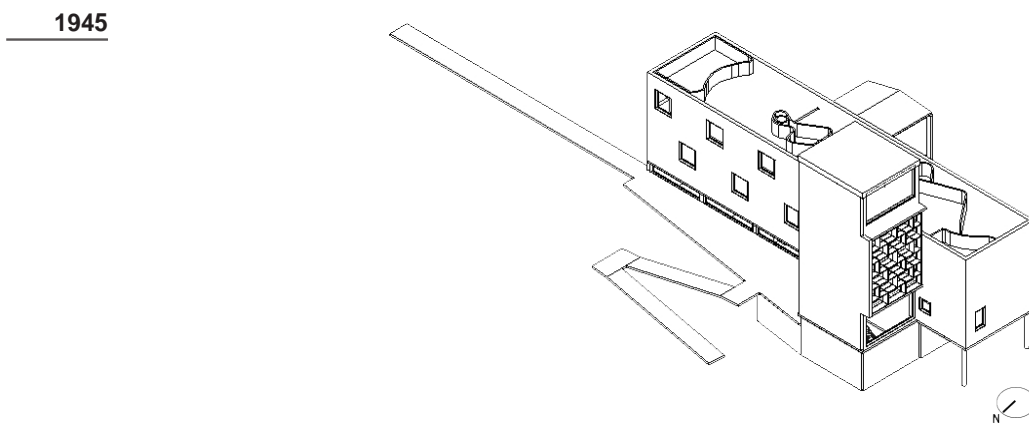
Continuando las lógicas propias del proceso de diseño este volumen

incluyó los laboratorios y las circulaciones verticales.

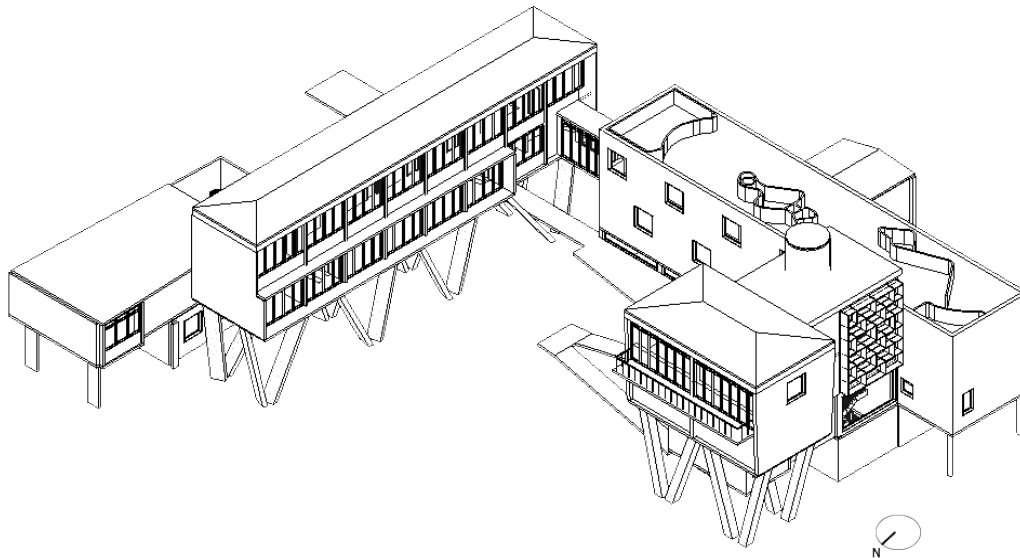
Con una parte ya inaugurada, el proyecto estaba a la espera de los aportes negociados entre la Universidad y la CORFO que permitirían la construcción de las etapas siguientes. Sin embargo esta espera se extendió por más de diez años para nuevamente ser reactivada.

En 1955 el Instituto de Biología Marina contactó nuevamente a Enrique Gebhard, quién volvía de su estadía en Argentina.

BLOQUE LABORATORIOS, PRIMERA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.



Fuente: Atria, M. (2009) *Montemar: Intervenciones en un edificio y su historia, Valparaíso, Chile, 3° Seminario Docomomo*. Valparaíso, Chile.



1955

PROYECTO COMPLETADO, SEGUNDA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.

Esta segunda etapa del proyecto también se contruyó de forma parcial, los programas de difusión (museo, acuario y jardín botánico) no se ejecutaron porque no formaban parte del encargo directo.

En términos de proceso, Gebhard sólo diseñó tres proyectos, de los cuales el tercero es una intención no realizada. Cada uno contenía la totalidad del complejo de edificios y programas, incorporando además las modificaciones de aquellos no construidos.

Posterior a la inauguración de la segunda etapa (1959) y hoy,

el edificio ha sido objeto de al menos tres intervenciones que han operado en dirección contraria a aquellas que el arquitecto consideró como posibles y en base a las que él mismo ejerció, es decir, ampliar el edificio para hacerlo más funcional e incorporar nuevos modos de experimentar el espacio arquitectónico.

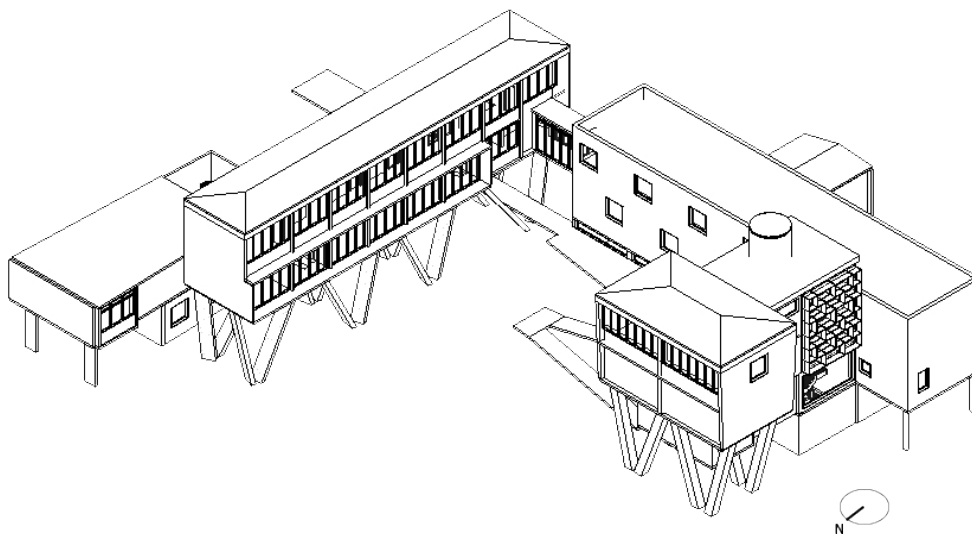
(1975)

Primera Intervención

En esta intervención se eliminaron todos los espacios de interrelación entre el interior de los laboratorios y oficinas y el exterior expuesto a las extremas condiciones climáticas costeras: se eliminó el jardín sobre el auditorio, la terraza sobre el edificio de laboratorios y el balcón de la biblioteca, junto con modificarse el diseño de los cierres transparentes de las principales fachadas.

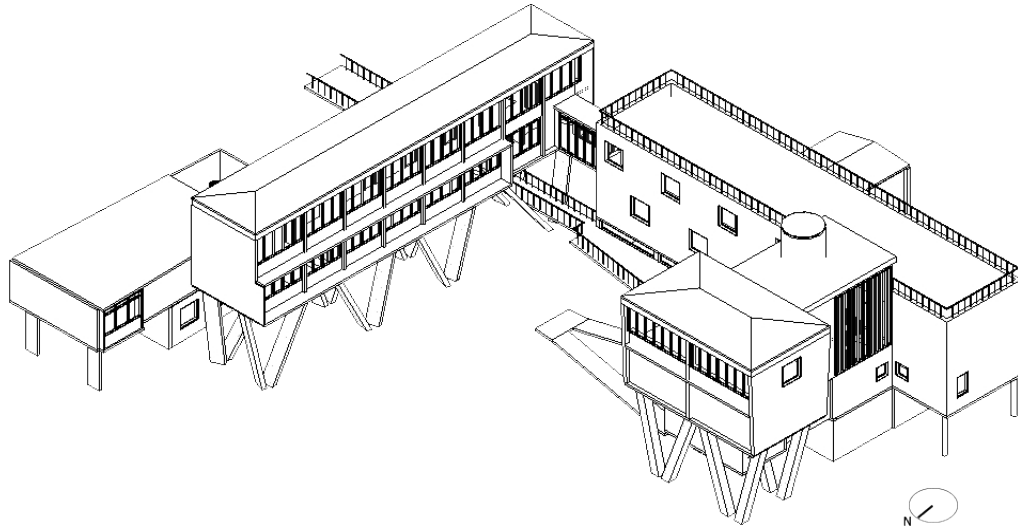
1959

FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA, PRIMERA INTERVENCIÓN



1975

1977



FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA, PRIMERA INTERVENCIÓN

(1977)

Segunda Intervención

A fines de los años setenta se realizó un refuerzo estructural que modificó la esbeltez de los pilares diagonales y modificó además la relación entre llenos y vacíos de las fachadas del cuerpo de escaleras, hacia el acceso y hacia el mar. Se incorporaron barandas de acero en las pasarelas peatonales de acceso.

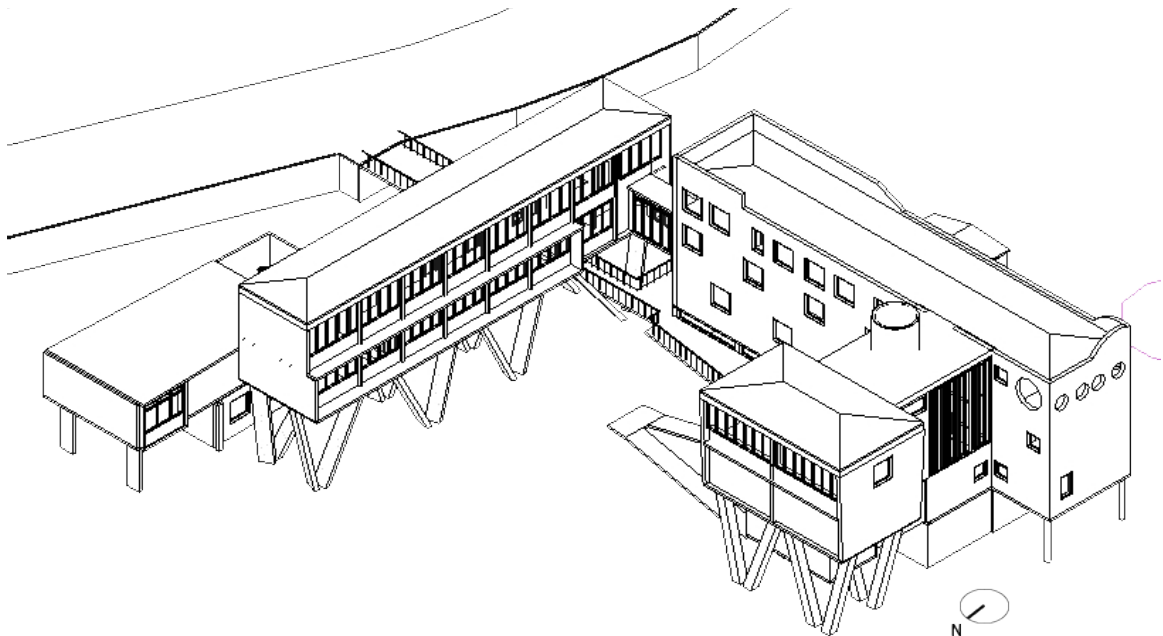
(1990)

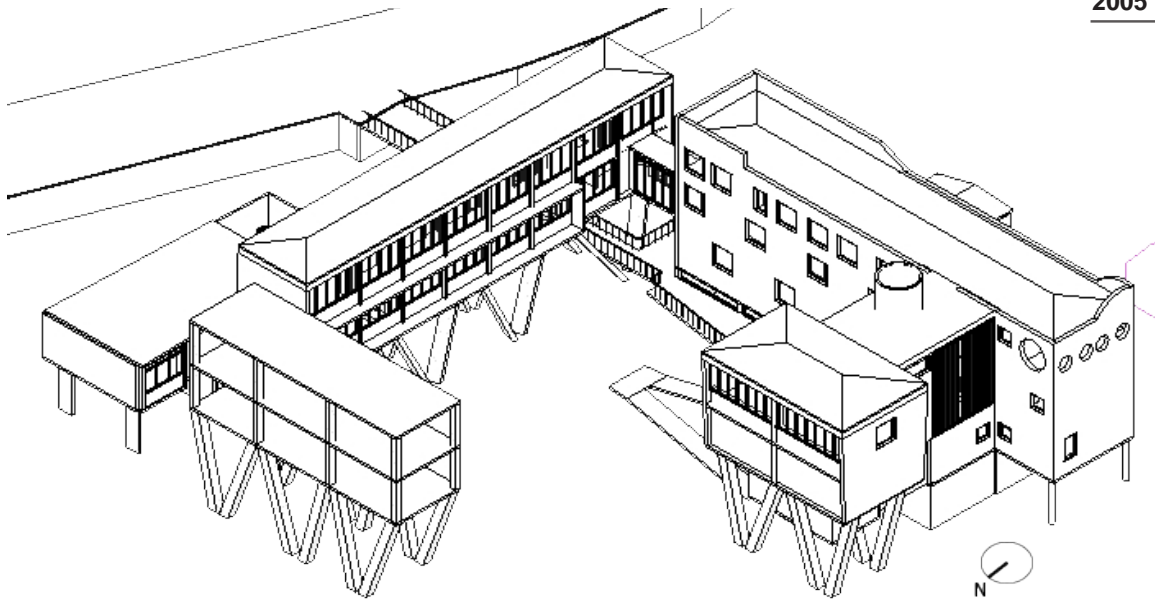
Tercera Intervención

Finalmente, a principios de los noventa se agregó un piso extra al edificio de laboratorios, incorporando lenguajes arquitectónicos ajenos y con un exceso de intenciones representativas en el diseño, entrando en una gratuita disputa frente a la apariencia deslavada y racional del edificio original.

FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA, TERCERA INTERVENCIÓN

1990



2005

FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA, EXTENSIÓN INCONCLUSA.

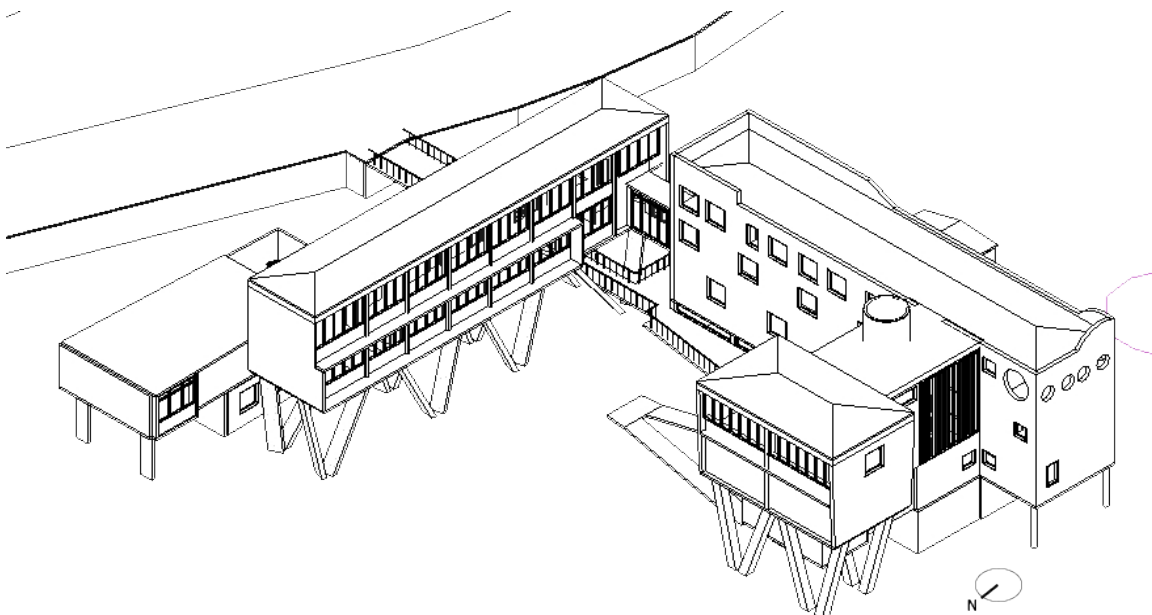
(2005)

Extensión inconclusa

Durante el 2005 el edificio se encontró intervenido por una extensión inconclusa, que consistió en la construcción de un cuerpo perpendicular al edificio de administración, casi cerrando el lado abierto de la playa, y buscando de manera muy pobre la asimilación estética de los característicos pilares diagonales del edificio original.

Actualmente, el edificio se encuentra bajo varias intervenciones en su interior, no obstante ya no queda rastro de su extensión inconclusa salvo un muro de contención a nivel de la playa.

FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA, ESTADO ACTUAL.

2018

ESTADO DE CONSERVACIÓN

LEVANTAMIENTO CRÍTICO

PATOLOGÍAS QUE AFECTAN AL EDIFICIO:

Se realizó un levantamiento crítico en el cual se pueden distinguir 3 tipos de lesiones de características físicas, químicas o mecánicas. De ellas se describen una serie de patologías. Para dar cuenta de estas patologías se realizó una ficha resumen, la cual contiene las lesiones más representativas del edificio en toda su extensión, por ende a través de un levantamiento de elevaciones se realizó un mapeo de daños que indica lugar y tipo de lesión que afecta al edificio. Se separó la edificación en un cuadro de componentes principales para su mejor observación dividiéndose la edificación por fundaciones, estructura, cubierta y fachada. Donde además se indica si la lesión es de carácter primario o secundario. (Lesión primaria es la que surge en primer lugar y la secundaria es consecuencia de esta) Directa o indirecta. Y se realizó un esquema de todos los volúmenes indicando los niveles de daño de la edificación dividiéndolos en daños leves, medios o severos.

En este caso este edificio no se encuentra con daños patológicos críticos pero si podemos apreciar que los daños más severos se encuentran en la fachada Sureste. Las condiciones climáticas, la exposición directa al medio ambiente marino y la casi nula mantención, tanto de sus instalaciones como del edificio propiamente tal, han significado un lento pero progresivo deterioro del inmueble en estudio.

DESGLOSE DE DESCRIPCIÓN DE PATOLOGÍAS

TIPOS DE LESIONES: Química, Mecánica y Física:

LESION QUÍMICA

Corresponde a una lesión química, aquella se produce a través de un proceso patológico de carácter químico y aunque este no tiene relación alguna con los restantes procesos patológicos y sus lesiones correspondientes, su sintomatología en muchas ocasiones confunde.

Eflorescencia:

Proceso patológico que suele tener como causa directa previa, la aparición de humedad. Los materiales contienen sales salubres y estas son arrastradas por el agua hacia el exterior durante su evaporación y cristalización de la superficie del material.

Existen dos tipos de eflorescencias:

- 1) Sales cristalizadas que no proceden del material sobre la que se encuentra la eflorescencia sino de otros materiales situados detrás o adyacentes a él.
- 2) Sales minerales cristalizadas bajo la superficie del material: en oquedades, que a la larga acabaran desprendiéndose.

Oxidaciones Y Corrosiones:

Conjunto de transformaciones moleculares que tiene como consecuencia la pérdida de material en la superficie de metales como el hierro y el acero.

Oxidación:

Es la transformación de los metales en óxido al entrar en contacto con el oxígeno.

Corrosión:

Es la pérdida progresiva de partículas de la superficie del metal.

Organismos:

Tanto los organismos animales como vegetales pueden llegar afectar la superficie de los materiales. Su proceso patológico es fundamentalmente químico, puesto que segregan sustancias que altera la estructura química del material donde se alojan, pero también afecta al material en su estructura física.

1) Animales: afectan materiales constructivos con los insectos que se alojan en el interior del material y se alimentan de este, también los considerados animales de peso, como las aves o pequeños mamíferos que causan principalmente lesiones erosivas.

2) Plantas: pueden afectar a los materiales constructivos se encuentran las de porte que causan lesiones debido a su peso o a la acción de sus raíces, pero como es en este caso las plantas microscópicas que causan lesiones mediante ataque químicos, los mohos que producen cambios de color, de olor, aspecto, erosiones y hongos.

Erosiones:

Las del tipo químico son aquellas que, a causa de la reacción química de sus componentes con otras sustancias, producen transformaciones moleculares en la superficie de los materiales pétreos.

LESION MECÁNICA

Aquella en la que predomina un factor mecánico que provoca movimientos, desgaste, aberturas o separaciones de materiales o elementos constructivos.

Deformaciones:

Cualquier variación en la forma del material, en elementos estructurales, de cerramiento y que son consecuencia de esfuerzos mecánicos, que a su vez se pueden producir durante la ejecución de una unidad o cuando esta entra en carga.

1) Flechas: Son la consecuencia directa de la flexión de elementos horizontales debida a un exceso de cargas verticales o transmitida desde otros elementos a los a los que los elementos horizontales se encuentran unidos por empotramiento.

2) Pandeos: Se producen como consecuencia de un esfuerzo de compresión que sobrepasa la capacidad de deformación de un elemento vertical

3) Desplomes: Son la consecuencia de empujes horizontales sobre la cabeza de elementos verticales

Alabeos:

Son la consecuencia de la rotación de elementos debida, generalmente, a esfuerzos horizontales.

Grietas:

Aberturas longitudinales que afectan a todo el espesor de un elemento constructivo, estructural o de cerramiento.

1) Por exceso de carga: Afectan a elementos estructurales o de cerramiento al ser sometidos a carga para las que no estaban diseñadas.

2) Por dilataciones y contracciones higrotérmicas: Afectan a elementos de cerramientos de fachada o cubierta, pero también pueden afectar a las estructuras cuando no se prevén las juntas de dilatación.

Fisuras:

Son aberturas longitudinales que afectan a la superficie o al acabado de un elemento constructivo.

1) Reflejo de soporte: Se produce sobre el soporte cuando se da una discontinuidad constructiva, por una junta, por falta de adherencia o por deformación, cuando el soporte es sometido a un movimiento que no puede resistir.

2) Inherente al acabado: En este caso la fisura se produce por movimientos de dilatación-contracción, en el caso de los chapados y de los alicatados, y por retracción, en el caso de mortero.

Desprendimiento:

Es la separación del material del acabado y el soporte al que esta aplicado por falta de adherencia de ambos.

Erosiones Mecánicas:

Pérdidas de material superficial debidas a esfuerzos mecánicos, como golpes o rozaduras.

LESIÓN FÍSICA

Aquella en que la problemática patológica se produce a causa de fenómenos físicos como heladas, condensaciones, etc, y normalmente su evolución dependerá también de estos procesos físicos.

Humedad:

Se produce cuando hay una presencia de agua en un porcentaje mayor al considerado como normal en un material o elemento constructivo.

- 1) De obra: Es la generada durante el proceso constructivo, cuando no se ha propiciado la evaporación mediante un elemento de barrera.
- 2) Humedad capilar: Es el agua que procede del suelo y asciende por los elementos verticales.
- 3) Humedad de filtración: Es la procedente del exterior y que penetra en el interior del edificio a través de fachadas y cubiertas.
- 4) Humedad de condensación: Es la producida por la condensación del vapor agua desde ambientes con mayor presión de vapor, como los interiores, hacia los de presión más baja, como los exteriores.
 - 4.1) Condensación superficial interior: Aparece en el interior de un cerramiento
 - 4.2) Condensación intersticial: Aparece en el interior de la masa del cerramiento o entre dos de sus capas.
 - 4.3) Humedad accidental: Es la producida por roturas de conducciones y cañerías y suele provocar focos muy puntuales de humedad.

Erosión:

Es la pérdida o transformación superficial de un material, y puede ser total o parcial.

Humedad atmosférica:

Es la producida por la acción física de los agentes atmosféricos.

Suciedad:

Es el depósito de partículas en suspensión sobre la superficie de las fachadas.

- 1) Contaminación por depósito: Es el producido por la simple acción de la gravedad sobre las partículas en suspensión en la atmosfera.
- 2) Contaminación por lavado diferencial: Es el producido por partículas ensuciantes que penetran en el poro superficial del material por la acción de agua lluvia y que tiene como consecuencia más característica los churretones que se ven habitualmente en las fachadas urbanas.

Fuente: En Base a VV.AA, Enciclopedia Broto patologías de la construcción. Barcelona (2006).

DESGLOSE DE DESCRIPCIÓN DE PATOLOGÍAS EXISTENTES EN LA EDIFICACIÓN

QUÍMICA / EFLORESCENCIA

Sales minerales cristalizadas bajo la superficie del material: en oquedades, que a la larga acabaran desprendiéndose.

Nivel de lesión: Primaria



QUÍMICA / CORROSIÓN

Pérdida progresiva de partículas de la superficie del metal.

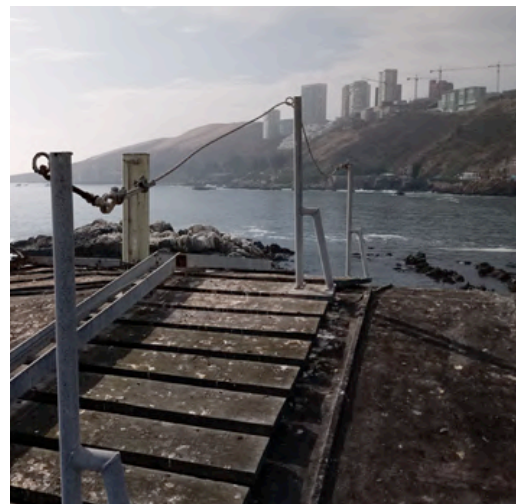
Nivel de lesión: Primaria



QUÍMICA / ORGANISMOS

Considerados animales de peso, como las aves o pequeños mamíferos que causan principalmente lesiones erosivas.

Nivel de lesión: Secundaria



MECÁNICA / GRIETA

Aberturas longitudinales que afectan a todo el espesor de un elemento constructivo, estructural o de cerramiento.

Nivel de lesión: Primaria



MECÁNICA / DESPRENDIMIENTO

Separación del material del acabado y el soporte al que esta aplicado por falta de adherencia de ambos.

Nivel de lesión: Secundaria



FÍSICA / HUMEDAD

Presencia de agua en un porcentaje mayor al considerado como normal en un material o elemento constructivo.

Nivel de lesión: Primaria



FICHA RESUMEN DE PATOLOGÍAS

Patología
ATAQUE BIOTICO DE FECAS DE GAVIOTAS EN
TECHUMBRE

Tipo de lesión
Quimico

Descripción de síntomas y causas
Se observa permanente ataque quimico sobre
superficie de techumbre por la descomposicion de fecas de
gaviotas que habitan en el techo.

Fecha de aparicion / periodicidad
Permanente

Nivel de lesión
Secundaria



Patología
DESPRENDIMIENTO DE RECUBRIMIENTO DE
HORMIGON EN PILAR ESTRUCTURAL

Tipo de lesión
Mecanica

Descripción de síntomas y causas
El desprendimiento del recubrimiento de la enfierradura
de este elemento estructural vertical se produce de forma
consecuente por el agente externo (cloruro) que permitió la
corrosión de la armadura. Esto debido a un recubrimiento
insuficiente de la armadura, lo cual permitió el ingreso de los
cloruros al elemento metálico corroyendolo. Este fenomeno
produce un aumento de volumen o expansion de la armadura
generando fisuras hasta producir el desprendimiento
mecanico del recubrimiento de hormigon. La armadura al ser
una estructura continua y electroquicamente enlazada, es
esperable que la corrosion, Lesion Primaria en esta patología,
se encuentre presente en todo el elemento estructural, no
sólo en el sector donde presenta el desprendimiento.

Fecha de aparicion / periodicidad
Permanente

Nivel de lesión
Secundaria



FICHA RESUMEN RESUMEN DE PATOLOGÍAS

Patología
HUMEDAD EN ELEMENTO ESTRUCTURAL HORIZONTAL,
LOSA

Tipo de lesión
Lesión Física

Descripción de síntomas y causas
La presencia de humedad en la parte inferior de una losa expuesta a la interperie se produce por la alta permeabilidad de este elemento de hormigon. Una posible causa es la falta de un elemento que permita impermeabilizar o aislar la fuente de humedad del elemento de hormigon. Se aprecia la aparicion de lesiones secundarias como Organismos que producen ataques quimicos como Moho y otras plantas microscopicas.

Fecha de aparicion / periodicidad
Antigua Data

Nivel de lesión
Primaria



Patología
DESPRENDIMIENTO DE RECUBRIMIENTO ARMADURA
EN ELEMENTO VERTICAL ESTRUCTURAL (MURO)

Tipo de lesión
Mecanica

Descripción de síntomas y causas
El desprendimiento del recubrimiento de la enfierradura de este elemento estructural vertical se produce de forma consecuente por el agente externo (cloruro) que permitió la corrosión de la armadura. Esto debido a un recubrimiento insuficiente de la armadura, lo cual permitió el ingreso de los cloruros al elemento metálico corroyendolo. Este fenomeno produce un aumento de volumen o expansion de la armadura generando fisuras hasta producir el desprendimiento mecanico del recubrimiento de hormigon. La armadura al ser una estructura continua y electroquicamente enlazada, es esperable que la corrosion, Lesion Primaria en esta patología, se encuentre presente en todo el elemento estructural, no sólo en el sector donde presenta el desprendimiento.

Fecha de aparicion / periodicidad
Debido al ambiente salino expuesto, esta lesión puede aparecer en un transcurso de meses una vez expuesta la armadura al agente externo, en este caso los cloruros provenientes de la salinidad ambiental.

Nivel de lesión
Secundaria



FICHA RESUMEN DE PATOLOGÍAS

Patología
HUMEDAD MURO DE MANPOSTERIA DE PIEDRA

Tipo de lesión
Lesión Física

Descripción de síntomas y causas
La presencia de humedad en la parte inferior de una losa expuesta a la interperie se produce por la alta permeabilidad de este elemento de hormigon. Una posible causa es la falta de un elemento que permita impermeabilizar o aislar la fuente de humedad del elemento de hormigon. Se aprecia la aparicion de lesiones secundarias como Organismos que producen ataques quimicos como Moho y otras plantas microscopicas.

Fecha de aparicion / periodicidad
Antigua Data

Nivel de lesión
Primaria



Patología
EFLORESCENCIA DE SALES PROVENIENTES DEL AMBIENTE EXTERNO SALINO

Tipo de lesión
Química

Descripción de síntomas y causas
Exposicion al agente externo alto en cloruros como es la salinidad del mar, la alta humedad del ambiente, la permeabilidad visible del hormigon y la falta de un revestimiento que aisle del hormigon del agente externo ha producido la Eflorescencia de sales cristalizadas que provienen del ambiente. Esto precede a una lesion secundaria tipo Quimica como la corrosion de las armaduras y fisica como el desprendimiento de recubrimiento de hormigon de la armadura, lesiones que se aprecian en las aristas del muro donde se presume se ubica la armadura principal del elemento vertical.

Fecha de aparicion / periodicidad
Debido al ambiente salino expuesto, esta lesión puede aparecer en un transcurso de meses una vez expuesta la armadura al agente externo, en este caso los cloruros provenientes de la salinidad ambiental.

Nivel de lesión
Primaria



FICHA RESUMEN DE PATOLOGÍAS

Patología
EFLORESCENCIA DE SALES PROVENIENTES DEL AMBIENTE EXTERNO SALINO

Tipo de lesión
Química

Descripción de síntomas y causas
Exposición al agente externo alto en cloruros como es la salinidad del mar, la alta humedad del ambiente, la permeabilidad visible del hormigón y la falta de un revestimiento que aisle del hormigón del agente externo ha producido la eflorescencia de sales cristalizadas que provienen del ambiente. Esto precede a una lesión secundaria tipo Química como la corrosión de las armaduras y física como el desprendimiento de recubrimiento de hormigón de la armadura, lesiones que se aprecian en las aristas del muro donde se presume se ubica la armadura principal del elemento vertical.

Fecha de aparición / periodicidad
Debido al ambiente salino expuesto, esta lesión puede aparecer en un transcurso de meses una vez expuesta la armadura al agente externo, en este caso los cloruros provenientes de la salinidad ambiental.

Nivel de lesión
Primaria



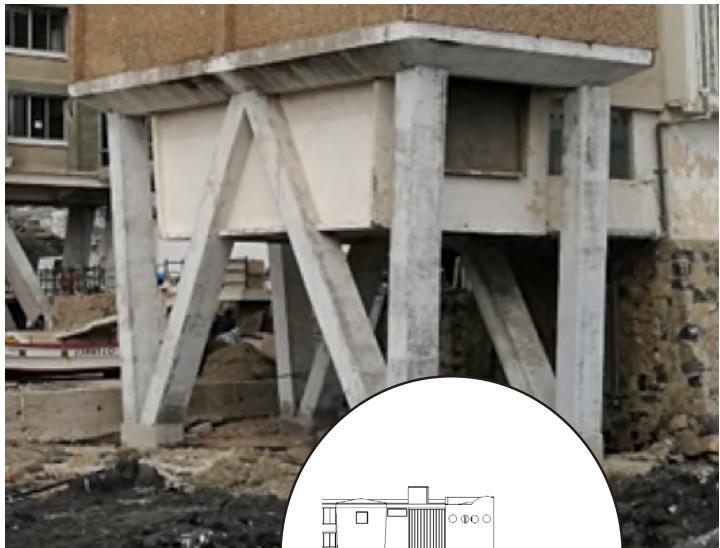
Patología
EFLORESCENCIA DE SALES PROVENIENTES DEL AMBIENTE

Tipo de lesión
Química

Descripción de síntomas y causas
Exposición al agente externo alto en cloruros como es la salinidad del mar, la alta humedad del ambiente, la permeabilidad visible del hormigón y la falta de un revestimiento que aisle del hormigón del agente externo ha producido la eflorescencia de sales cristalizadas que provienen del ambiente. Esto precede a una lesión secundaria tipo Química como la corrosión de las armaduras y física como el desprendimiento de recubrimiento de hormigón de la armadura.

Fecha de aparición / periodicidad
Debido al ambiente salino expuesto, esta lesión puede aparecer en un transcurso de meses una vez expuesta la armadura al agente externo, en este caso los cloruros provenientes de la salinidad ambiental.

Nivel de lesión
Primaria



FICHA RESUMEN DE PATOLOGÍAS

Patología

DESPRENDIMIENTO DE RECUBRIMIENTO DE ARMADURA, ELEMENTO ESTRUCTURAL HORIZONTAL (VIGA)

Tipo de lesión

Química

Descripción de síntomas y causas

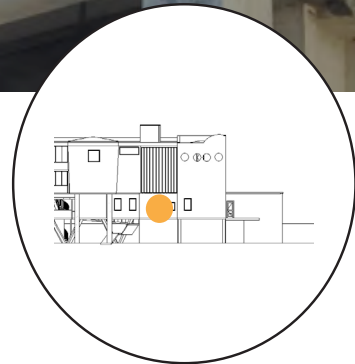
El desprendimiento del recubrimiento de la enfierradura de este elemento estructural horizontal se produce de forma consecuente por el agente externo (cloruro) que permitió la corrosión de la armadura. Esto debido a un recubrimiento insuficiente de la armadura, lo cual permitió el ingreso de los cloruros al elemento metálico corroyendolo. Este fenómeno produce un aumento de volumen o expansión de la armadura generando fisuras hasta producir el desprendimiento mecánico del recubrimiento de hormigón. La armadura al ser una estructura continua y electroquímicamente enlazada, es esperable que la corrosión, Lesión Primaria en esta patología, se encuentre presente en todo el elemento estructural, no sólo en el sector donde presenta el desprendimiento.

Fecha de aparición / periodicidad

Debido al ambiente salino expuesto, esta lesión puede aparecer en un transcurso de meses una vez expuesta la armadura al agente externo, en este caso los cloruros provenientes de la salinidad ambiental.

Nivel de lesión

Primaria



FICHA RESUMEN DE PATOLOGÍAS

Patología
GRIETA LONGITUDINAL EN PILAR ESTRUCTURAL

Tipo de lesión
Mecánica

Descripción de síntomas y causas

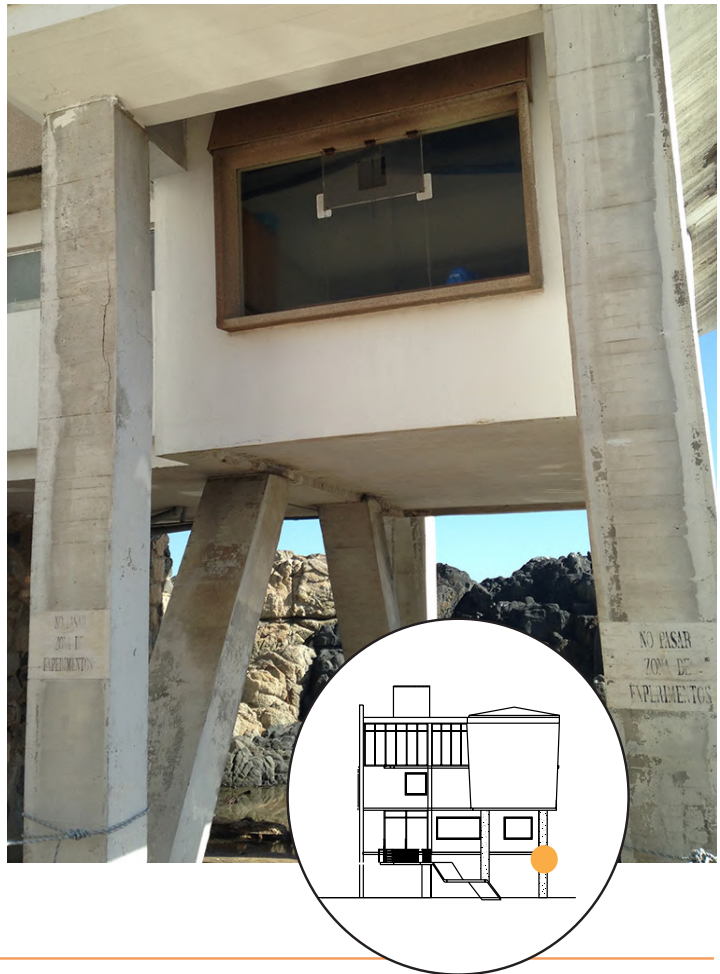
Reflejo de la armadura del elemento estructural vertical en la superficie del hormigon, producto del ingreso del agente externo rico en cloruros el cual produce una corrosion a la armadura, aumentando el volumen de ésta producto de la corrosion, ejerciendo una presion mecanica en el recubrimiento de hormigon. Esta es la etapa precedente al desprendimiento del recubrimiento.

En la imagen se aprecia el afloramiento de la oxidacion de la armadura en la superficie del hormigon. Lesion primaria de esta patología

Fecha de aparicion / periodicidad

Debido al ambiente salino expuesto, esta lesión puede aparecer en un transcurso de meses una vez expuesta la armadura al agente externo, en este caso los cloruros provenientes de la salinidad ambiental.

Nivel de lesión
Primaria



Patología
CORROSION DE ELEMENTOS METALICOS EXPUESTOS A AMBIENTES MARINOS

Tipo de lesión
Química

Descripción de síntomas y causas

Exposicion directa de elementos metálicos al agente externo rico en cloruros como es el ambiente marino. Falta de proteccion anticorrosiva o sin mantenimiento de ésta, lo cual permitió el contacto directo de estos elementos metalicos con la exposicion directa del agente oxidante/corrosivo

Fecha de aparicion / periodicidad

Nivel de lesión
Primaria



NIVELES DE DAÑOS DEL EDIFICIO

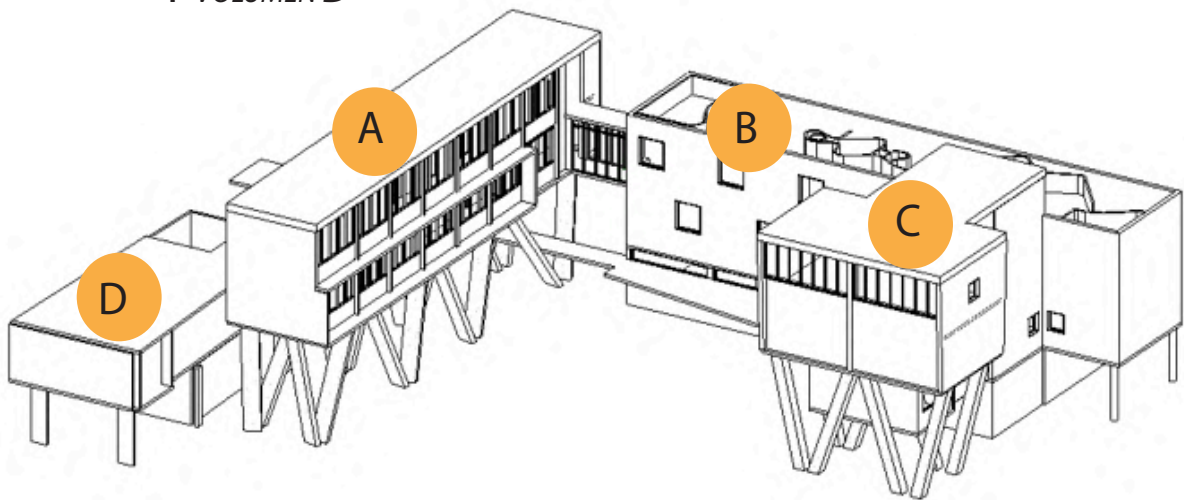
RECINTOS

1 *VOLUMEN A*

2 *VOLUMEN B*

3 *VOLUMEN C*

4 *VOLUMEN D*



NIVELES DE DAÑO

LEVE:

Componente de la edificación con poco deterioro, no impacta su estabilidad y es posible claramente levantar información medible y a través de la observación. Se percibe un cuerpo completo sin mayores defectos.

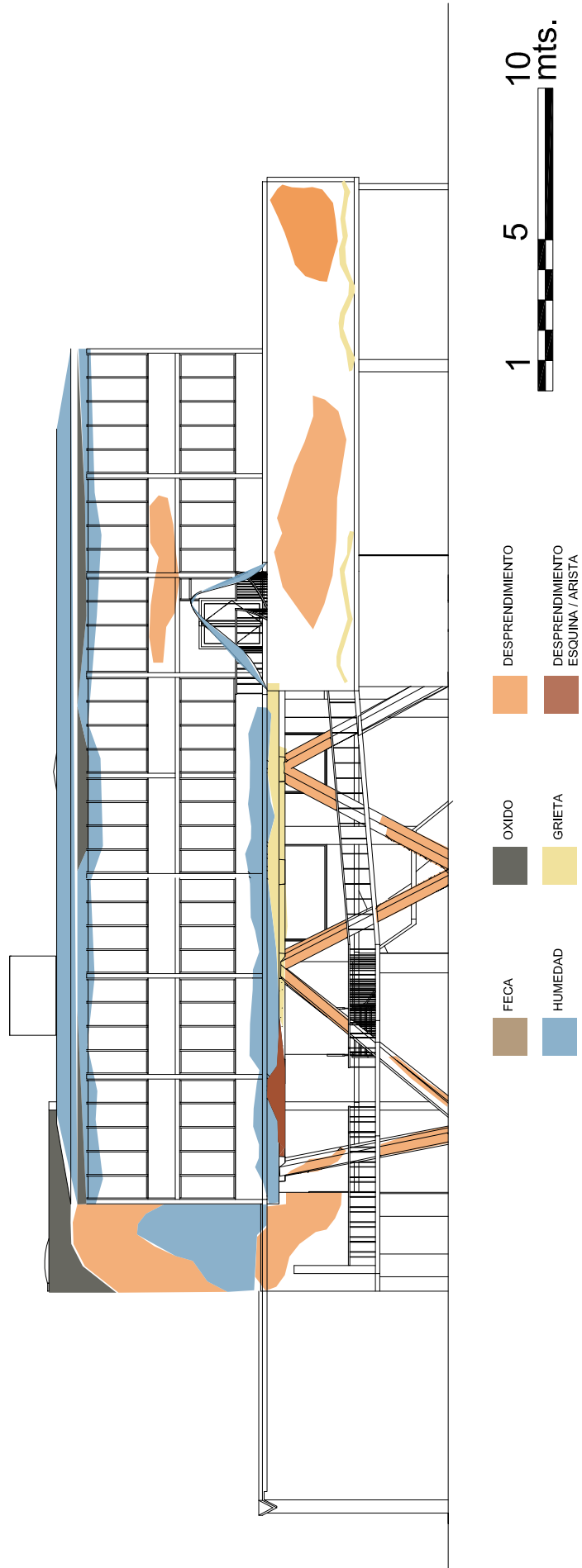
MEDIO:

Componente de la edificación con daño intermedio. Aún es posible levantar información medible y observable, sin embargo es preciso tener precaución por el posible desprendimiento de material o daño mayor en alguna de sus partes. Componentes susceptibles a sufrir un mayor daño prontamente.

SEVERO:

Componente de la edificación con gran daño, ya sea por desplome de una de sus partes o pérdida total. En algunos casos no es posible levantar información medible, ya que las partes están incompletas. Se puede utilizar la observación en algunos casos para sacar conclusiones o plantear suposiciones.

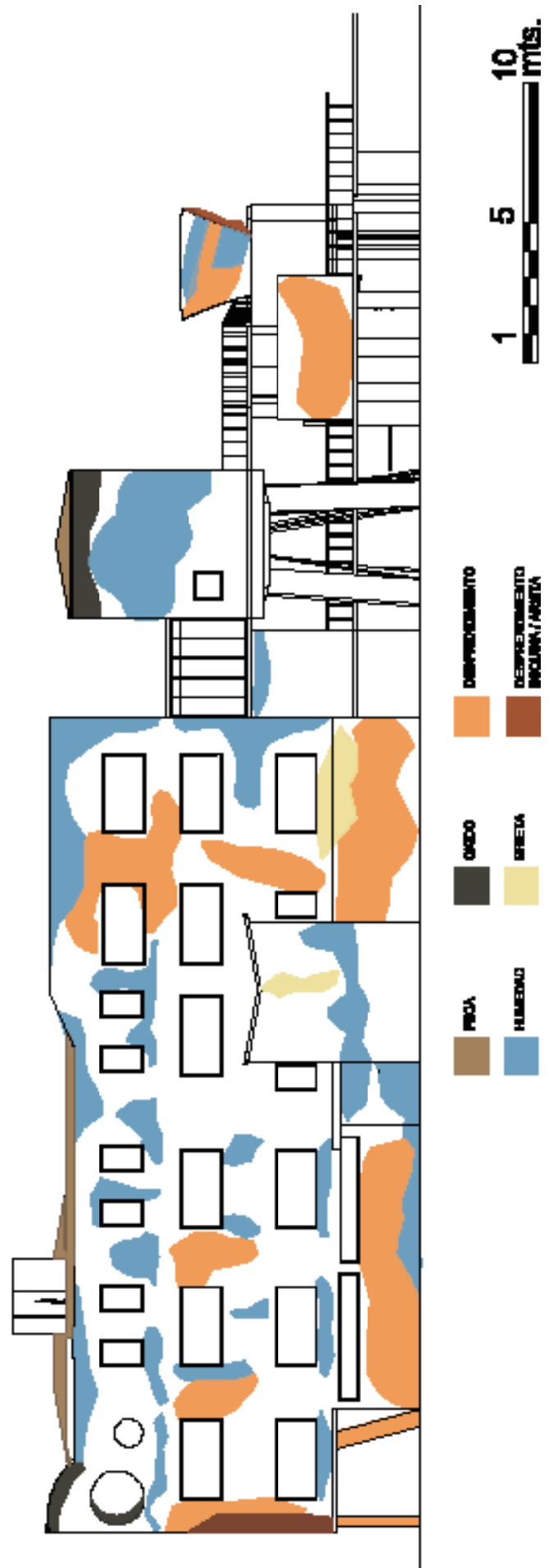
LESIONES DE LOS VOLÚMENES Y SUS COMPONENTES



ELEVACIÓN ORIENTE

LESIONES		FUNDACIÓN	ESTRUCTURA	CUBIERTA	FACHADA	PRIMARIA	SEGUNDARIA	DIRECTA	INDIRECTA	
QUÍMICAS	EFLORESCENCIA	SALES CRISTALIZADAS QUE NO PROCEDEN DEL MATERIAL	●	●		●	●		●	
		SALES CRISTALIZADAS BAJO LA SUPERFICIE DEL MATERIAL								
	OXIDACIÓN Y CORROSIÓN	OXIDACIÓN								
		CORROSIÓN			●	●	●		●	
	ORGANISMOS	ANIMALES			●		●		●	
		VEGETALES								
	EROSIONES	EROSIONES								
	MECÁNICAS	DEFORMACIONES	FLECHAS							
			PANDEOS							
			DESPLOME							
ALABEOS										
GRIETAS		EXCESO DE CARGA								
		DILATACIÓN Y CONTRACCIONES HIGROTÉRMICAS				●		●		●
FISURAS		REFLEJO DE SOPORTE								
		INHERENTE AL ACABADO								
DESPRENDIMIENTOS		DESPRENDIMIENTOS	●	●		●		●		
EROSIONES		EROSIONES								
FÍSICAS	HUMEDAD	OBRA								
		CAPILAR	●	●	●	●	●		●	
		FILTRACIÓN			●	●	●		●	
		CONDENSACIÓN								
		CONDENSACIÓN SUPERFICIAL INT								
		CONDENSACIÓN INTERSTICIAL								
		ACCIDENTAL				●	●		●	
	EROSIONES	HUMEDAD ATMOSFERICA								
	SUCIEDAD	POR DEPÓSITO								
		LAVADO DIFERENCIAL								

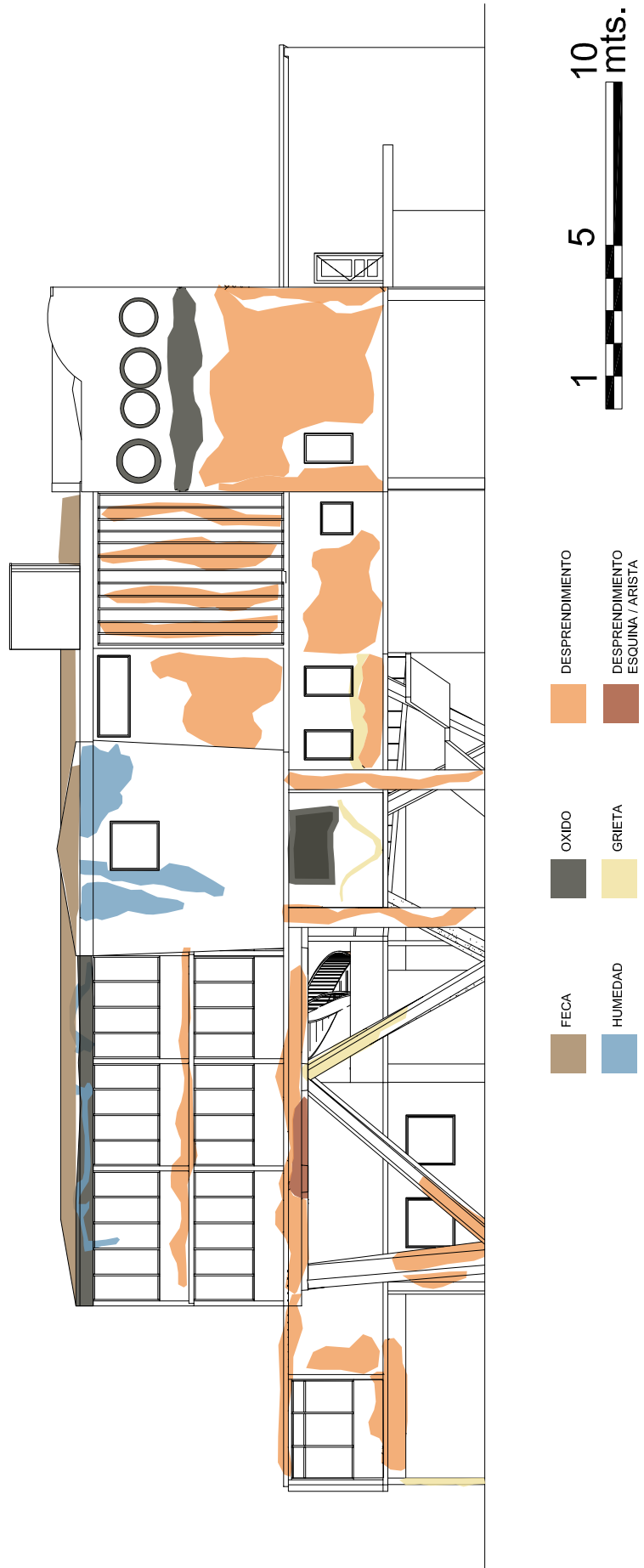
LESIONES DE LOS VOLÚMENES Y SUS COMPONENTES



ELEVACIÓN SUR

LESIONES		FUNDACIÓN	ESTRUCTURA	CUBIERTA	FACHADA	PRIMARIA	SEGUNDARIA	DIRECTA	INDIRECTA	
QUÍMICAS	EFLORESCENCIA	SALES CRISTALIZADAS QUE NO PROCEDEN DEL MATERIAL	●	●		●	●		●	
		SALES CRISTALIZADAS BAJO LA SUPERFICIE DEL MATERIAL								
	OXIDACIÓN Y CORROSIÓN	OXIDACIÓN								
		CORROSIÓN			●	●	●		●	
	ORGANISMOS	ANIMALES			●		●		●	
		VEGETALES								
	EROSIONES	EROSIONES								
	MECÁNICAS	DEFORMACIONES	FLECHAS							
			PANDEOS							
			DESPLOME							
ALABEOS										
GRIETAS		EXCESO DE CARGA								
		DILATACIÓN Y CONTRACCIONES HIGROTÉRMICAS				●		●	●	
FISURAS		REFLEJO DE SOPORTE								
		INHERENTE AL ACABADO		●		●	●		●	
DESPRENDIMIENTOS		DESPRENDIMIENTOS	●	●		●	●	●		
EROSIONES		EROSIONES								
FÍSICAS	HUMEDAD	OBRA								
		CAPILAR	●	●	●	●	●		●	
		FILTRACIÓN				●	●		●	
		CONDENSACIÓN								
		CONDENSACIÓN SUPERFICIAL INT								
		CONDENSACIÓN INTERSTICIAL								
		ACCIDENTAL				●	●		●	
	EROSIONES	HUMEDAD ATMOSFERICA								
	SUCIEDAD	POR DEPÓSITO								
		LAVADO DIFERENCIAL								

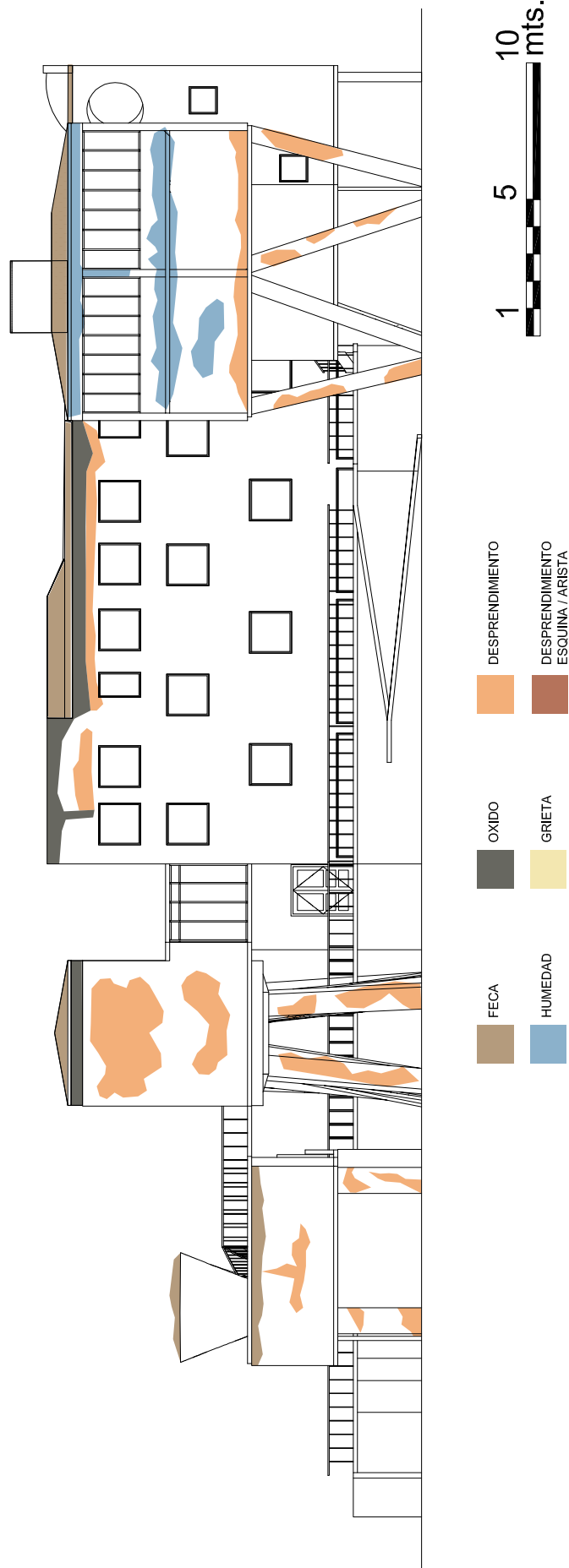
LESIONES DE LOS VOLÚMENES Y SUS COMPONENTES



ELEVACIÓN PONIENTE

LESIONES		FUNDACIÓN	ESTRUCTURA	CUBIERTA	FACHADA	PRIMARIA	SEGUNDARIA	DIRECTA	INDIRECTA	
QUÍMICAS	EFLORESCENCIA	SALES CRISTALIZADAS QUE NO PROCEDEN DEL MATERIAL	●	●		●	●	●		
		SALES CRISTALIZADAS BAJO LA SUPERFICIE DEL MATERIAL								
	OXIDACIÓN Y CORROSIÓN	OXIDACIÓN								
		CORROSIÓN			●	●		●	●	
	ORGANISMOS	ANIMALES			●	●	●		●	
		VEGETALES			●		●		●	
	EROSIONES	EROSIONES								
	MECÁNICAS	DEFORMACIONES	FLECHAS							
			PANDEOS							
			DESPLOME							
ALABEOS										
GRIETAS		EXCESO DE CARGA								
		DILATACIÓN Y CONTRACCIONES HIGROTÉRMICAS				●		●		●
FISURAS		REFLEJO DE SOPORTE								
		INHERENTE AL ACABADO		●		●	●		●	
DESPRENDIMIENTOS		DESPRENDIMIENTOS	●	●	●	●		●	●	
EROSIONES		EROSIONES								
FÍSICAS	HUMEDAD	OBRA								
		CAPILAR	●	●	●	●	●		●	
		FILTRACIÓN	●	●	●	●	●		●	
		CONDENSACIÓN								
		CONDENSACIÓN SUPERFICIAL INT								
		CONDENSACIÓN INTERSTICIAL								
		ACCIDENTAL				●	●		●	
	EROSIONES	HUMEDAD ATMOSFERICA								
	SUCIEDAD	POR DEPÓSITO								
		LAVADO DIFERENCIAL								

LESIONES DE LOS VOLÚMENES Y SUS COMPONENTES



ELEVACIÓN NORTE

LESIONES		FUNDACIÓN	ESTRUCTURA	CUBIERTA	FACHADA	PRIMARIA	SEGUNDARIA	DIRECTA	INDIRECTA	
QUÍMICAS	EFLORESCENCIA	SALES CRISTALIZADAS QUE NO PROCEDEN DEL MATERIAL	●			●		●		
		SALES CRISTALIZADAS BAJO LA SUPERFICIE DEL MATERIAL								
	OXIDACIÓN Y CORROSIÓN	OXIDACIÓN								
		CORROSIÓN		●			●		●	
	ORGANISMOS	ANIMALES			●		●		●	
		VEGETALES								
	EROSIONES	EROSIONES								
	MECÁNICAS	DEFORMACIONES	FLECHAS							
			PANDEOS							
			DESPLOME							
ALABEOS										
GRIETAS		EXCESO DE CARGA								
		DILATACIÓN Y CONTRACCIONES HIGROTÉRMICAS								
FISURAS		REFLEJO DE SOPORTE								
		INHERENTE AL ACABADO		●		●	●		●	
DESPRENDIMIENTOS		DESPRENDIMIENTOS	●	●			●	●		
EROSIONES		EROSIONES								
FÍSICAS	HUMEDAD	OBRA								
		CAPILAR	●	●	●	●	●	●		
		FILTRACIÓN				●	●	●		
		CONDESACIÓN								
		CONDESACIÓN SUPERFICIAL INT								
		CONDESACIÓN INTERSTICIAL								
		ACCIDENTAL				●	●	●		
	EROSIONES	HUMEDAD ATMOSFERICA								
	SUCIEDAD	POR DEPÓSITO								
		LAVADO DIFERENCIAL								

GRADO DE VULNERABILIDAD

FACTORES DE VULNERABILIDAD



		Volumen Auditorio	Volumen Oriente	Volumen Sur	Volumen Poniente
CONTEXTO / AMBIENTAL	Tipo de suelo Facil accesibilidad vehicular Exposición al factores climáticos Exposición a las marejadas Edificios vecinos	Bajo Bajo Muy Alto Muy Alto Muy Bajo	Bajo Bajo Muy Alto Bajo Muy Bajo	Bajo Medio Muy Alto Muy Alto Muy Bajo	Bajo Alto Muy Alto Muy Alto Muy Bajo
INTRÍNSECOS	Estructura y materialidad predominante Sistema estructural complementario Estado de conservación (estructura / terminaciones / instalaciones) Instalaciones (sanitarias / eléctricas/ evacuación aguas lluvias)	Bajo Alto Alto Muy Alto	Medio Alto Muy Alto Muy Alto	Medio Muy Alto Muy Alto Muy Alto	Medio Muy Alto Muy Alto Muy Alto
USO / OCCUPACIÓN	Tipo de uso Régimen de ocupación (diurno / nocturno / 24 hrs.) Número de ocupantes Material inflamable	Medio Medio Alto Muy Alto	Muy Alto Bajo Muy Bajo Muy Alto	Muy Alto Muy Alto Alto Muy Alto	Medio Alto Alto Alto
GESTIÓN	Existe plan de gestión de riesgo Cuenta con personal capacitado para la gestión de riesgo Existen equipos de detección de fuego Existen equipos de extinción de fuego	Muy Alto Muy Alto Muy Alto Alto	Muy Alto Muy Alto Muy Alto Alto	Muy Alto Muy Alto Muy Alto Alto	Muy Alto Muy Alto Muy Alto Alto

Tipo de suelo: asentamiento o deslizamiento del suelo
 Facil accesibilidad vehicular: vehiculos de emergencia
 Exposición al factores climáticos: sol, lluvia, viento
 Exposición a las marejadas: acción del mar en caso de tormentas o plea mar.
 Edificios vecinos: riesgo de daño por efecto de un edificio vecino.
 Sistema estructural complementario:escaleras, puentes, etc.

AMENAZAS

NATURALES

Terremotos: se originan por la repentina liberación de la energía de tensión lentamente acumulada en una falla de la corteza terrestre.

Tsunami: son generados comúnmente por la actividad sísmica debajo del suelo oceánico, causan inundaciones en áreas costeras y pueden afectar a otras áreas ubicadas a miles de kilómetros del centro del terremoto.

Factores Atmosféricos: tormentas, granizo, huracanes.

Inundaciones costeras: crecimiento anormal del nivel del mar asociado con huracanes y otras tormentas marítimas.

Deslizamientos: incluye derrumbe, caídas y flujo de materiales no consolidados. Los deslizamientos pueden activarse a causa de terremotos, erupciones volcánicas, suelos saturados por fuertes precipitaciones o por el crecimiento de aguas subterráneas y por el socavamiento de los ríos.

Humedad: problemas estructurales, de salud

Acción del viento: efectos destructivos por los vientos predominantes y vientos de tormentas.

Radiación solar:

Organización de los Estados Americanos (OEA)
<https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea57s/ch005.htm>

Severidad del impacto	Recurrencia			
	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Baja	Baja	Baja	Media	Media
Media	Baja	Media	Media	Alta
Alta	Media	Alta	Alta	Muy Alta
Muy Alta	Media	Alta	Muy Alta	Muy Alta

Terremoto			Tsunami			Factores atmosféricos		
Severidad del impacto	Recurrencia	Gravedad de la Amenaza	Severidad del impacto	Recurrencia	Gravedad de la Amenaza	Severidad del impacto	Recurrencia	Gravedad de la Amenaza
Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media
Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta

Inundaciones costeras			Deslizamientos			Humedad		
Severidad del impacto	Recurrencia	Gravedad de la Amenaza	Severidad del impacto	Recurrencia	Gravedad de la Amenaza	Severidad del impacto	Recurrencia	Gravedad de la Amenaza
Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media
Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta

Acción del viento			Radiación solar		
Severidad del impacto	Recurrencia	Gravedad de la Amenaza	Severidad del impacto	Recurrencia	Gravedad de la Amenaza
Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Media	Media	Media	Media	Media	Media
Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta

ANTRÓPICAS

Incendios: fuego descontrolado que afecte la estructura del edificio y a los usuarios.

Vandalismo: grafitis y desmanes.

Malas intervenciones: ampliaciones y/o modificaciones en el edificio.

Mala manipulación de elementos químicos y/o biológicos:

Mala gestión y mantenimiento:

Incendios			Vandalismo			Malas intervenciones		
Severidad del impacto	Recurrencia	Gravedad de la Amenaza	Severidad del impacto	Recurrencia	Gravedad de la Amenaza	Severidad del impacto	Recurrencia	Gravedad de la Amenaza
Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media
Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta

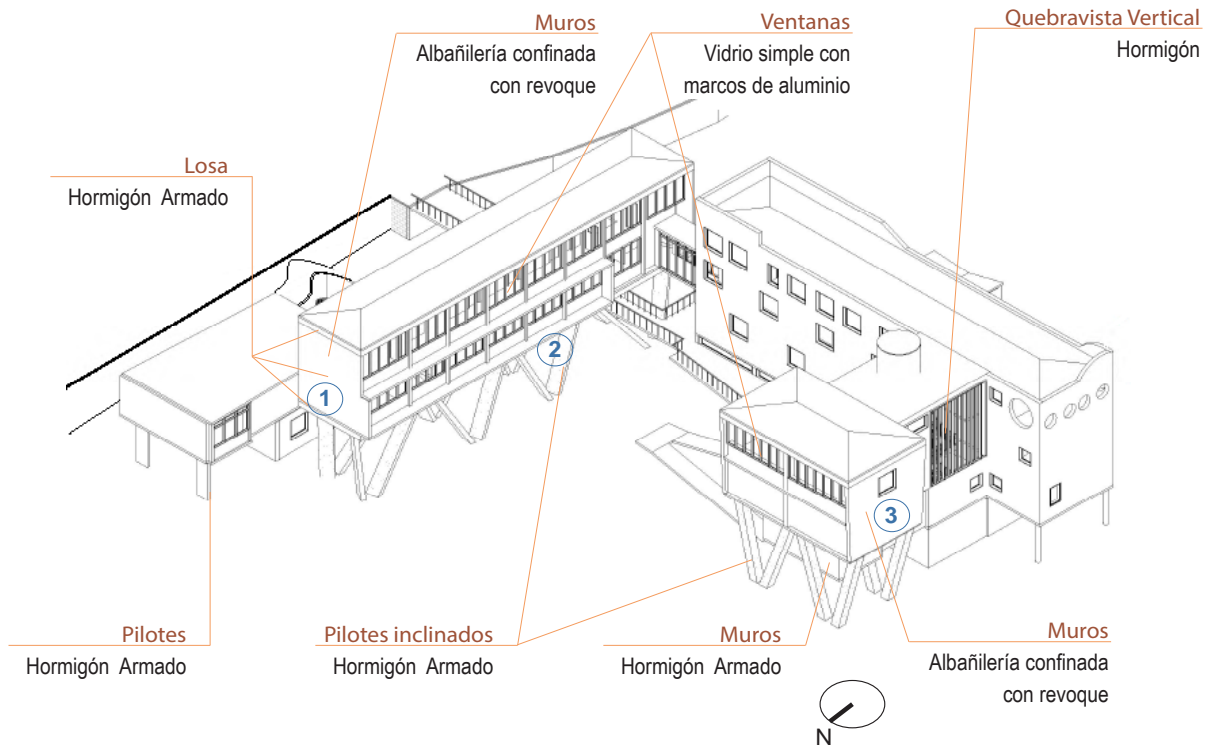
Mala manip.de elem. Químicos y/o Bio.			Mala gestión y mantenimiento		
Severidad del impacto	Recurrencia	Gravedad de la Amenaza	Severidad del impacto	Recurrencia	Gravedad de la Amenaza
Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Media	Media	Media	Media	Media	Media
Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta

MEDIOAMBIENTAL

ESCALERAS DEL AUDITORIO
FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA MONTEMAR, SEBASTIÁN FARIAS.

DIAGNÓSTICO DE LA ENVOLVENTE

ESTRUCTURA Y MATERIALIDAD



PALETA DE REVESTIMIENTOS

1 Enlucido de hormigón con grava verde y ocre

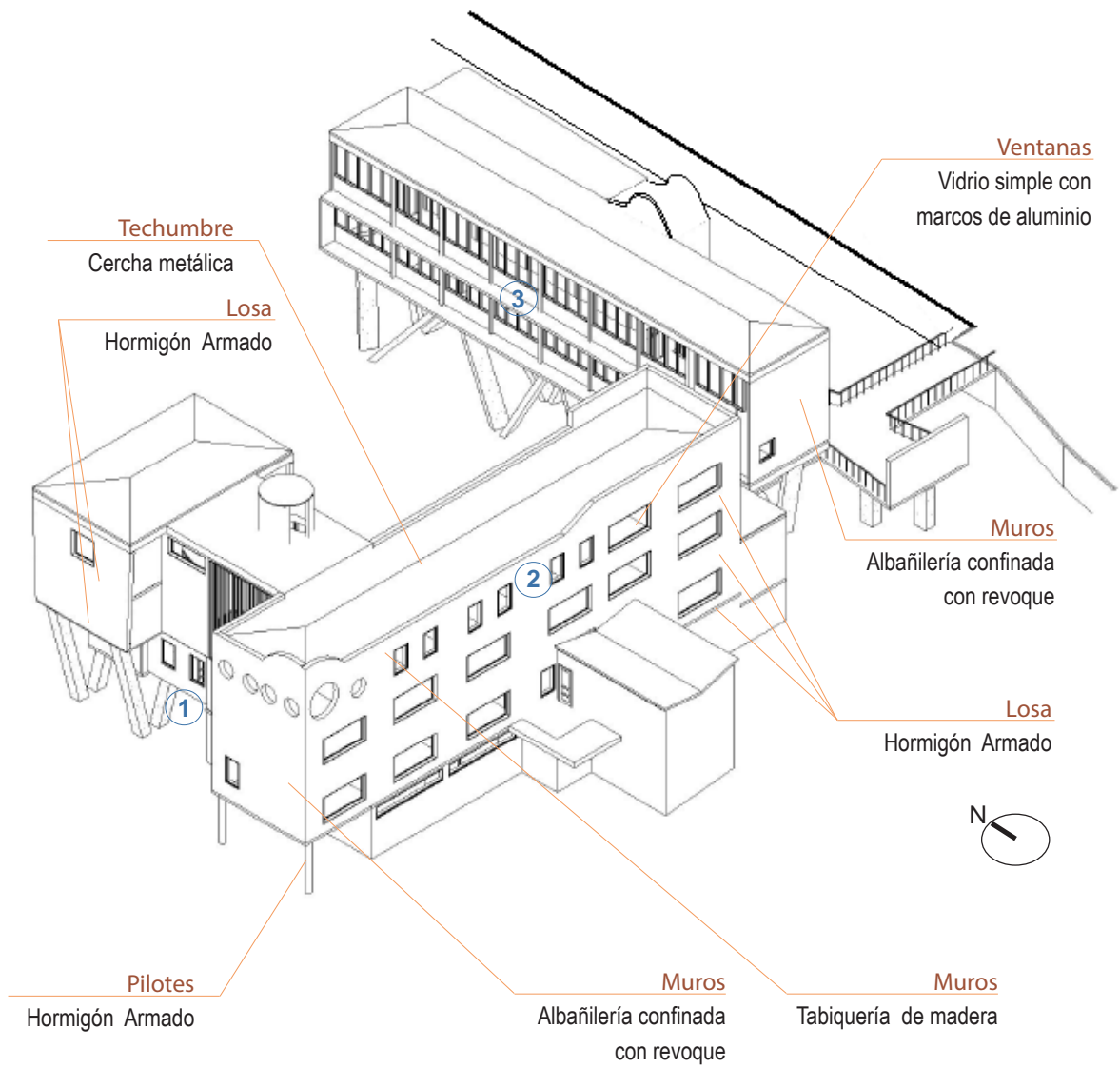


2 Hormigón pintado blanco



3 Enlucido de hormigón con piedras ocre





PALETA DE REVESTIMIENTOS

1 Hormigón pintado blanco

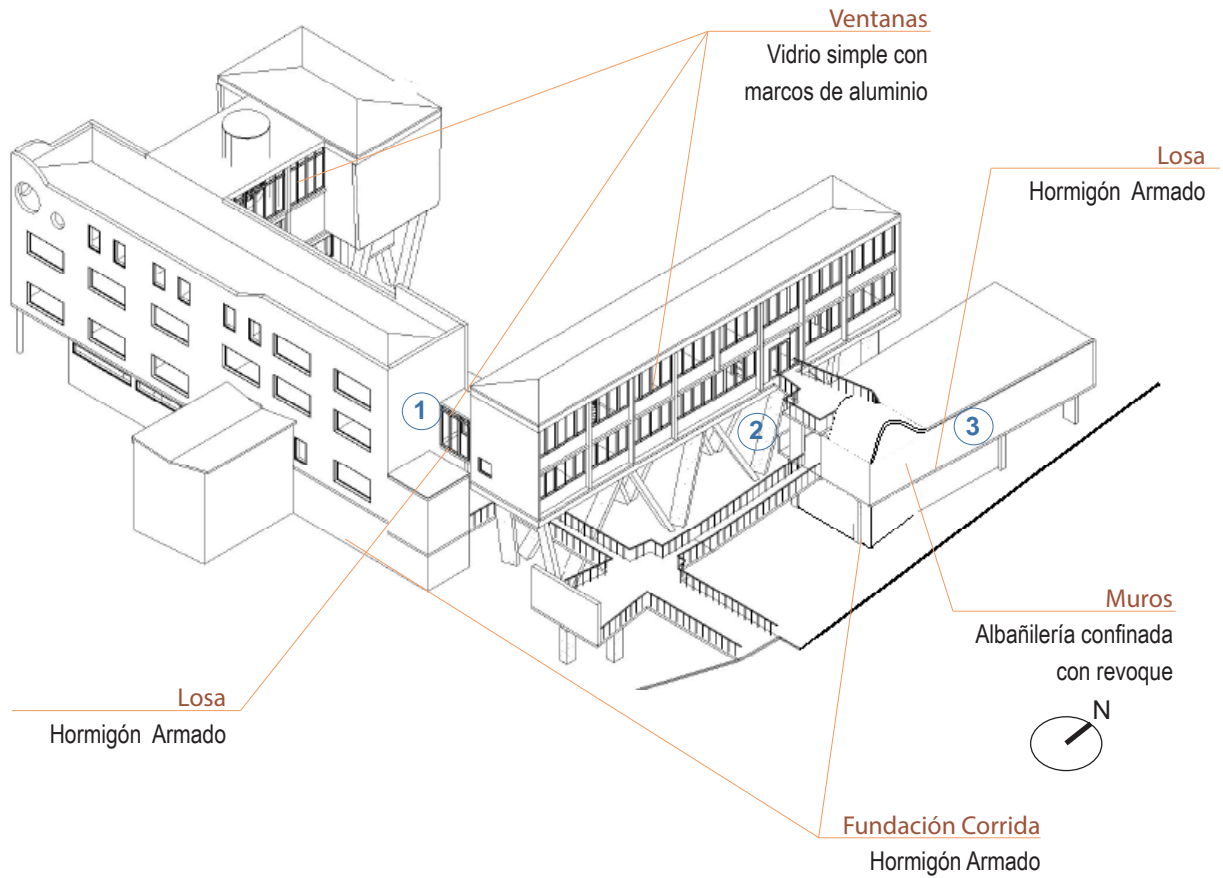


2 Tabiquería pintada blanco



3 Enlucido de hormigón con grava verde





PALETA DE REVESTIMIENTOS

1 Puente de vidrio monolítico simple



2 Cerámico amarillas

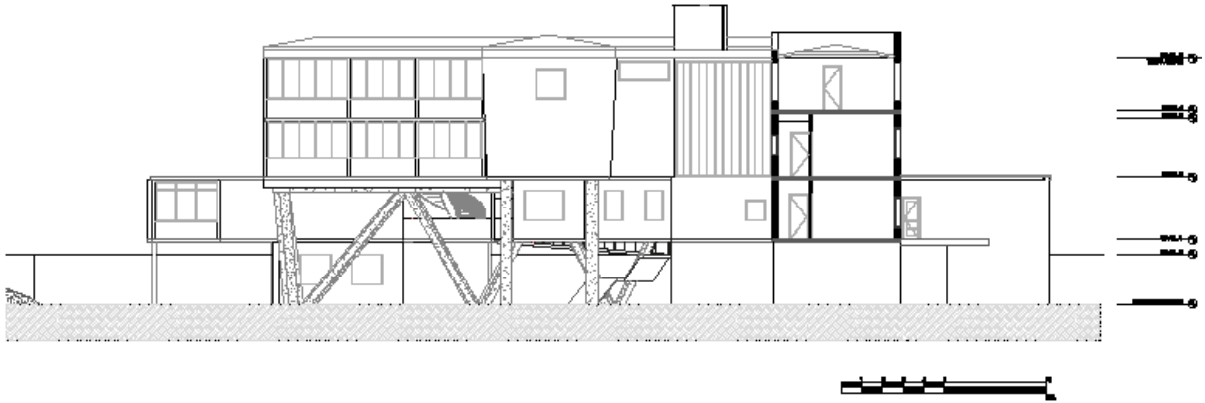


3 Enlucido de hormigón con gravas de colores (mural)

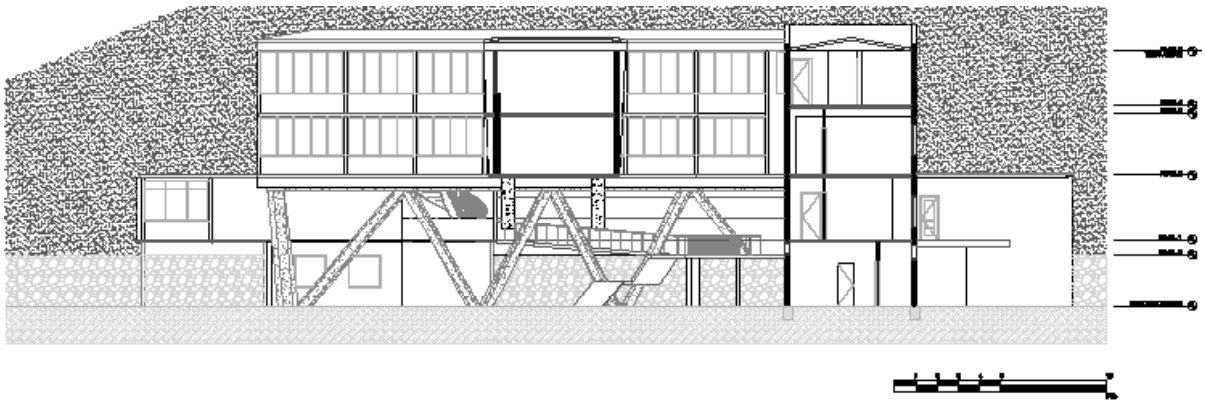


CARACTERÍSTICAS TERMOFÍSICAS

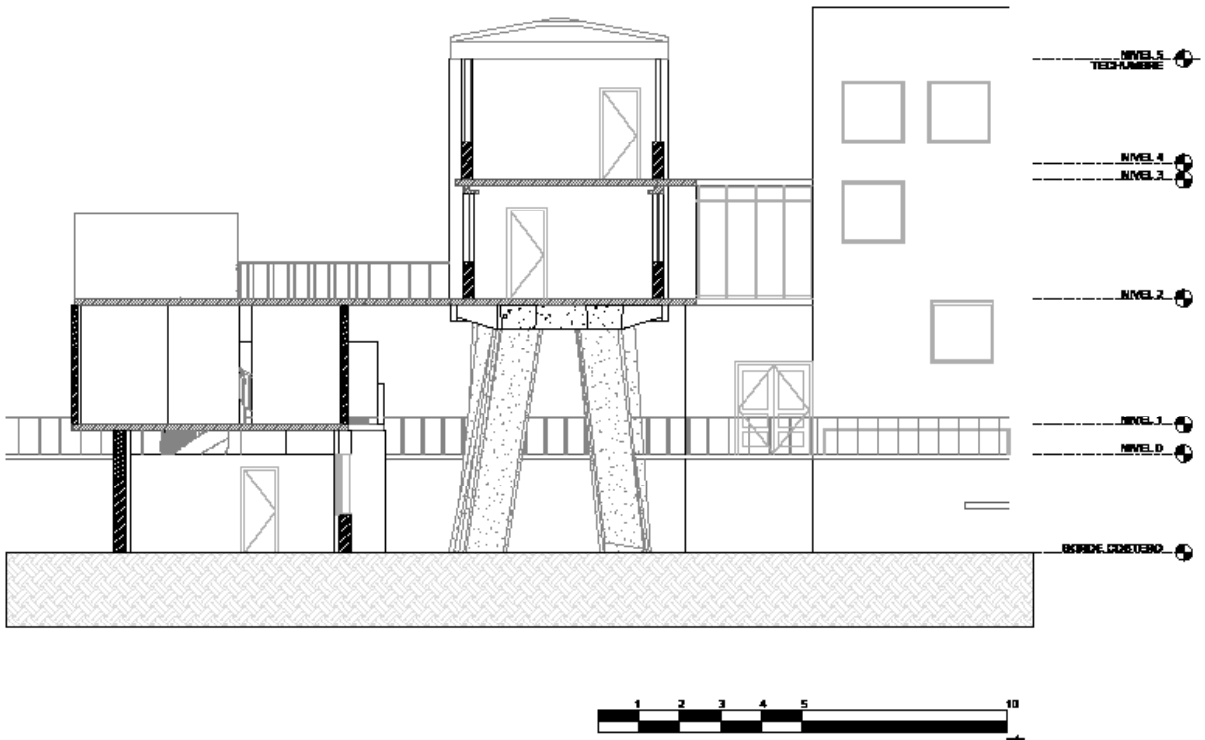
CORTE A-A' SALA DE CLASES



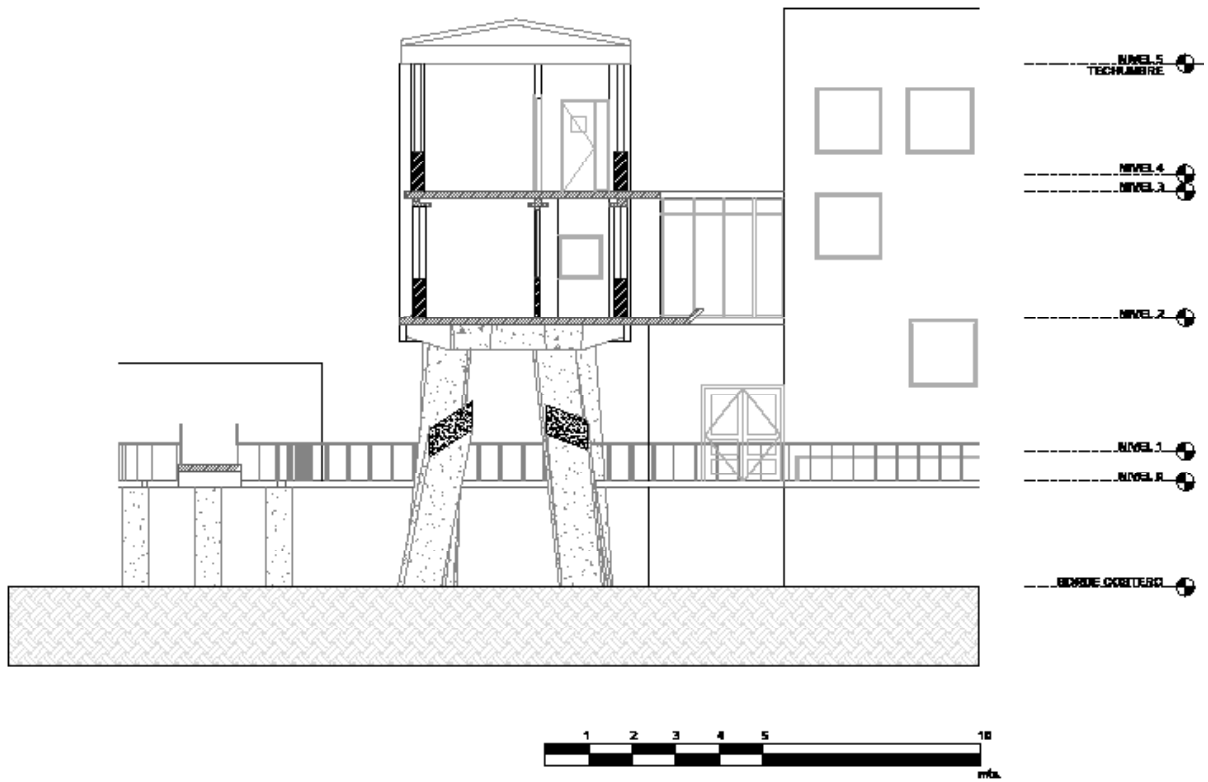
CORTE B-B' LABORATORIO N° 16



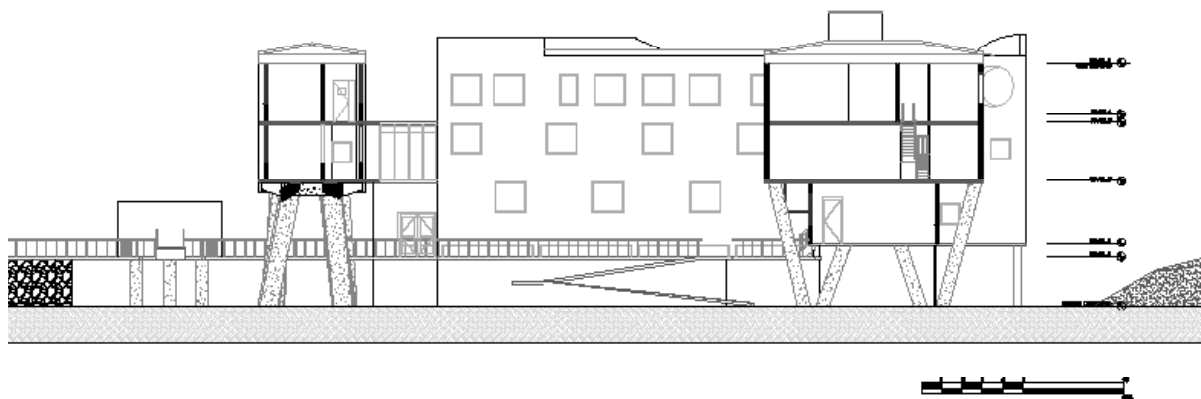
CORTE C-C' LABORATORIO DE QUÍMICA



CORTE D-D' SALA DE COMPUTACIÓN

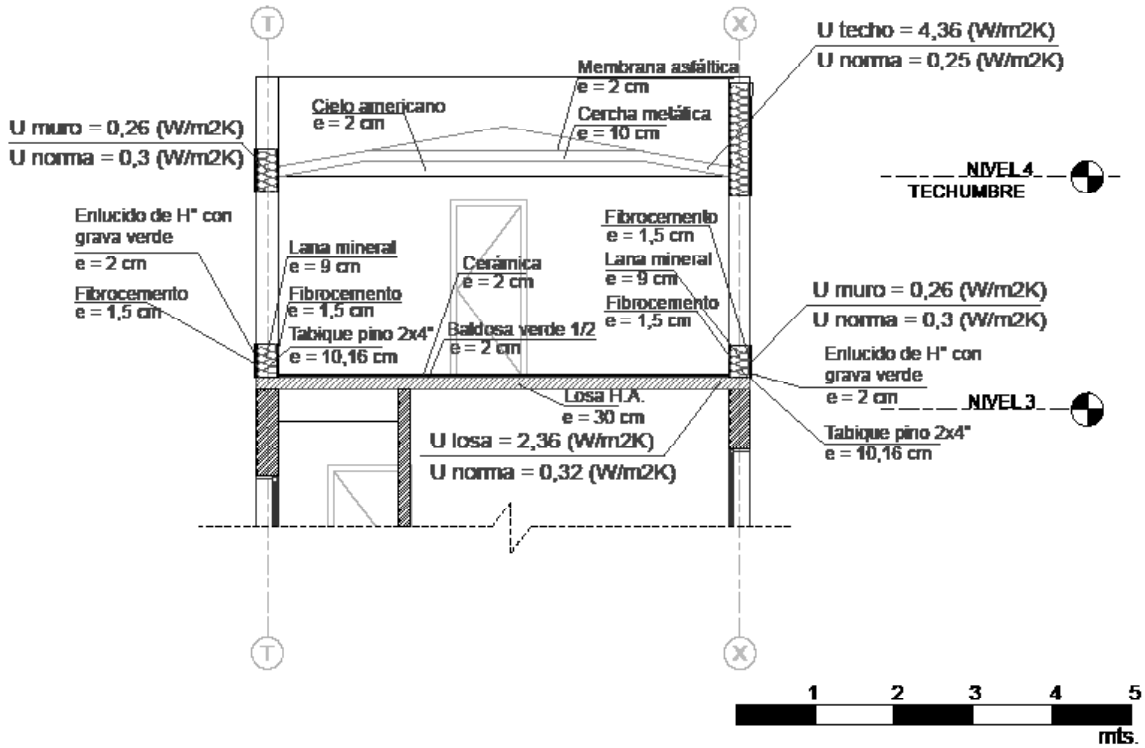


CORTE E-E' BIBLIOTECA, SALA DE MICROSCOPIA

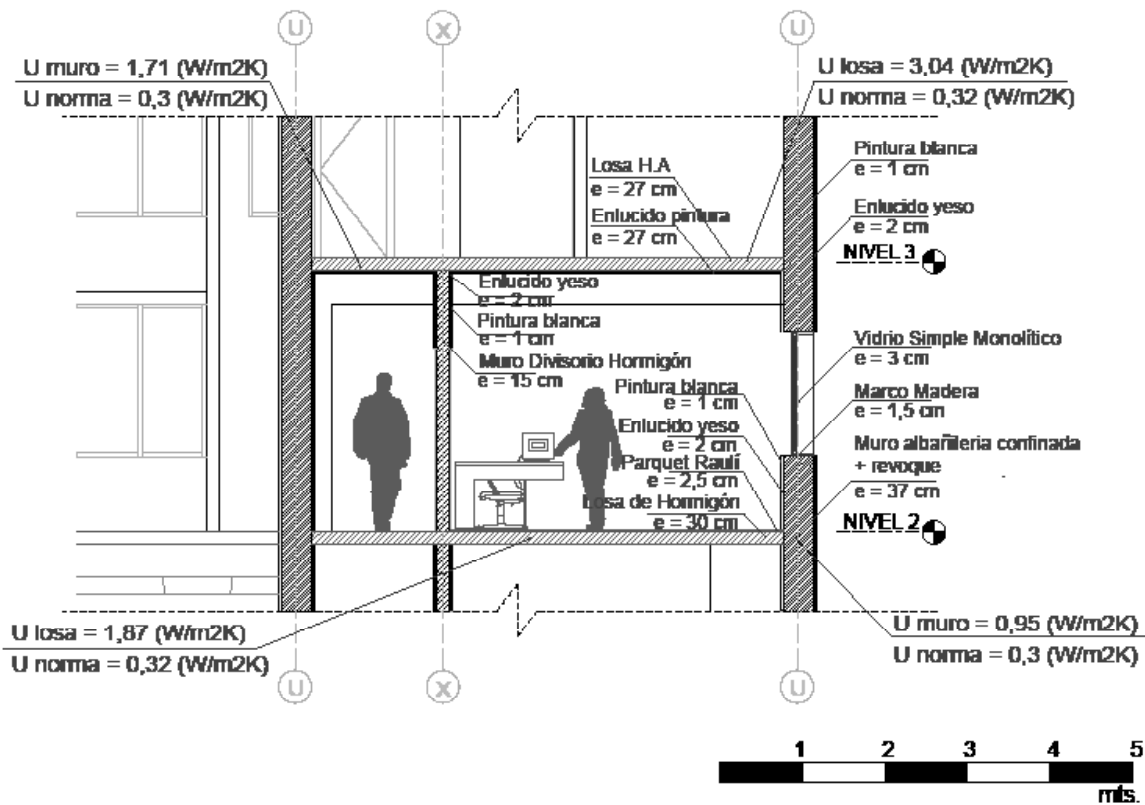


CARACTERÍSTICAS TERMOFÍSICAS, VALOR U

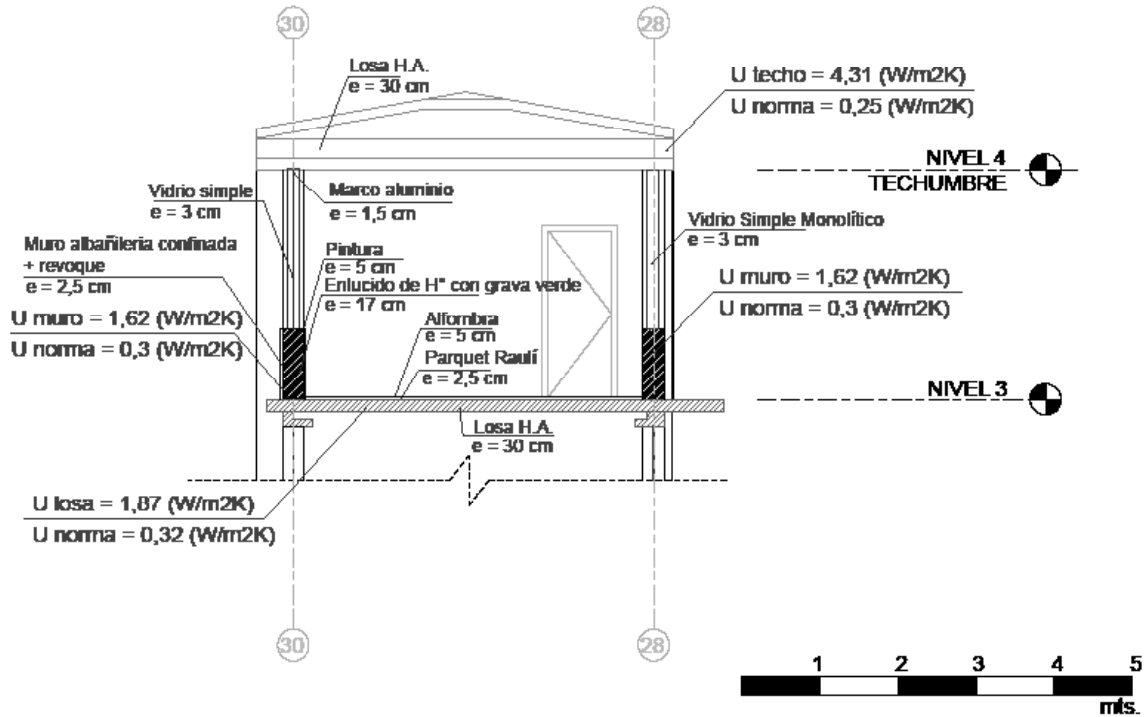
DETALLE SALA DE CLASES



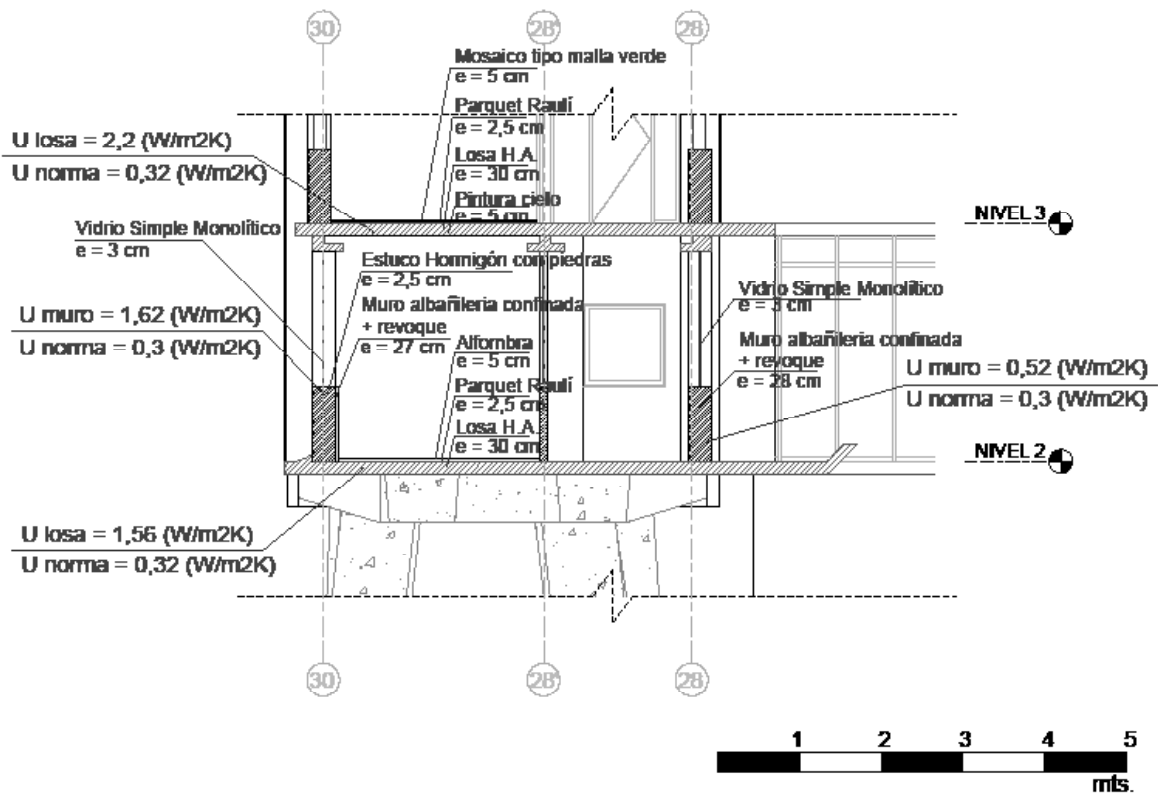
DETALLE LABORATORIO N° 16



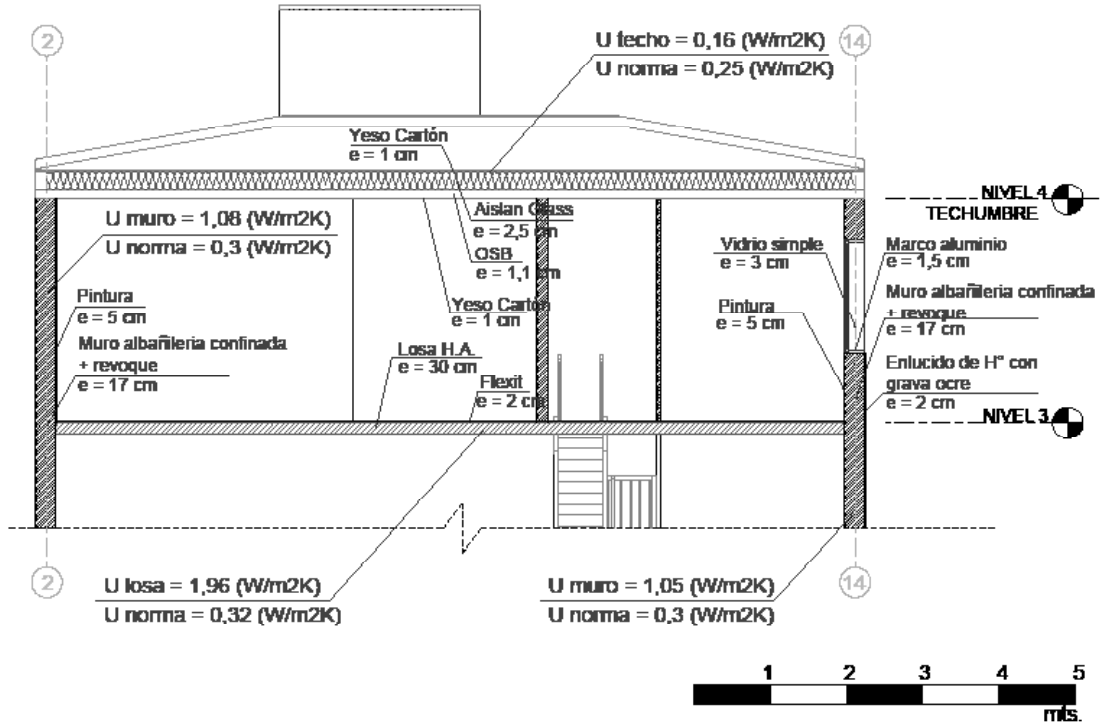
DETALLE LABORATORIO DE QUÍMICA



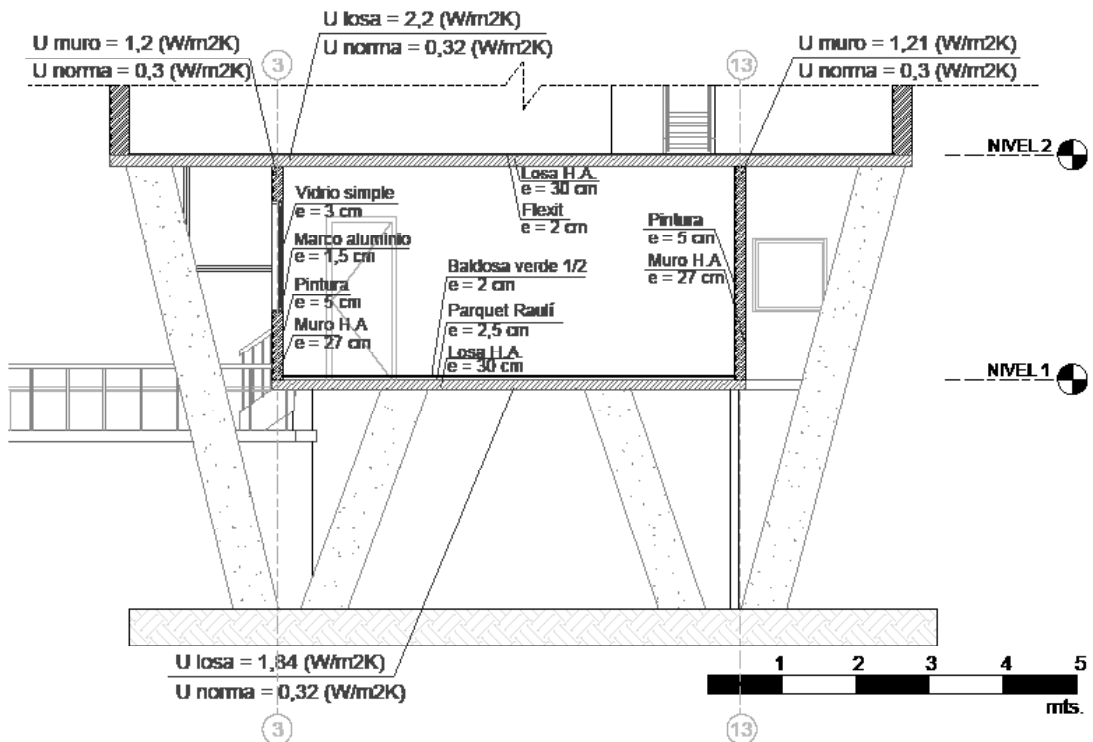
DETALLE SALA DE COMPUTACIÓN



DETALLE BIBLIOTECA



DETALLE LABORATORIO DE MICROSCOPIA



DIAGNÓSTICO DE LA HABITABILIDAD

FACTORES DEL CONTEXTO

ASOLEAMIENTO SOLSTICIO DE VERANO

LATITUD : -32.95

LONGITUD : -71.94

FECHA: 21 DICIEMBRE

HORAS SOL: 14:20

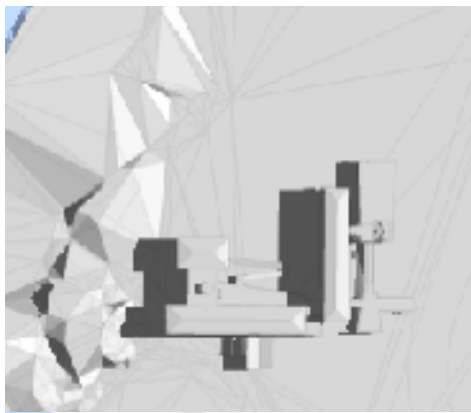
09:00 Hrs. AZI / ALT : 85.9° / 52.8°

12:00 Hrs. AZI / ALT : -20.9° / 79.8°

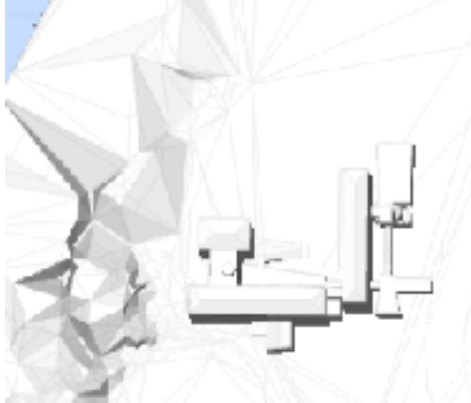
17:00 Hrs. AZI / ALT : -104° / 21.4°

SOMBRA DEL EDIFICIO

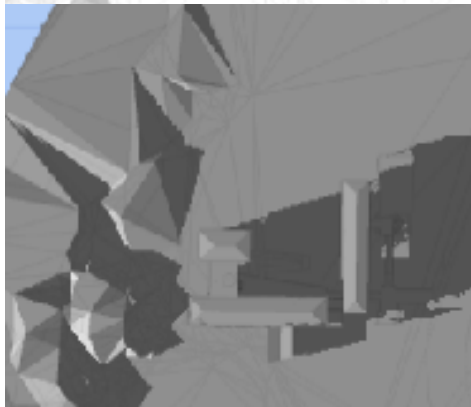
09:00 HRS.



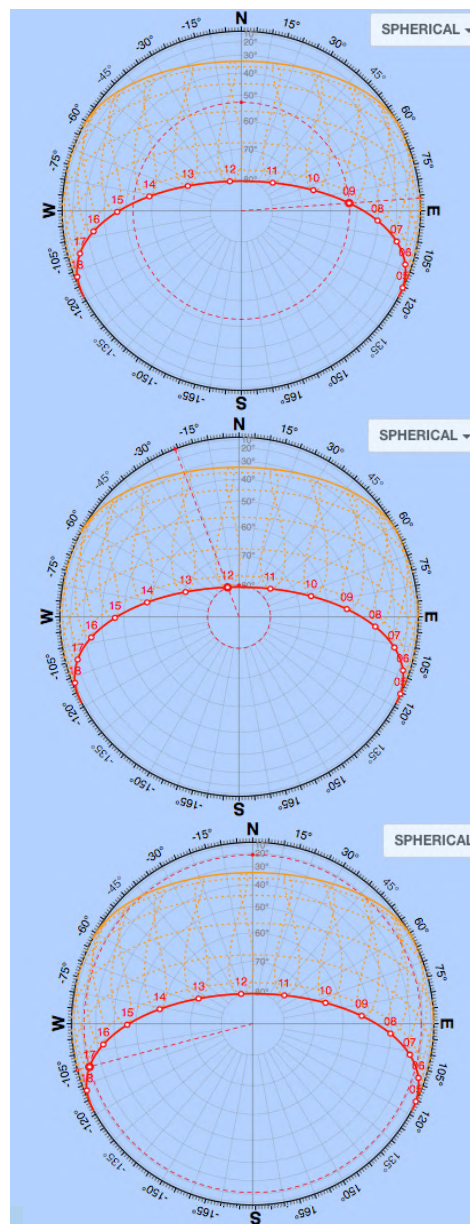
12:00 HRS.



17:00 HRS.



RECORRIDO SOLAR



ELABORACIÓN PROPIA

ASOLEAMIENTO EQUINOCCIO DE OTOÑO

LATITUD : -32.95

LONGITUD : -71.94

FECHA: 21 MARZO

HORAS SOL: 12:06

09:00 Hrs. AZI / ALT : 59.7° / 37.2°

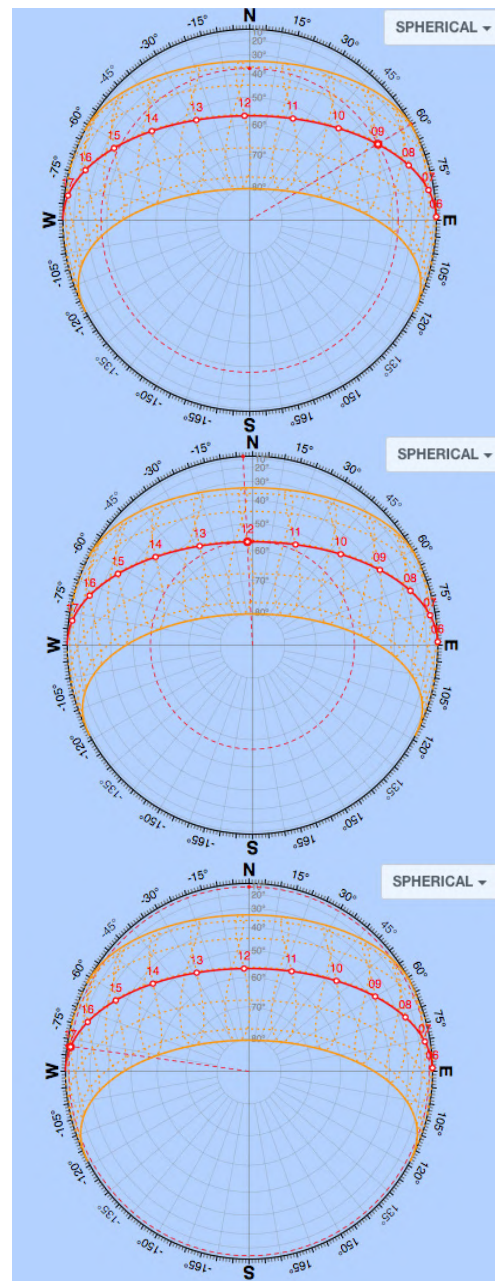
12:00 Hrs. AZI / ALT : -2.92° / 56.6°

17:00 Hrs. AZI / ALT : -82.1° / 11°

SOMBRA DEL EDIFICIO



RECORRIDO SOLAR



ELABORACIÓN PROPIA

ASOLEAMIENTO SOLSTICIO DE INVIERNO

LATITUD : -32.95

LONGITUD : -71.94

FECHA: 21 JUNIO

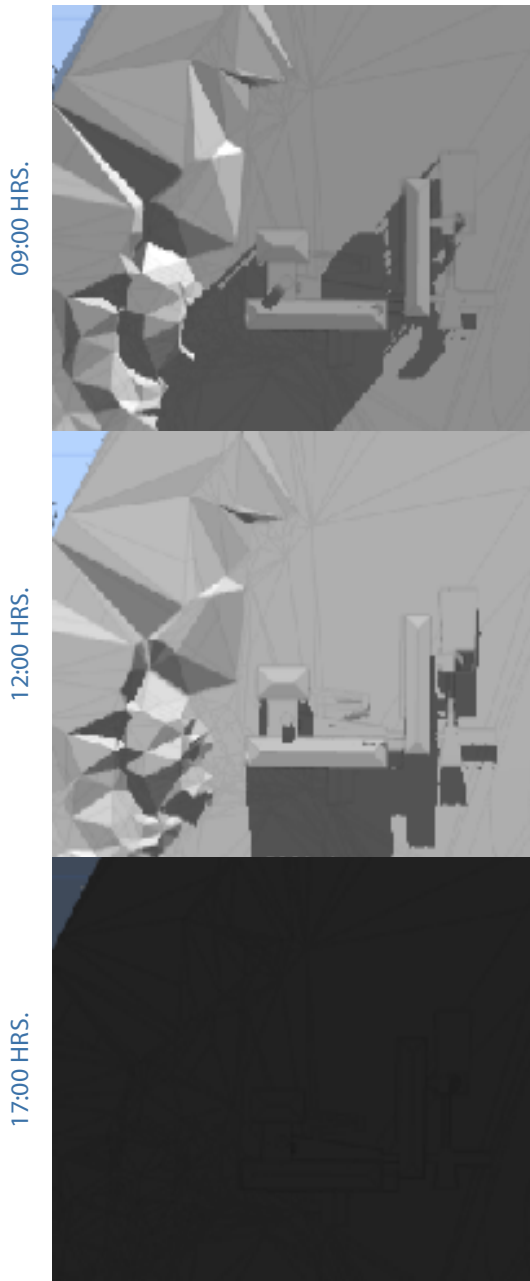
HORAS SOL: 09:58

09:00 Hrs. AZI / ALT : 41° / 20.8°

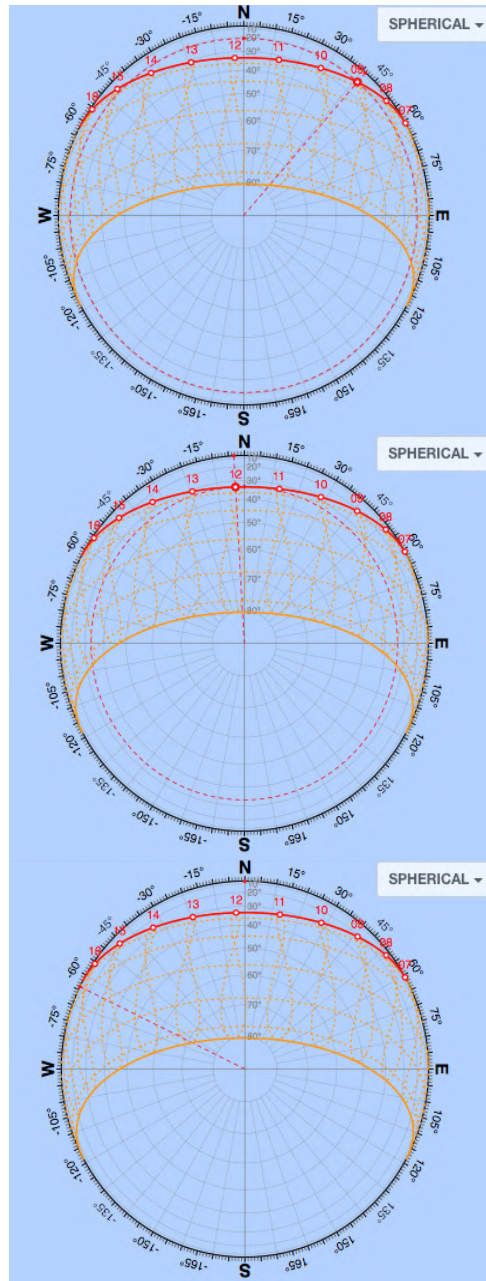
12:00 Hrs. AZI / ALT : -3.27° / 33.5°

17:00 Hrs. AZI / ALT : -63.9° / -3°

SOMBRA DEL EDIFICIO

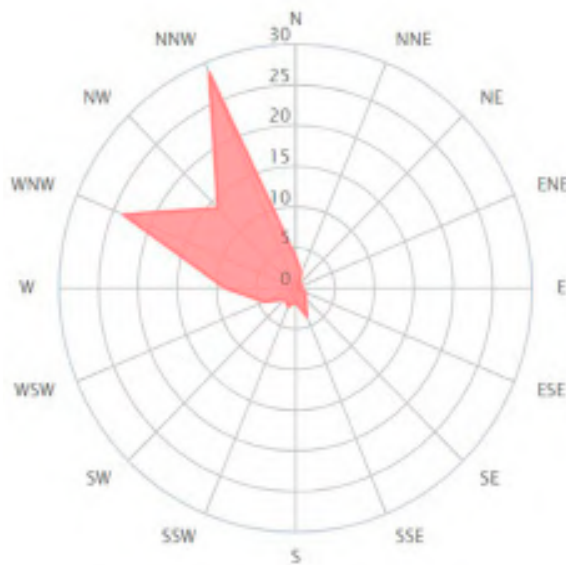


RECORRIDO SOLAR

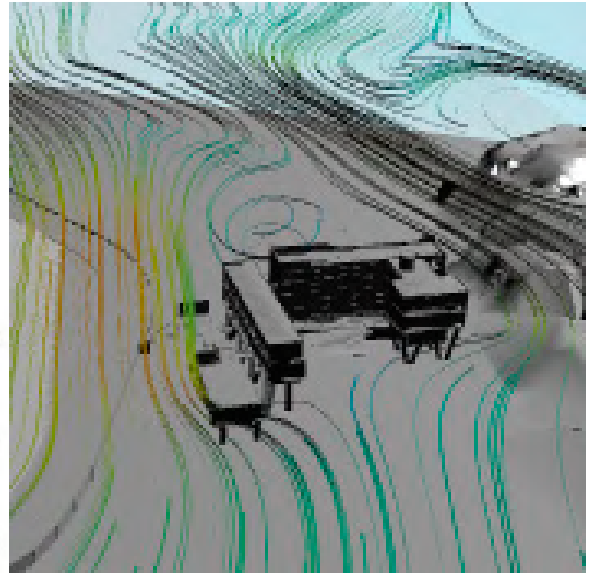


ELABORACIÓN PROPIA

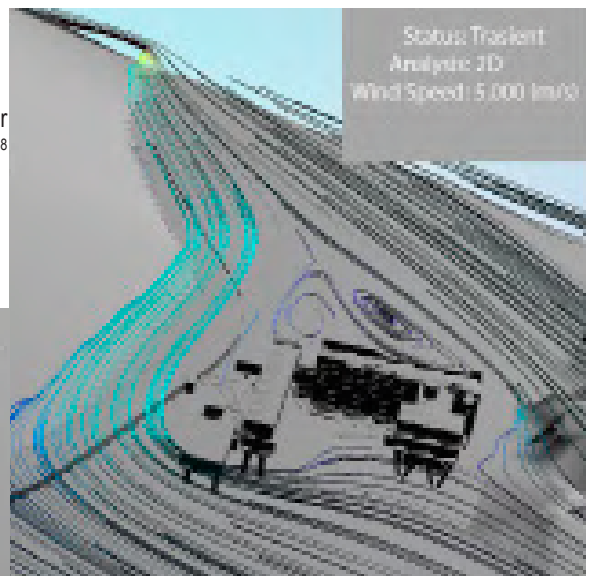
VIENTOS PREOMINANTES DURANTE EL SOLSTICIO DE VERANO



Viento predominante estación Torquemada, Viña del Mar
Fuente: Windfinder, 2018



Viento dirección Norte Modelación FlowDesign



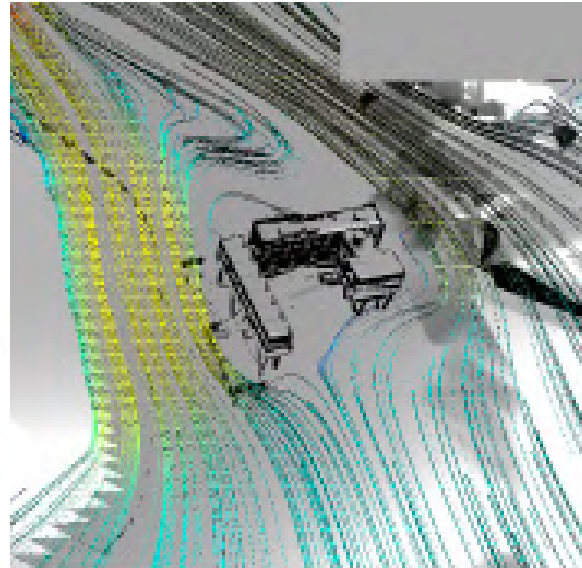
Viento dirección WNW Modelación FlowDesign

ELABORACIÓN PROPIA

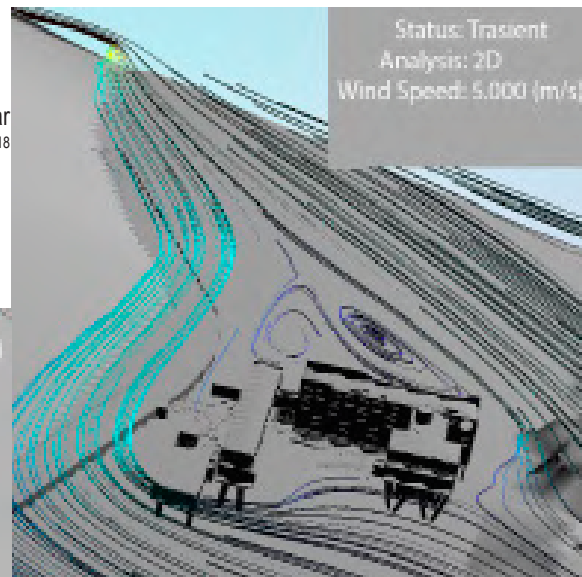
VIENTOS PREOMINANTES DURANTE EL EQUINOCCIO DE OTOÑO



Viento predominante estación Torquemada, Viña del Mar
Fuente: Windfinder, 2018



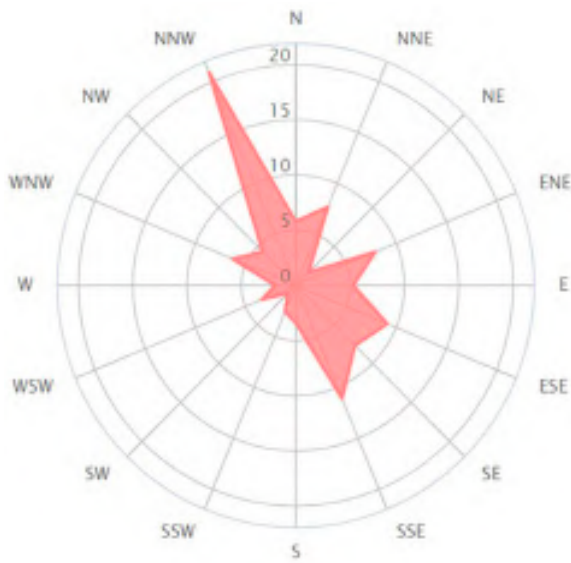
Viento dirección NNW Modelación FlowDesign



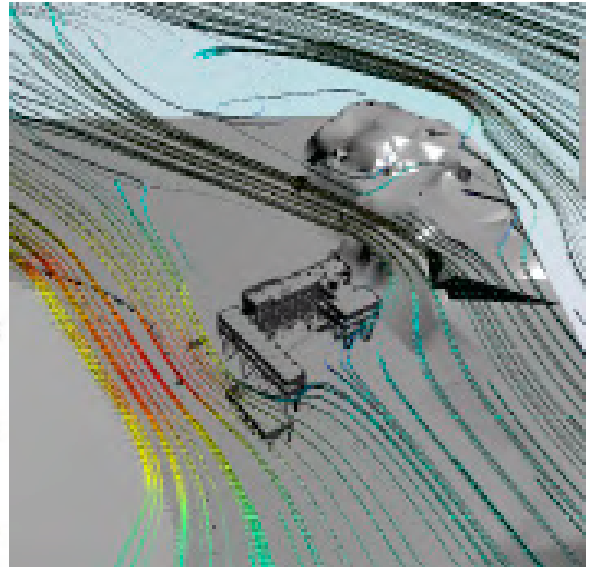
Viento dirección WNW Modelación FlowDesign

ELABORACIÓN PROPIA

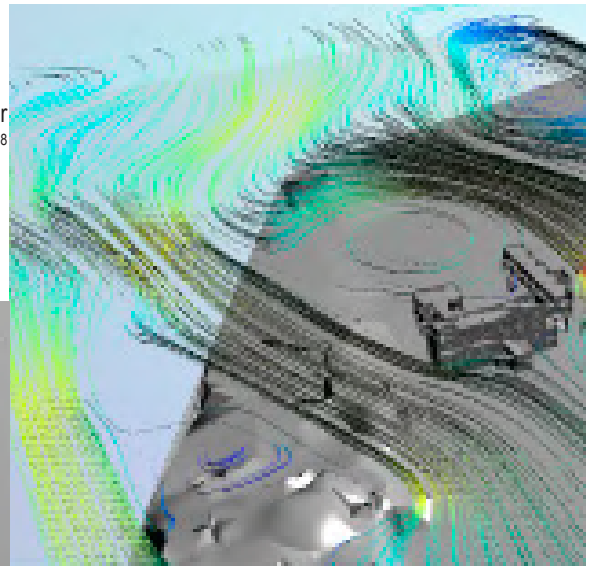
VIENTOS PREOMINANTES DURANTE EL SOLSTICIO DE INVIERNO



Viento predominante estación Torquemada, Viña del Mar
Fuente: Windfinder, 2018



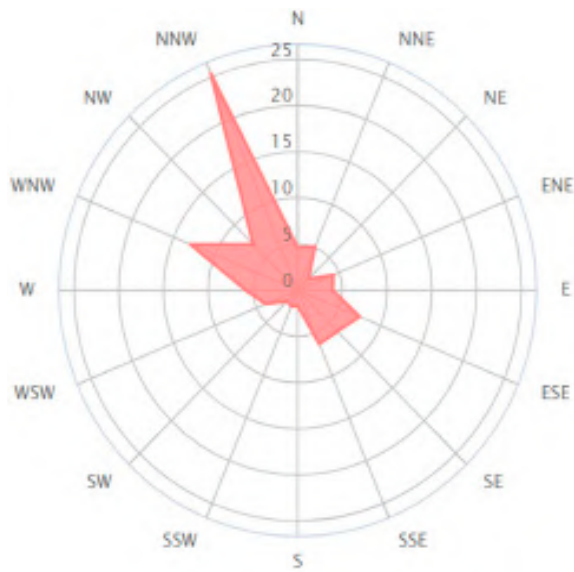
Viento dirección NNW Modelación FlowDesign



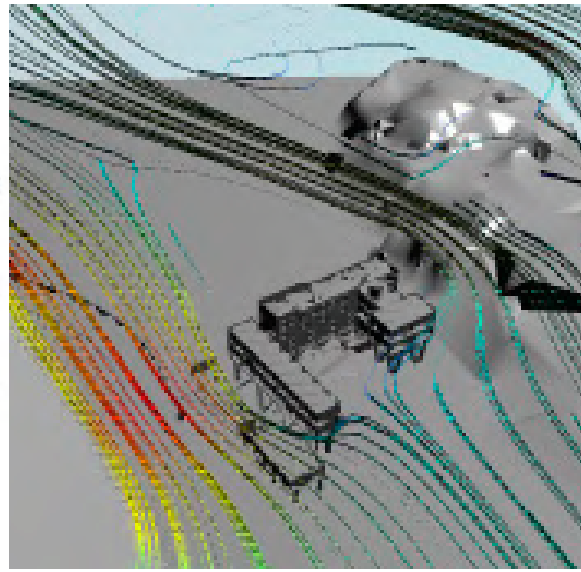
Viento dirección Sur Modelación FlowDesign

ELABORACIÓN PROPIA

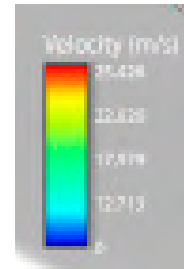
VIENTOS PREOMINANTES DURANTE EL MES DE MAYO



Viento predominante estación Torquemada, Viña del Mar
Fuente: Windfinder, 2018



Viento dirección NNW Modelación FlowDesign



DESCRIPCIÓN DE LA CAMPAÑA DE MEDICIÓN

Durante la campaña realizada entre el día jueves 10 de mayo a las 00:00 hrs. y el día jueves 24 de mayo a las 00:00 hrs. del año 2018, en la Facultad de Biología Marina se instalaron instrumentos de medición de factores higrotérmicos, iluminación y velocidad del aire en diez recintos representativos del edificio según su uso, de los cuales se grafican y analizan seis.

INSTRUMENTOS UTILIZADOS

DATALOGGER: instrumento que registra temperatura del aire (°C), humedad relativa (HR%), Punto de rocío (°C) e iluminación (Lux), esta última se midió solo en dos recintos.

TERMOCUPLA: instrumento de medición de temperatura superficial (°C) conectado al DataLogger.

TERMÓMETRO PISTOLA LASER: instrumento para realizar mediciones de temperatura puntual en superficies.

ANEMÓMETRO: instrumento de medición de la velocidad del aire, utilizado para realizar mediciones puntuales.

CÁMARA TERMOGRÁFICA: utilizada para realizar fotografías térmicas de los puntos más interesantes del edificio. Realizadas en una tarde durante las 18:00 hrs. y las 20:00 hrs. del horario de invierno (después del atardecer).

HERRAMIENTAS COMPLEMENTARIAS

CUBRE DATALOGGER: utilizado para proteger el DataLogger instalado al exterior, evitando así el registro de la acción del sol directo y la lluvia, elementos que dañan el equipo y provocan registros erróneos.

AISLACIÓN POLIESTIRENO EXPANDIDO: utilizado en la instalación de las Termocuplas para evitar registrar la temperatura del aire interior del recinto.



DATALOGGERS

N° Serie	N° DL	Nom	Nombre del Sensor	Nivel	Recinto
10798224	18	D - 1	T° / HR / Lux	3er Piso	Sala de Biblioteca
10798231	26	D - 2	T° / HR	3er Piso	Sala de Clases
10798233	29	D - 3	T° / HR	3er Piso	Laboratorio de Química
10798217	19	D - 4	T° / HR	2do Piso	Depósito de Libros
10798221	15	D - 5	T° / HR / Lux	2do Piso	Laboratorio N°16 (Sur)
10798209	17	D - 6	T° / HR	2do Piso	Sala de Computación
10798219	12	D - 7	T° / HR	1er Piso	Laboratorio Microscopía
10798234	14	D - 8	T° / HR	Planta Baja	Sala Practica Auditorio
10798210	30	D - 9	T° / HR	Planta Baja	Sala de Macroalgas
10798222	11	D - 10	T° / HR	Cubierta	Terraza

ELABORACIÓN PROPIA

TERMOCUPLAS

Nº DL	Nom. D	Nom. T	Ubicación del Sensor	Nivel	Recinto
26	D - 2	T - 1	Muro 1: Sur	3er Piso	Sala de Clases N°4
29	D - 3	T - 2	Muro 2: Norte	3er Piso	Laboratorio de Química
19	D - 4	T - 3	Muro 3 : Norte	2do Piso	Depósito de Libros
17	D - 6	T - 4	Muro 4: Oriente	2do Piso	Sala de Computación
12	D - 7	T - 5	Muro 5: Poniente	1er Piso	Laboratorio de Microscopía
14	D - 8	T - 6	Muro 6: Muro Oriente	Planta Baja	Sala Práctica Auditorio

OBJETIVO

El objetivo principal de esta campaña de medición fue analizar y registrar el comportamiento de la envolvente del edificio, la habitabilidad y el confort higrotérmico, lumínico y del aire en el edificio, de manera de obtener una base de datos sólida y completa para llegar a las recomendaciones para la rehabilitación de la Facultad de Biología Marina, en caso de ser necesario. Además de manera paralela se realizó una encuesta entre los ocupantes del edificio para obtener información complementaria del uso y confort según su perspectiva.

También con este estudio se busca encontrar una relación entre las patologías presentes en el edificio y los factores climáticos a los que está afectado.

A continuación, se darán a conocer los datos obtenidos y su correspondiente análisis según recinto estudiado.

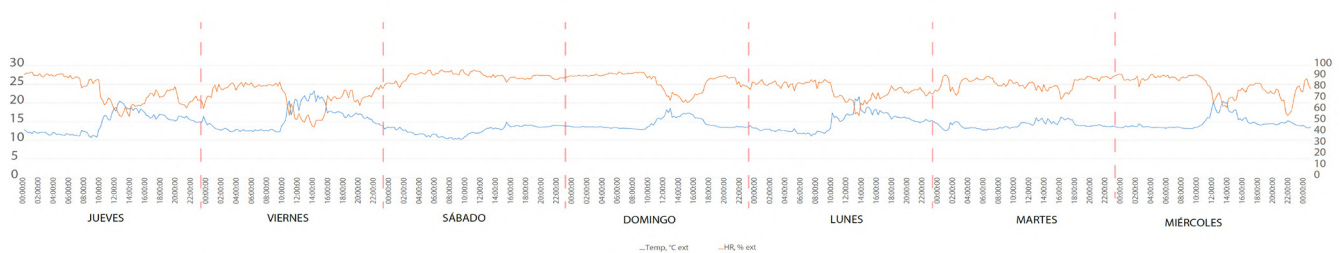
MEDICIONES EXTERIORES

La campaña de medición se realizó durante otoño, específicamente en el mes de mayo, el cual según el registro histórico posee una temperatura media de 13,2 °C, media máxima de 17,3 °C y media mínima de 9,1 °C. Estos datos fueron bastante cercanos a los datos obtenidos en el sitio, exceptuando los días jueves 10/05 (21°C) a las 13:00 hrs., viernes 11/05 (23°C) a las 14:00 hrs. y sábado 19/05 (23°C) a las 12:00 hrs., que presentaron temperaturas máximas sobre los 20°C. Las temperaturas máximas más bajas de la campaña se presentaron el día lunes 14/05 (12°C) a las 08:00 hrs. y el domingo 20/05 (11°C) a las 07:00 hrs.

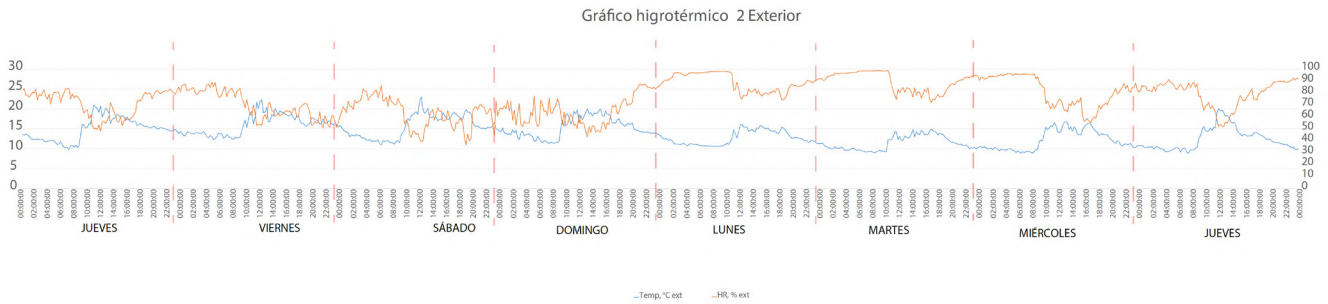
El clima presente en caso de estudio, Csb - Oceánico Mediterráneo (con veranos suaves) según la zonificación de Köppen y según la zonificación de la normativa chilena NCh 1079 Of.2008 es la zona 4 CL, Central Litoral, el cual se caracteriza por presentar una humedad relativa por sobre el 65% todo el año. Y en específico durante el mes de mayo, históricamente la humedad relativa media es 79%, la media máxima es 88% y la media mínima 69%

GRÁFICO HIGROTÉRMICO EXTERIOR

Gráfico higrotérmico 1 Exterior



ELABORACIÓN PROPIA



ELABORACIÓN PROPIA

En los gráficos higrotérmicos del instrumento instalado en el exterior, precisamente en la techumbre del volumen poniente del edificio, se observa que las temperaturas durante la campaña de medición fueron mayoritariamente bajo el rango de confort térmico establecido, 20°C – 25°C, y las oscilaciones térmicas llegaron hasta los 13°C, los días jueves 10/05 y viernes 11/05.

Según los datos registrados, la temperatura exterior comenzó a aumentar desde las 10:00 de la mañana aproximadamente, para luego alcanzar valores sobre los 15 °C. Los días jueves 10/05, viernes 11/05, lunes 14/05, jueves 17/05 y viernes 18/05 fueron los que presentaron mayor oscilación térmica, por lo tanto, serán crucial al momento de analizar qué es lo que sucede dentro de los recintos del edificio.

En tanto la humedad relativa promedio fue de 78.6%, por lo que el edificio estuvo constantemente afectado por una humedad sobre el nivel de confort, el cual se estableció entre 30% y 70%. Los días que presentaron mayor porcentaje de humedad durante el día y por sobre el 70% fueron el sábado 12/05, domingo 13/05, martes 15/05, lunes 21/05 y martes 22/05. No se presentaron humedades bajo el confort debido al clima y la ubicación geográfica.

CALENDARIO TEMPERATURAS Y CONDICIONES CLIMÁTICAS

En la presente tabla se observa la información climática de los días en que se realizó la campaña de medición, ya que se deben considerar las diferentes condiciones que se obtienen en días despejados

JU. 10/05 Temp. real 21° /8° Cielo parcial a despejado Media histórica 18°/10°	VI. 11/05 Temp. real 23° /10° Cielo despejado Media histórica 18°/10°	SÁ. 12/05 Temp. real 14° /14° Nubosidad Media histórica 17°/10°	DO. 13/05 Temp. real 16° /11° Alta nubosidad a parcial Media histórica 17°/10°	LU. 14/05 Temp. real 12° /12° Nubosidad Media histórica 17°/10°	MA. 15/05 Temp. real 16° /11° Nubosidad Media histórica 17°/10°	MI. 16/05 Temp. real 19° /10° Nubosidad parcial Media histórica 17°/10°	JU. 17/05 Temp. real 19° /6° Cielo parcial Media histórica 17°/10°
VI. 18/05 Temp. real 14° /12° Cielo parcial a despejado Media histórica 17°/10°	SÁ. 19/05 Temp. real 23° /11° Cielo parcial Media histórica 17°/10°	DO. 20/05 Temp. real 11° /11° Cielo parcial Media histórica 17°/10°	LU. 21/05 Temp. real 17° /6° Nubosidad parcial a despejado Media histórica 17°/10°	MA. 22/05 Temp. real 15° /6° Nubosidad parcial a despejado Media histórica 17°/10°	MI. 23/05 Temp. real 15° /6° Cielo parcial a despejado Media histórica 17°/10°	JU. 24/05 Temp. real 17° /5° Cielo despejado Media histórica 17°/10°	

Fuente: Pronóstico del tiempo CHV, Windfinder, Accuweather. Valparaiso mayo, 2018.

y nublados, que influyen en la humedad y temperatura.

OBJETIVO

El objetivo principal de esta campaña de medición fue analizar y registrar el comportamiento de la envolvente del edificio, la habitabilidad y el confort higrotérmico, lumínico y del aire en el edificio, de manera de obtener una base de datos sólida y completa para llegar a las recomendaciones para la rehabilitación de la Facultad de Biología Marina, en caso de ser necesario. Además de manera paralela se realizó una encuesta entre los ocupantes del edificio para obtener información complementaria del uso y confort según su perspectiva.

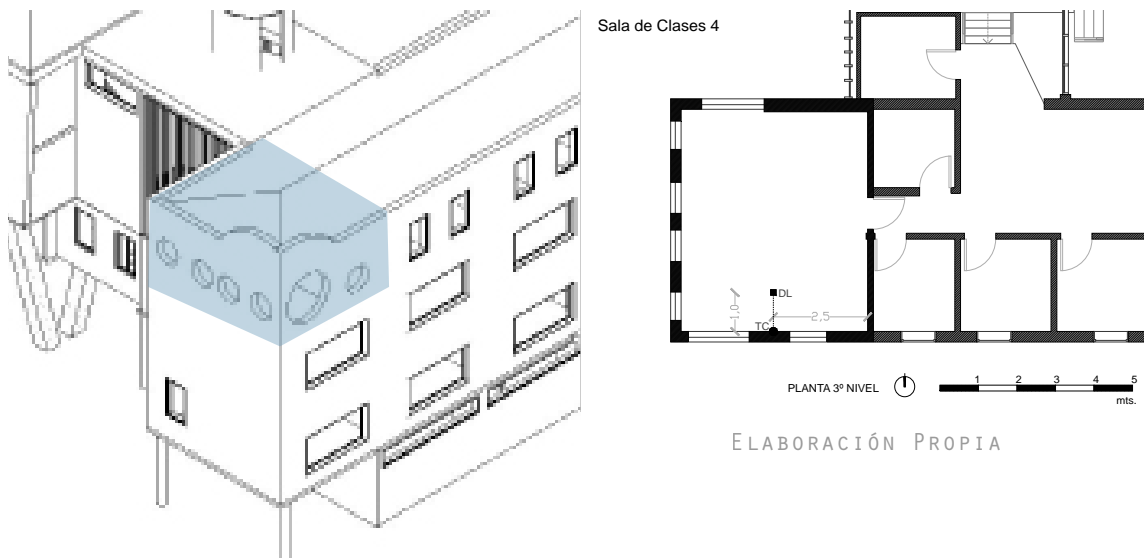
También con este estudio se busca encontrar una relación entre las patologías presentes en el edificio y los factores climáticos a los que está afectado.

A continuación, se darán a conocer los datos obtenidos y su correspondiente análisis según recinto

MEDICIONES SALA DE CLASES N°4

Recinto ubicado en el tercer nivel del volumen sur del edificio de la Facultad de Biología Marina, este recinto es una ampliación de tabiquería liviana de madera revestida con fibrocemento y aislación de lana de vidrio en sus muros, la techumbre está compuesta por cerchas metálicas y cielo americano. Esta ampliación fue realizada en el año 1990 y no corresponde a los volúmenes proyectados en un principio, ya que el tercer nivel de este volumen estaba destinado para una terraza ajardinada, como se observa en el punto transformaciones.

UBICACIÓN INSTRUMENTOS



En este recinto se realizó la medición de temperatura del aire interior (°C), humedad relativa (HR%) y punto de rocío (°C) con un DataLogger instalado colgando en la parte trasera de la sala, la temperatura superficial (°C) se registró con una Termocupla instalada en la parte superior del muro sur.

A demás se tomaron mediciones puntuales con los siguientes resultados.

TABLA MEDICIONES PUNTUALES SALA N° 4

Hora	Ubicación de la muestra	Temperatura °C	Nivel	Interior/Exterior
12:22	Muro Sur	17.3	3er Piso	Interior
Medio día	Muro Norte	14.3		Interior
	Muro Poniente	14.5		Interior
	Muro Oriente	14.7		Interior
	cielo	15.1		Interior
	Suelo	-		Interior
	T°	24.1		Interior

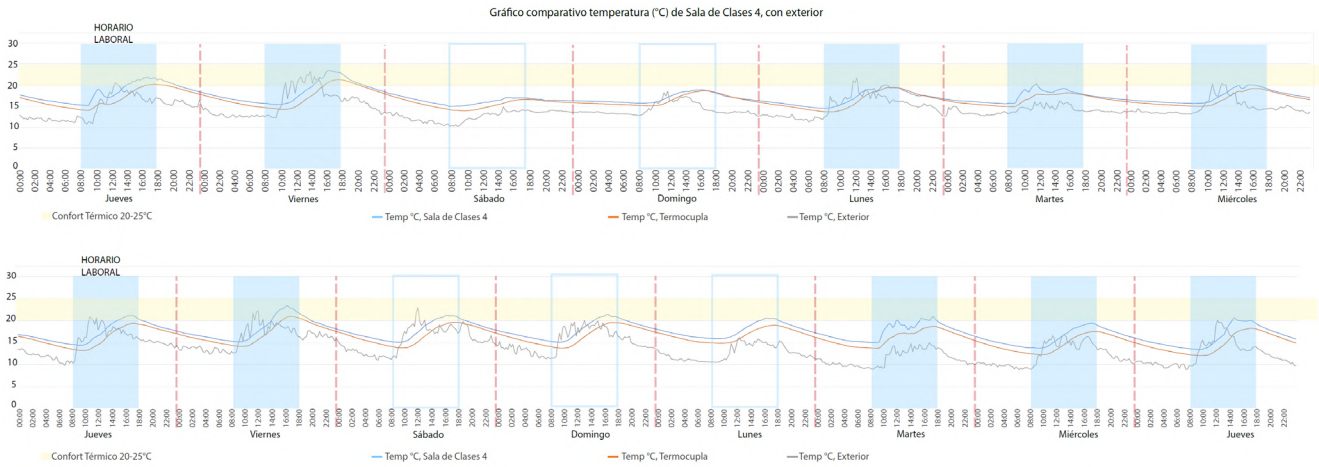
hora	TIPO DE MUESTRA	%
12:22	Humedad relativa	53.1

El comportamiento de la envolvente según la temperatura superficial de los muros fue muy uniforme entre el muro norte, muro poniente y muro oriente con variaciones muy poco significativas entre uno y otro, menos el muro sur el cual tiene una diferencia de tres grados más en comparación de los demás muros de la envolvente, este fenómeno (por ser un muro sur, en el hemisferio sur) es muy poco usual y si constituye en una particularidad interesante a la hora de analizar. Después de analizar distintos factores que afectan la Sala N° 4 se llegó a la conclusión de que el fenómeno, de aumento de temperatura de muro sur, puede estar dado por tres factores.

- 1.- reflejo del mar en el último nivel del edificio que por la posición solar a la hora de la toma de muestras (12:22 de la tarde) tiene un ángulo propicio para causa este fenómeno de reflexión
- 2.- el reflejo de la primera ventana (dirección sur-norte) que se refleja completa en el muro sur, además de la ventana norte que está en frente.

3.- la existencia de una ventana de grandes proporciones en el muro en cuestión, aumentando la superficie vidriada, disminuyendo así la inercia térmica del muro.

GRÁFICOS DE TEMPERATURAS

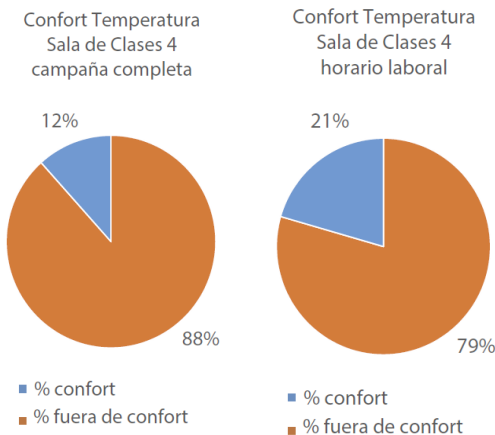


En cuanto a los gráficos de temperatura interior, superficial y exterior de la Sala N°4 podemos afirmar que, durante el horario laboral (08:00 hrs.-18:00 hrs.) se registraron temperaturas por debajo del rango de temperatura de confort (20°C-25°C) situación que se da de forma similar a lo largo de toda la campaña de medición, solo con algunas excepciones, las cuales son el día jueves 10/05, viernes 11/05, jueves 17/05, viernes 18/05, jueves 24/05 y en menor medida el día martes 22/05. Las alzas de temperatura son en los mismos días y a las mismas horas del día, esto va en concordancia con los horarios de ocupación, en donde un gran número de persona ingresa al recinto y comienza un alza de temperatura importante hasta llegar a una temperatura de confort, situación que no se evidencio de la misma forma en el resto de días con horario laboral, distinto a lo que ocurre los días de descanso como fines de semana y feriado, en que las temperaturas no alcanzaron ni siquiera la mínima de confort, lo que nos habla de que las ganancias internas de este recinto son cruciales a la hora de estar en confort térmico.

También se observa que existe un retardo en el aumento de las temperaturas interiores (aire y superficial) con respecto al alza de la temperatura exterior, en el grafico las curvas presentan una separación considerable, lo que nos habla de una inercia térmica de la envolvente.

Con respecto a las temperaturas exteriores, y como se explicó anteriormente, las pequeñas alzas y bajas se debe a la presencia de nubosidad, alta humedad, etc.

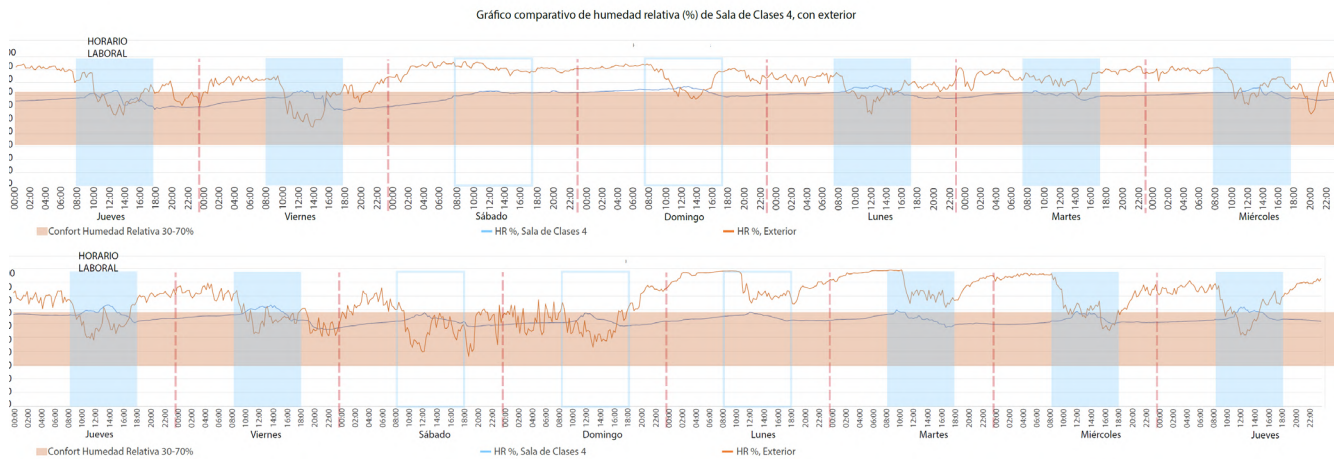
GRÁFICO DE CONFORT TÉRMICO



Con los datos obtenidos de la campaña se realizaron gráficos de confort térmico y de humedad considerando la campaña completa y otro considerando solo el horario laboral. De esto se puede rescatar que solo un 21% del tiempo (horario laboral) se logró el confort térmico al interior del recinto esto se relaciona con que durante la mitad de la jornada de los días jueves y viernes (cinco días) de la campaña este recinto se encuentra en uso y con ganancias internas.

ELABORACIÓN PROPIA

GRÁFICO DE HUMEDAD

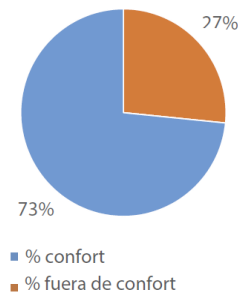


La humedad relativa registrada durante el periodo de la campaña, en el exterior se mantuvo constante en un rango elevado durante todo el periodo (un rango entre 70%-90%) solo en días puntuales se mantuvo bajo el 70%, lo que se entiende por su ubicación geográfica y su condición de bode costero, como antes fue explicado, además de la presencia de nubosidad.

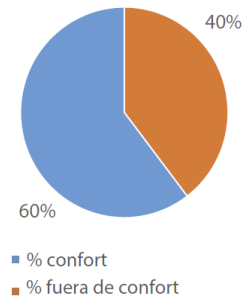
En lo que respecta a la humedad relativa interior, esta se mantuvo gran parte del tiempo en el rango de confort establecido, además tuvo una lógica similar a la de la temperatura, ya que los días jueves 10/05, viernes 11/05, jueves 17/05, viernes 18/05, jueves 24/05 y en menor medida el día martes 22/05, la humedad relativa experimentó un alza en sus porcentajes al momento que aumentaba la cantidad de personas en su interior, si bien aumenta la temperatura por ganancias internas, la humedad relativa no disminuye, esto se explica por la gran cantidad de vapor de agua que se produjo en el interior por parte de las personas, además de la poca ventilación (este fenómeno se evidencia en las pequeñas fluctuaciones, lo que habla solo de pequeñas ventilaciones por aperturas de ventanas). Esto provocó un aumento en el porcentaje de humedad relativa que causaron que el porcentaje se escapara del confort de humedad.

GRÁFICO CONFORT HUMEDAD

Confort Humedad Relativa Sala de Clases 4 campaña completa



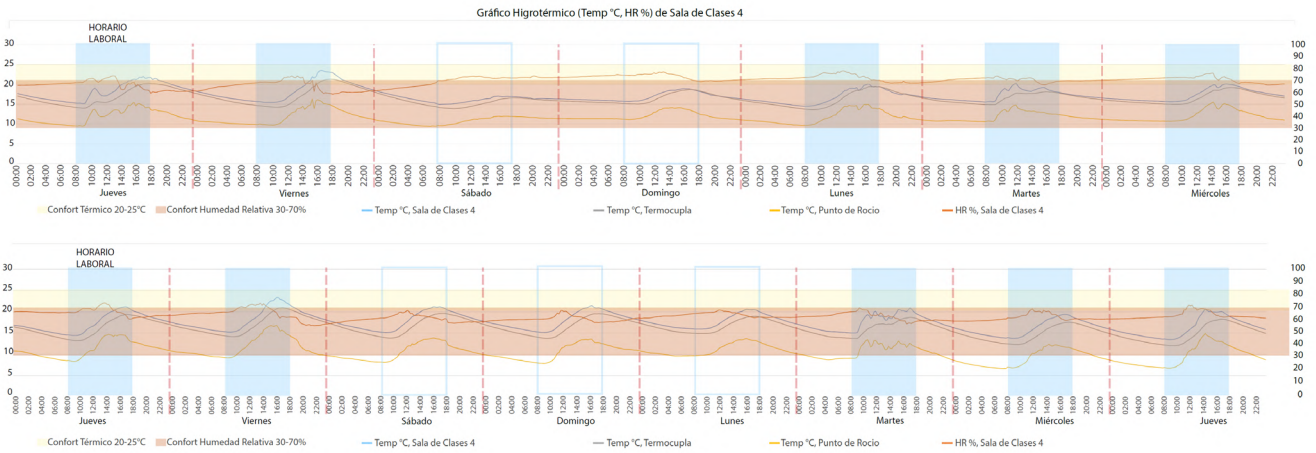
Confort Humedad Relativa Sala de Clases 4 horario laboral



La humedad relativa registrada durante el periodo de la campaña, en el exterior se mantuvo constante. Con respecto al confort de humedad durante el horario laboral al interior de la Sala N°4, un 60% del tiempo de horario laboral está en confort opuesto al 40% que está fuera del confort, situación similar se dio en la interpretación de los datos de los gráficos, que en la mayoría del tiempo la línea de humedad relativa interior en horario laboral, se encontraba dentro del rango de confort de humedad establecido.

ELABORACIÓN PROPIA

GRÁFICO HIGROTÉRMICO



En cuanto al confort higrotérmico las fluctuaciones más considerables de las variables analizadas es la misma que se consideró en los análisis anteriores.

Los días laborales antes identificados comienza con uniformidad de todas a las variables analizadas hasta alrededor de las 09:00 hrs. -10:00 hrs. cuando comienza un alza considerable en todas las variables, debido al ingreso de muchas personas al recinto y alza de temperatura exterior, lo que se ve muy reflejado en la temperatura interior del recinto (curva azul), luego del alza de la temperatura comienza la baja de humedad relativa (aumento de temperatura del aire) y además la baja del punto de rocío por la ventilación del recinto o la desocupación del mismo, por termino de clases. Después de estas fluctuaciones comienza el aumento sostenido de la temperatura superficial del muro y de la temperatura propia del recinto, producto de la acumulación de calor por la convección exterior e interior y radiación solar (flujo de calor), donde comienza a manifestarse la inercia térmica de la estructura de la sala. Las condiciones son similares para todos los días de clases antes individualizados.

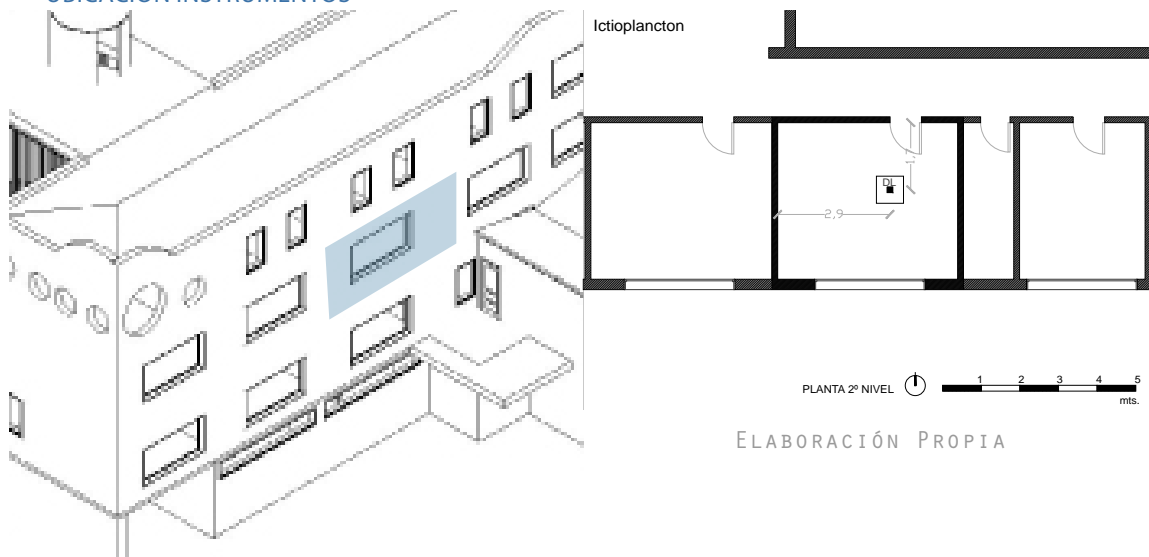
El resto de los días no existen variaciones muy considerables, las variables tienen un comportamiento constante, salvo la temperatura (interiores y exteriores) que por usos irregulares o variables del exterior experimentan alzas y bajas.

La envolvente no presenta intersecciones entre el punto de rocío y la temperatura superficial del muro, por lo tanto, no existen condensación en la envolvente.

MEDICIONES LABORATORIO 16 (ICTIPLANCTON)

Este recinto es parte de la primera etapa de construcción del edificio, por lo tanto, se encuentra en el volumen sur. Se ubica en el segundo piso, orientado hacia el sur. Posee la particularidad de que, hacia el norte del recinto, se encuentra el pasillo-galería, el cual genera una masa de aire que se esperaba le entregue más temperatura al muro. El muro oriente y poniente colindan con oficinas que poseen las mismas características que el recinto, y finalmente el muro sur, da hacia la intemperie. El único vano vidriado que tiene es una gran ventana fija con marco de madera en el muro sur, por lo que la ventilación se logra mediante unos orificios que se encuentran sobre el dintel, pero esta ventanilla fue cerrada.

UBICACIÓN INSTRUMENTOS



Al interior del laboratorio se realizó la medición de temperatura del aire interior ($^{\circ}\text{C}$), humedad relativa (HR%), punto de rocío ($^{\circ}\text{C}$) e iluminancia (Lux) con un DataLogger instalado sobre una mesa al centro del recinto.

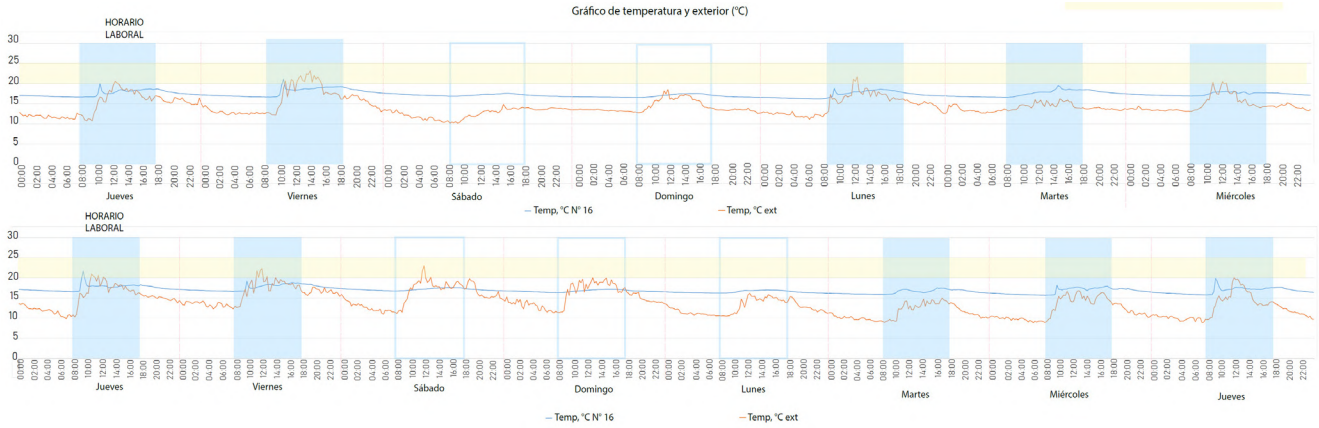
A demás se tomaron mediciones puntuales con los siguientes resultados.

TABLA MEDICIONES PUNTUALES LABORATORIO 16

Hora	Ubicación de la Muestra	T° / HR	Nivel	Interior/Exterior
12:52	Muro Oriente	16,10 $^{\circ}\text{C}$	2do piso	Interior
	Muro Sur	16,7 $^{\circ}\text{C}$		Interior
	Muro Norte	16,10 $^{\circ}\text{C}$		Interior
	Muro Poniente	17,1 $^{\circ}\text{C}$		Interior
	Cielo	18 $^{\circ}\text{C}$		Interior
	HR	59,8 %		Interior
	T° ambiente	24,3 $^{\circ}\text{C}$		Interior

En las mediciones puntuales se obtuvo una temperatura del aire de 24,3 $^{\circ}\text{C}$, la cual es considerablemente mayor a la de los muros del recinto que no sobrepasaban los 17,1 $^{\circ}\text{C}$. Esto se debe a que posiblemente la temperatura exterior en lo que llevaba de día fue muy baja, por lo que los muros no alcanzaron una temperatura de confort. Debido a esto, los usuarios se vieron en la necesidad de utilizar calefacción particular (calefactor eléctrico) para que el recinto tuviese una condición ambiental adecuada para su uso.

GRÁFICO DE TEMPERATURAS

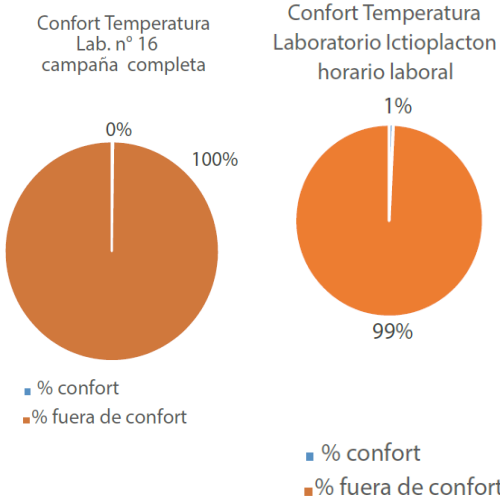


Las temperaturas registradas en este recinto fueron bastante homogéneas durante la campaña, mostrándose la mayor cantidad del tiempo bajo el rango de confort térmico establecido, exceptuando en dos instancias, el día viernes 11/05 (21°C) a las 10:30 hrs. y el día jueves 17/05 (22°C) a las 10:00 hrs. La temperatura más baja registrada fue el día miércoles 23/05 (15,5°C) entre las 06:00 hrs. y las 09:00 hrs., la cual no alcanzó a ser percibida por los usuarios, ya que la jornada laboral comienza a las 08:00 hrs. y ya estaba aumentando.

Según las curvas graficadas por los datos de la temperatura interior del aire en el recinto y la temperatura exterior, pareciera que el interior no se ve afectado por el exterior. Como se explicó antes, es bastante homogéneo el comportamiento de la temperatura, y no hay una correlación entre las variaciones interiores y las exteriores. Incluso podemos observar los días de fines de semana, no existe uso del recinto, la temperatura interior siempre es la misma. Esto se debe probablemente a que el recinto no posee aberturas hacia el norte, por lo tanto, no posee la influencia de la luz solar directa y la galería que presenta en su muro norte lo aísla del exterior.

Por lo anterior, el aumento de temperatura que se dan en el recinto se deben al uso de calefacción, la cual se comienza a utilizar alrededor de las 09:00 de la mañana, luego de que los hacen ingreso al laboratorio, y esta se mantiene encendida por aproximadamente una hora, y luego que se apaga, rápidamente la temperatura interior vuelve al promedio de 17°C.

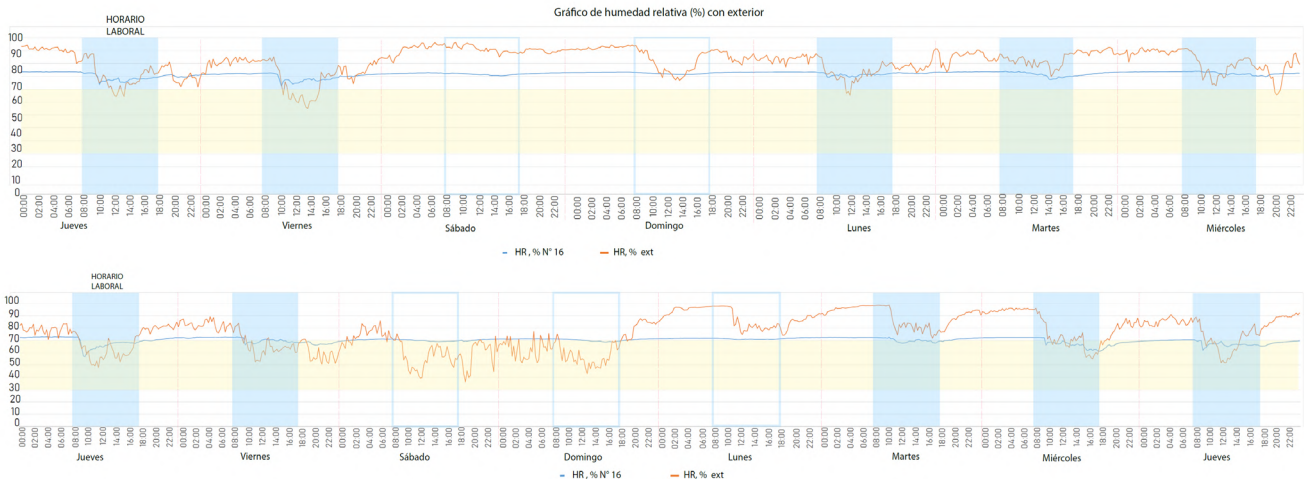
GRÁFICO DE CONFORT TÉRMICO



Durante la campaña de medición no se logró estar en el rango de confort térmico, como se observa en los gráficos anteriores la mayoría del tiempo se encontró bajo este rango. En cuanto al gráfico de confort térmico durante el horario laboral se obtuvo que solo un 1% del tiempo se logró el confort térmico establecido.

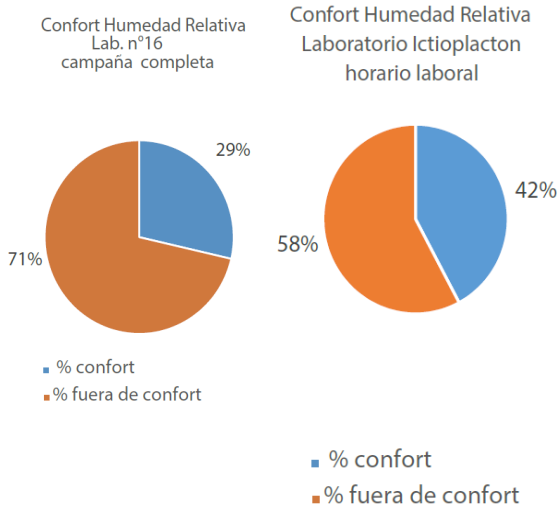
ELABORACIÓN PROPIA

GRÁFICO DE HUMEDAD



Cómo se mostró anteriormente el rango de confort de humedad que se estableció es entre el 30% y 70% (franja anaranjada), por lo que podemos observar que gran parte del tiempo el recinto se encuentra sobre el rango de confort de humedad. En general, el porcentaje de humedad relativa fluctúa entre el 55% y el 80%, produciéndose los momentos de mayor humedad durante la noche, desde las 20:00 hrs. hasta la mañana siguiente, aproximadamente las 10:00 hrs., luego de que inicia la actividad laboral. Al igual que la temperatura, en este recinto la humedad se mantiene bastante homogénea, produciéndose cambios considerables cuando se enciende la calefacción. Por otro lado, existe una falta de renovación de aire, lo que propicia que la humedad se mantenga al interior del recinto. Como se mencionó al principio, este recinto posee una ventana fija y la ventanilla con orificios sobre el dintel se encuentra tapada, además dado que las temperaturas son demasiado bajas para el uso a su interior, el recinto mantiene su única puerta constantemente cerrada. Pero, por otro lado, podemos apreciar que existen momentos en que hay una equiparación entre la humedad relativa exterior y la del recinto, el jueves 10/05 a las 09:30 hrs. y el jueves 17/05 a las 10:00 hrs. la cual puede deberse a una puerta que se mantuvo abierta durante ese periodo.

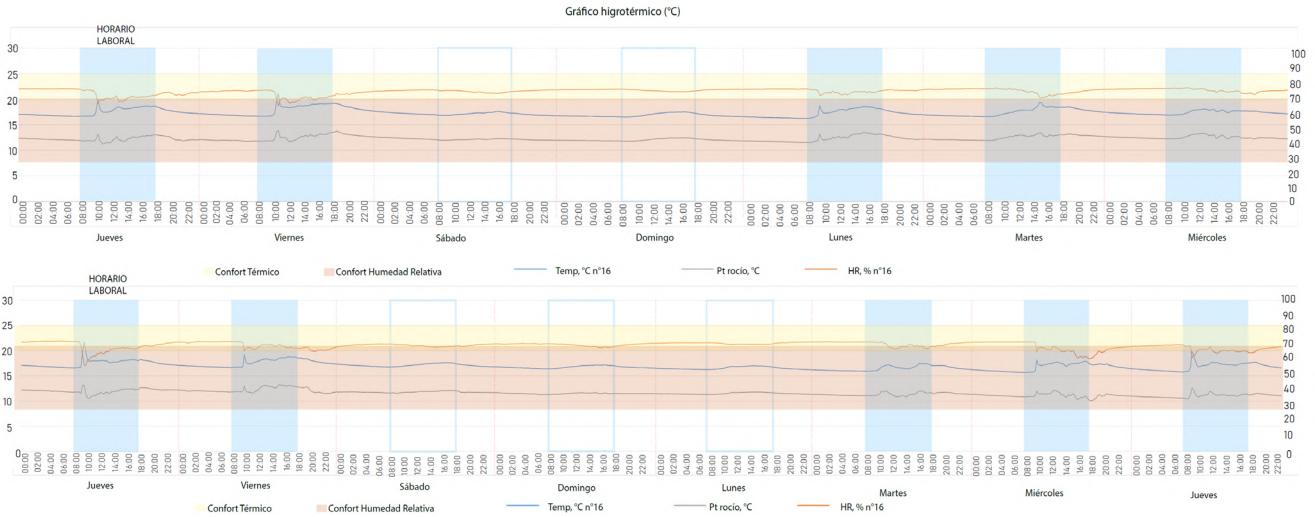
GRÁFICO DE CONFORT DE HUMEDAD



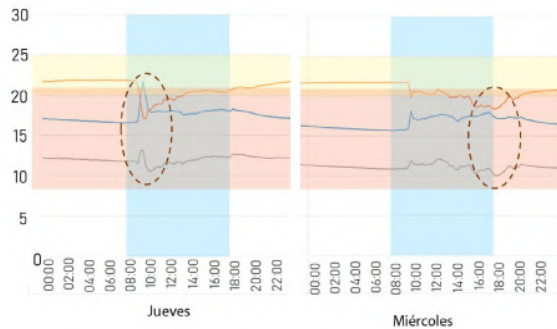
Podemos afirmar que el recinto la mayoría del tiempo se encuentra fuera del rango de confort de humedad relativa (71% del tiempo), pero al observar el gráfico de confort de humedad durante el horario laboral, este valor disminuye en un 13%. Si se regula la humedad relativa, mediante la ventilación o extracción de aire, es decir mediante operaciones mecánicas, solamente en horario laboral, podría generarse un cambio considerable.

ELABORACIÓN PROPIA

GRÁFICO HIGROTÉRMICO

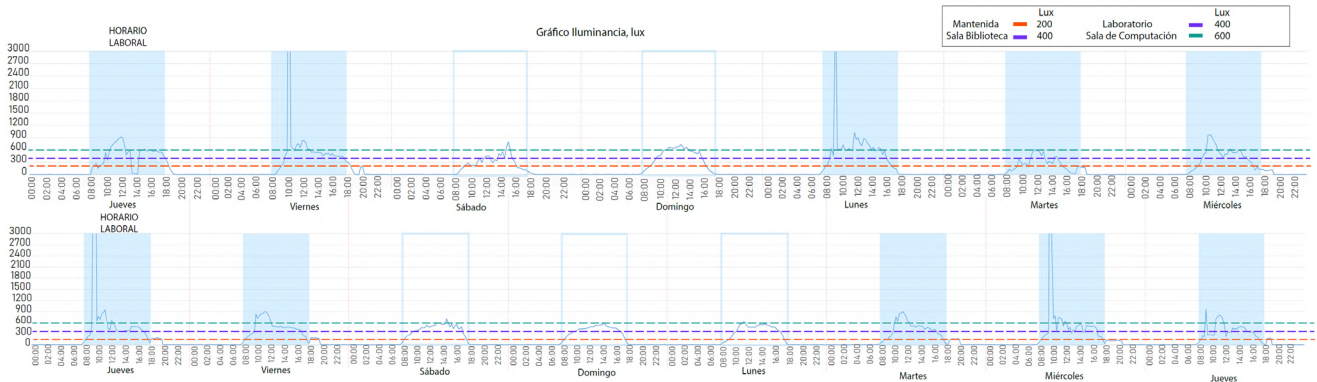


En el gráfico higrómetro podemos observar claramente la correlación entre temperatura y humedad relativa, en donde son inversamente proporcionales, siendo los días de mayor variación el viernes 11/05 a las 10:00 hrs. y jueves 17/05 a las 10:00 hrs., situación causada por el uso de la calefacción. En este recinto no se midió la temperatura superficial, por lo tanto, no se puede determinar si realmente existe condensación o no, pero la temperatura ambiental y el punto de rocío presentan una distancia de 5°C que se mantiene durante toda la campaña, exceptuando por el día jueves 17/05 a las 10:30 hrs. y el día miércoles 23/05 18:00 hrs. como se observa en el acercamiento al gráfico, donde el punto de rocío y la humedad relativa disminuyen, y la temperatura aumenta o se mantiene constante. Esto se debe a que hubo un pequeño recambio de aire, una ventilación, que, en este caso, se debería a la apertura de la puerta del recinto en un periodo de una hora.



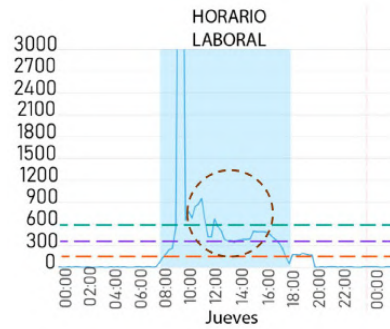
ELABORACIÓN PROPIA

GRÁFICO ILUMINANCIA



Existen diferentes requerimientos de iluminancia según la actividad que se realice en el recinto, en este caso, como es un laboratorio, la cantidad de lux mínimos necesarios es de 400 lux, por lo tanto, podríamos decir que la mayor parte del tiempo cumple con el requerimiento. Desde las 08:00 hrs. comienza a aumentar la cantidad de lux, asociada a la salida del sol, a pesar de que es una iluminación indirecta debido a su orientación (sur), existe un efecto de luz difusa. A esto se le suma

el efecto de la luz artificial, la cual ayuda a mantener la iluminancia sobre el rango necesario, como se observa el día jueves 17/05 a las 12:00 hrs., al apagar la luz, esta disminuye incluso bordeando los 400 lux. Se puede apreciar actividad luego de las 18:00 hrs. mantenida con luz artificial.



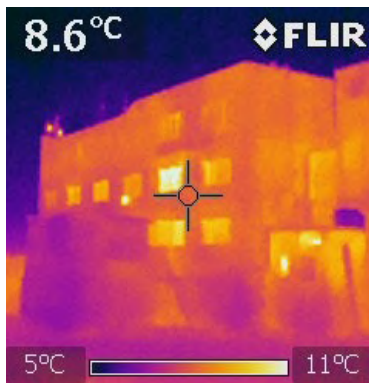
ELABORACIÓN PROPIA

RÉGIMEN DE USO

El laboratorio es utilizado constantemente por 5 estudiantes, quienes realizan investigaciones científicas. Según la encuesta realizada, el régimen de uso del laboratorio es normalmente de lunes a viernes e incluso algunos sábados del mes, y se utiliza durante todo el día y la permanencia es de 8 o más horas al día. Cómo se vio reflejado en el gráfico de temperatura con los golpes de calor estos se deben a la utilización de una estufa eléctrica que prenden al comienzo del día.

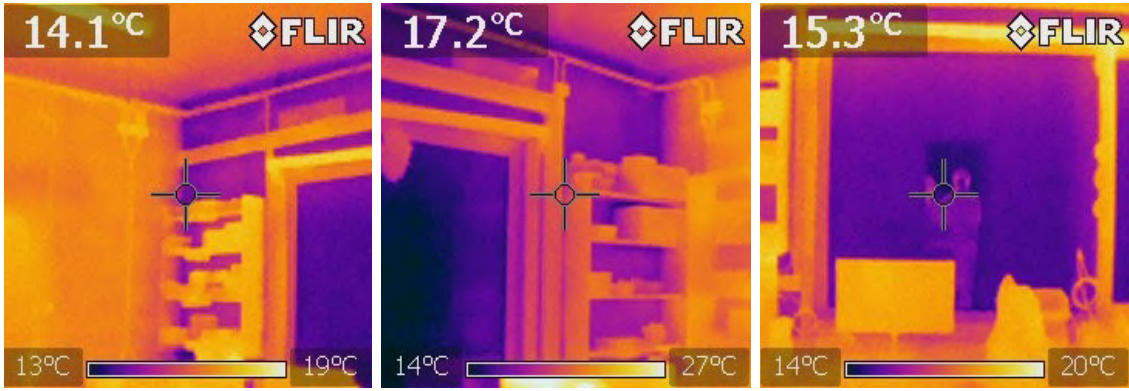
A diferencia de los otros laboratorios medidos, este es el único que se usa por más de 2 horas y presenta condiciones de confort muy bajas.

FOTOGRAFÍAS TÉRMICAS EXTERIOR



Vista exterior del volumen sur en su fachada sur: En esta imagen se puede evidenciar que, debido a la materialidad de este volumen, hormigón y albañilería, la fachada libera el calor que recibió en el día, el cual no alcanza a ser lo suficiente para mantener los recintos en temperatura de confort y que posee una inercia térmica que, debido a sus bajas temperaturas no alcanza a ser percibida y se mantiene homogénea.

FOTOGRAFÍAS TÉRMICAS INTERIOR



ELABORACIÓN PROPIA. COLECCIÓN DE AUTORES

Interior laboratorio N°16 (Ictioplancton): Se puede observar que el muro sur se encuentra con una baja temperatura (14,1 °C y 17,2°C), debajo de los rangos de confort térmico, debido a lo explicado anteriormente. Además, se puede apreciar que en las uniones del muro (cielo y muros perpendiculares) existe una menor inercia térmica, y por lo tanto actúan como puentes térmicos, al igual que la ventana, la cual posee la menor temperatura, exceptuando los marcos de madera que estarían cercanos a los 17°C.

FOTOGRAFÍAS TÉRMICAS INTERIOR Y PASILLO





Cuando fueron captadas las fotografías termográfica se encontraba encendida la calefacción al interior del recinto. Cercano al usuario, la temperatura llega a 26°C por lo que esa persona se encuentra con un ambiente confortable térmicamente, no se siente fuera de confort térmico.

Por otro lado, podemos apreciar la diferencia entre el calefactor y el muro poniente, el cual está perdiendo calor hacia su extremo sur, pero al norte aumenta en casi 3°C su temperatura. Esto se debe a que está en contacto con el muro norte, el cual recibe más radiación durante el día debido al pasillo galería que se encuentra delante de él. En este, las ventanas se encuentran con pérdidas de calor y también la pasarela vidriada que une ambos volúmenes, dado a que el vidrio que poseen es monolítico simple.

PATOLOGÍAS

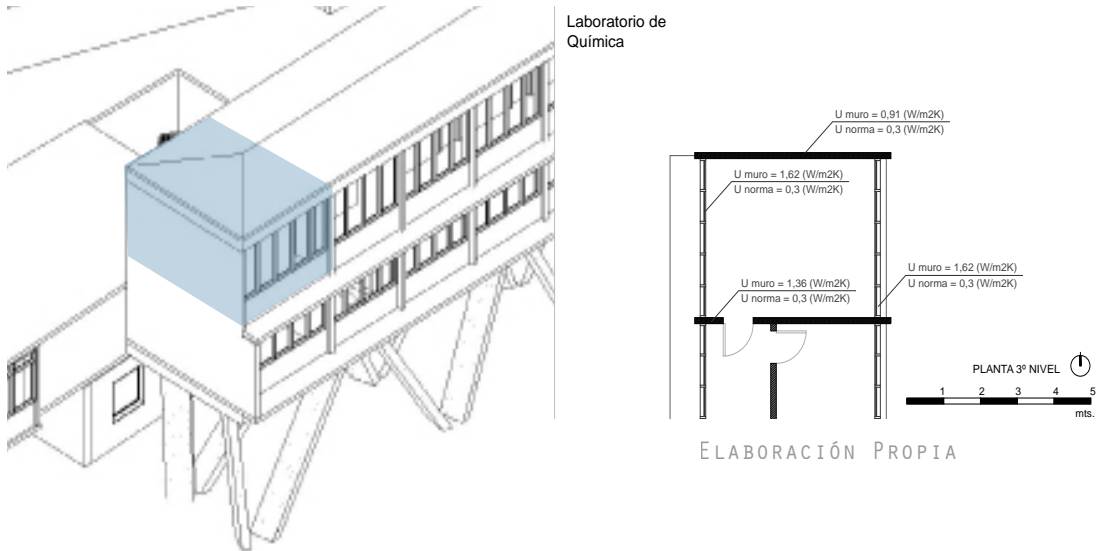


A pesar de que las fotografías termográficas no muestren infiltraciones considerables, existen manchas de humedad dentro del recinto, los que se asocian al antiguo conducto de ventilación del edificio, el cual ya no se utiliza, y no está correctamente sellado. Además, los puentes térmicos provocados en las uniones pueden incrementar este tipo de patologías.

MEDICIONES LABORATORIO DE QUÍMICA

El laboratorio de química se ubica en el tercer piso del volumen oriente y cuenta con ventanas al oriente y ventanas al poniente de las cuales no hay registro de que sean abiertas en algún momento, para acceder a él se debe transitar por un pasillo subdividido por puertas de marco de aluminio y vidrio cada dos oficinas. Además dada su ubicación la superficie completa del muro norte queda expuesta directamente a la radiación solar y a los vientos.

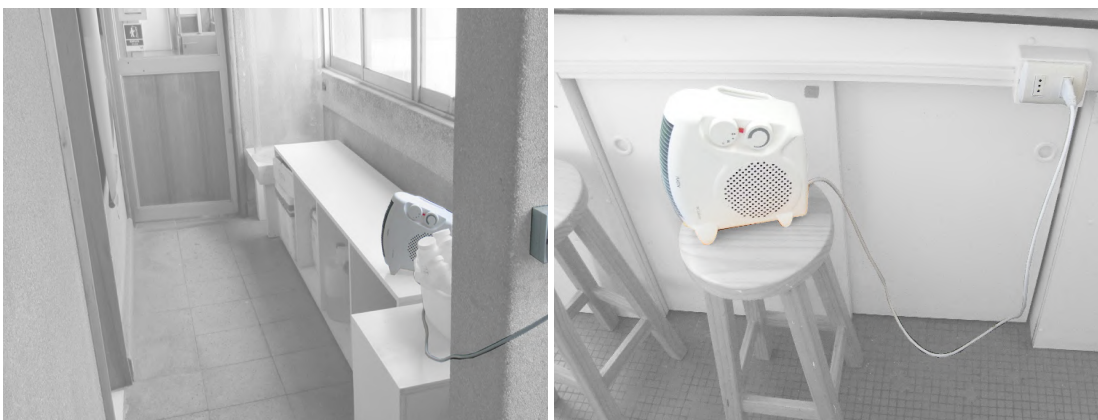
UBICACIÓN INSTRUMENTOS



Al interior del laboratorio se realizó la medición de temperatura del aire interior (°C), humedad relativa (HR%) y punto de rocío (°C) con un DataLogger ubicado colgando junto a la Termocupla que se instaló en la parte superior del muro norte.

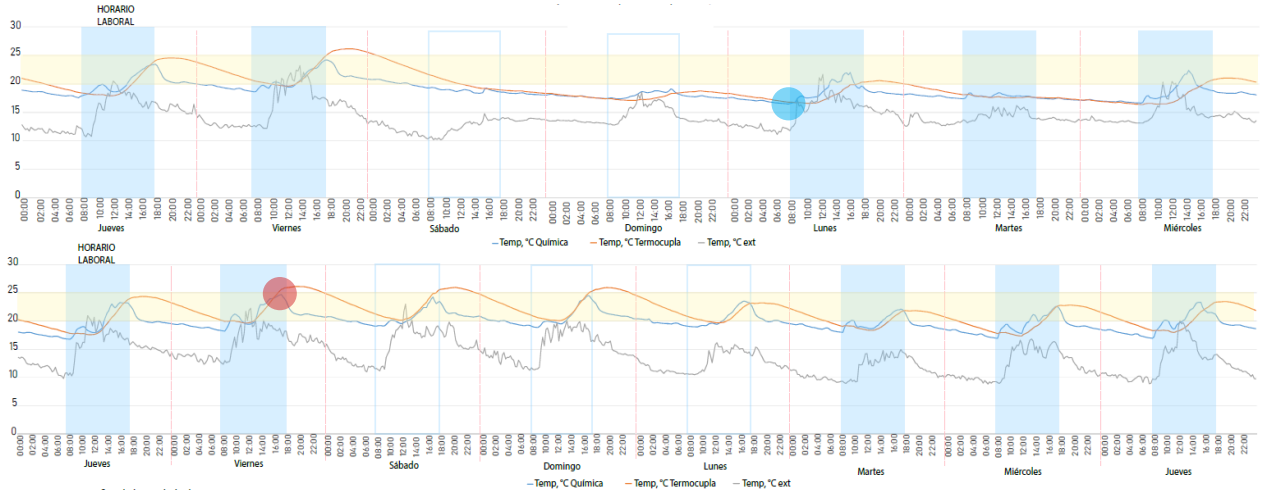
GRÁFICO DE TEMPERATURAS

Este laboratorio contiene sustancias químicas que podrían resultar inflamables, por lo que se procura mantener un ambiente controlado. Este recinto no cuenta con sistemas de climatización activa propiamente tal, no obstante sí cuenta con hornos que se utilizan para calentar muestras y un refrigerador para mantenerlas; estos aparatos se conectan a la red eléctrica. Asimismo el laboratorio cuenta con una campana extractora. Sin embargo, cabe señalar que sí se utiliza calefacción activa en los recintos colindantes y en pasillo de acceso, tal como se muestran en las imágenes.



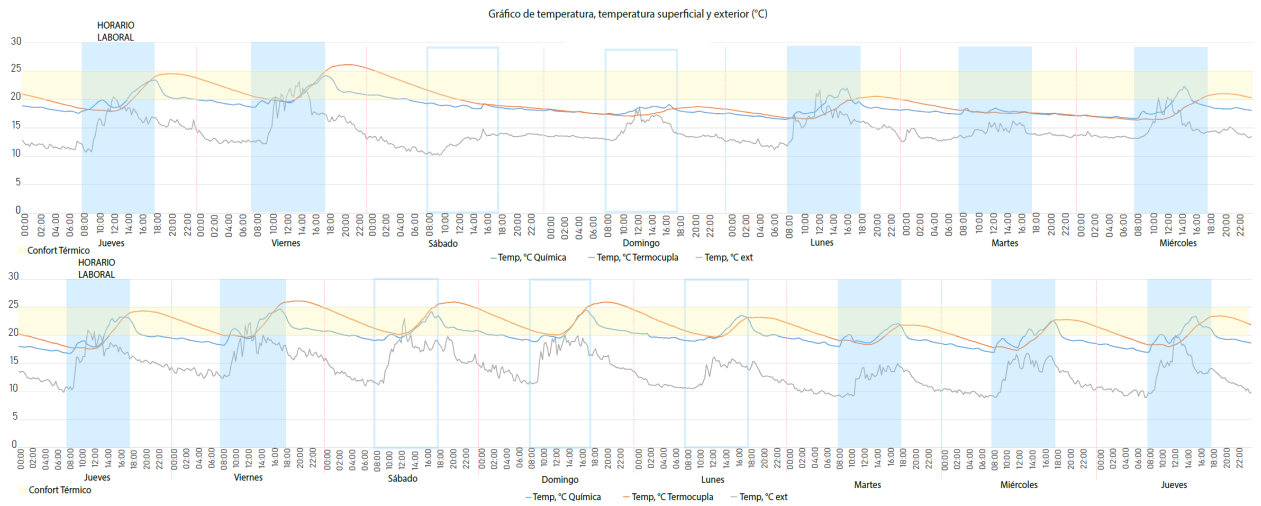
ELABORACIÓN PROPIA. COLECCIÓN DE AUTORES

Gráfico de temperatura, temperatura superficial y exterior (°C)



- T° máxima de la campaña.
- T° mínima de la campaña.

La temperatura en este recinto durante la campaña de medición osciló entre los 16,48°C del día lunes 14 a las 07:45 hrs. y los 24,70°C el día viernes 18 de Mayo, esta última en horario laboral a las 16:45 hrs.



En el gráfico general de temperaturas interiores y exteriores se puede observar como la temperatura del aire interior disminuye coincidiendo con los días de nubosidad y cielos parciales a diferencia de los días despejados que es cuando se observa un aumento en las temperaturas. En una segunda observación se constata que las temperaturas en el interior registran 5 momentos marcados durante el día. El primero corresponde a las bajas temperaturas de la madrugada; el segundo inicia a las 09:00 hrs hasta aproximadamente las 11:00 momento en que las temperaturas aumentan debido a que el edificio comienza a recibir luz solar directa, ya sin la sombra del contexto inmediato. Seguido de un tercer momento donde las temperaturas descienden a medio día. Para luego nuevamente aumentar durante la tarde desde las 13:00 hrs. cuando la radiación proviene de los vanos ponientes, hasta llegado el atardecer donde las temperaturas desciende alrededor de las 18:00 hrs.

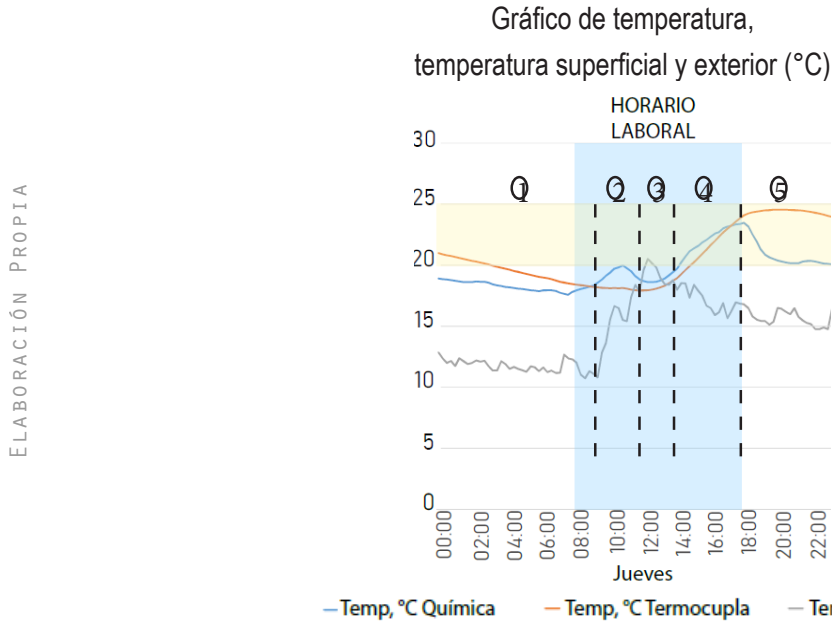


Gráfico de temperatura, temperatura superficial y exterior

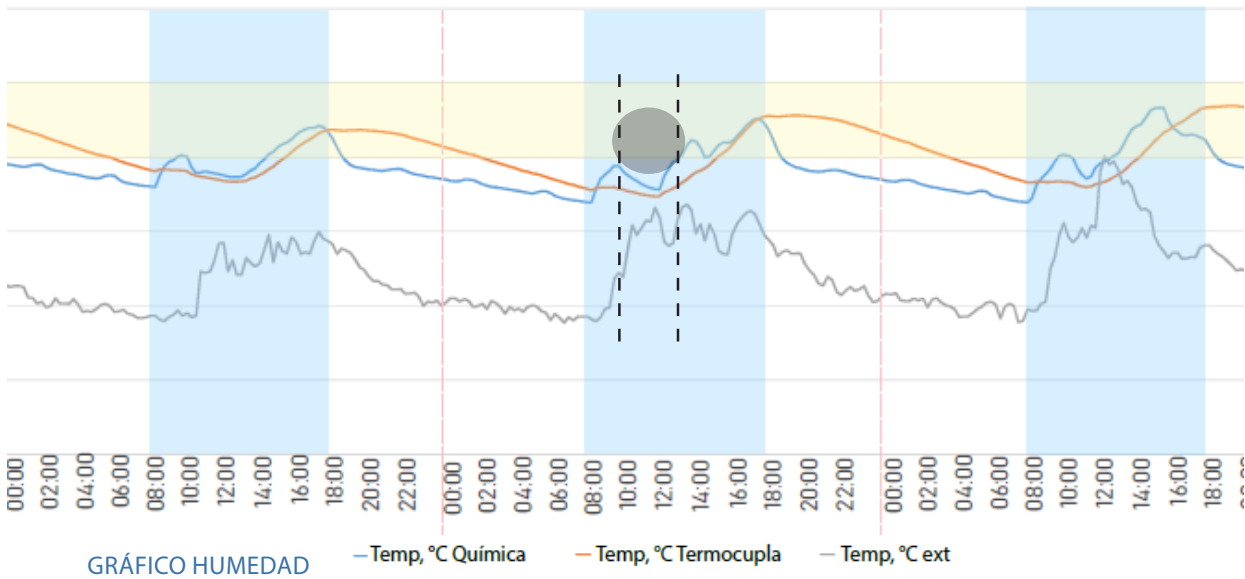
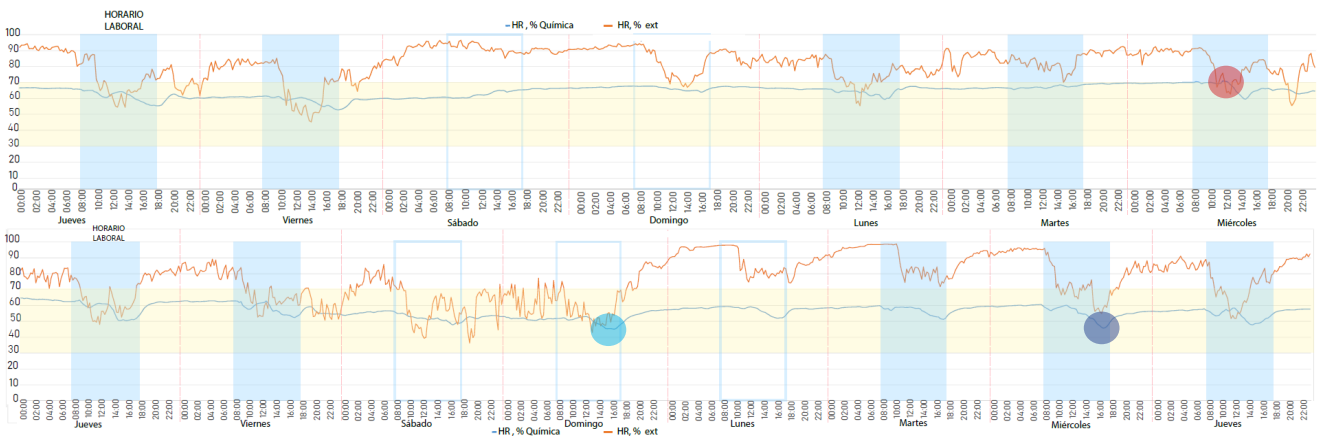


GRÁFICO HUMEDAD

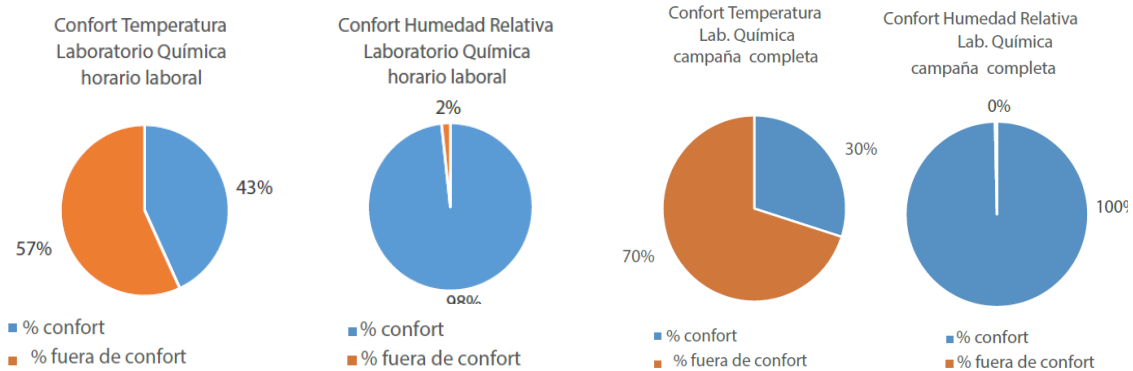
Gráfico de humedad relativa (%), con exterior



● HR máxima de la campaña. ● HR mínima de la campaña. ● HR mínima horario laboral.

Ahora bien, en cuanto a la humedad relativa registrada, ésta osciló entre un 45,05% el día domingo 20 a las 16:15 hrs. y un 71,00% el día miércoles 16 a las 11:45 hrs. Por lo demás la humedad relativa en horario laboral alcanzó una mínima de 45,71% el día miércoles a las 17:00 hrs.

GRÁFICO DE CONFORT

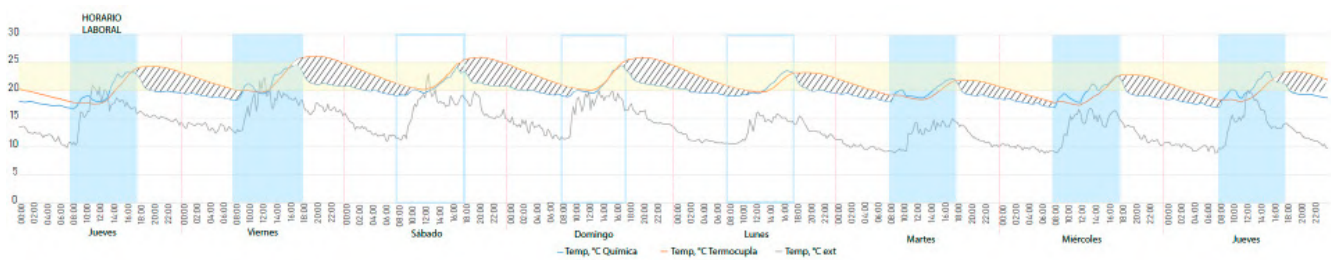


En base a la información anterior se observa un salto en las temperaturas interiores del recinto durante el medio día del día miércoles 23 de mayo, entre las 12:00 hrs. y las 15:00 hrs. esto posiblemente ocasionado por el uso de calefacción activa dentro del laboratorio.

Tomando en cuenta que los rangos que se establecieron de confort térmico y de humedad fueron de 20°C a 25°C y de 30% a 70% respectivamente, durante la campaña de medición se obtuvo que al interior del laboratorio de química se registró un confort térmico del 43% el tiempo total de la campaña y un 30%, en el horario laboral del edificio influenciado por las bajas temperaturas del exterior durante la mañana. Además el confort de humedad durante la campaña completa fue de un 98% del tiempo, y durante el horario laboral se registró en un 100%; estos registros podrían deberse al hermetismo propio del laboratorio descrito anteriormente, ya que la curva de humedad trazada en el gráfico de humedad relativa se muestra en su mayoría constante.

GRÁFICO DE TEMPERATURA SUPERFICIAL

Gráfico de temperatura, temperatura superficial y exterior (°C) Jueves 17- Jueves 24 de Mayo



Según las temperaturas registradas por la termocupla ubicada en el muro norte del laboratorio, las temperaturas superficiales experimentaron un retardo o inercia térmica los días de más altas temperaturas (exceptuando obviamente los días sábado 11, domingo 12 y martes 14 de mayo, las temperaturas fueron bajas), graficando una curva ascendente que inicia aproximadamente a las 19:00 hrs y que luego, a partir de las 20:00 hrs desciende hasta medio día del día siguiente.

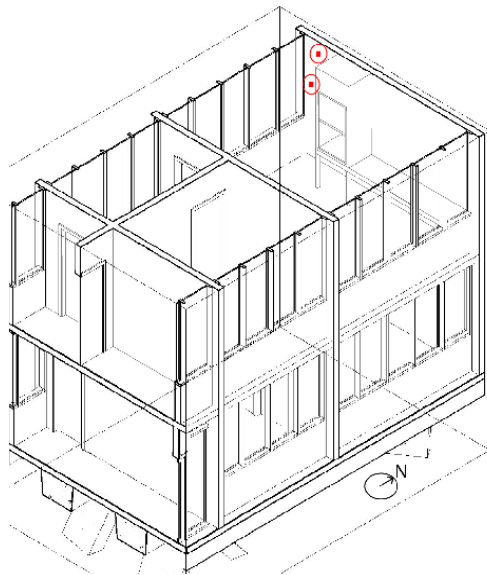
Este retardo en las temperaturas se explicaría en relación a la orientación norte del muro, expuesto gran parte del día a la radiación directa sumado a que no constituye vanos. Por lo demás, el hermetismo generado por el pasillo de acceso y la ausencia de ventilación natural al interior del recinto, permitirían conservar la temperatura del muro al menos durante el día.

No obstante, como veremos a continuación, las temperaturas internas del laboratorio experimentarían un rápido descenso debido a infiltraciones y el estado actual de las ventanas.

Este descenso en las temperaturas ocurre generalmente a partir de las 19:00 hrs, pasada la puesta de sol.

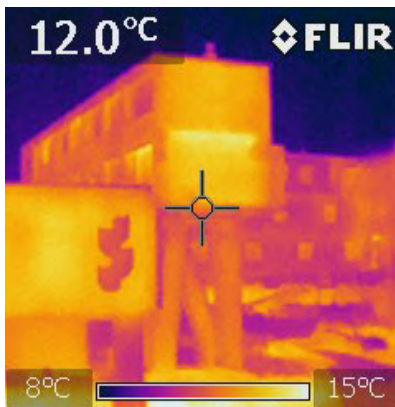
ELABORACIÓN PROPIA

ELABORACIÓN PROPIA, COLECCIÓN DE AUTORES

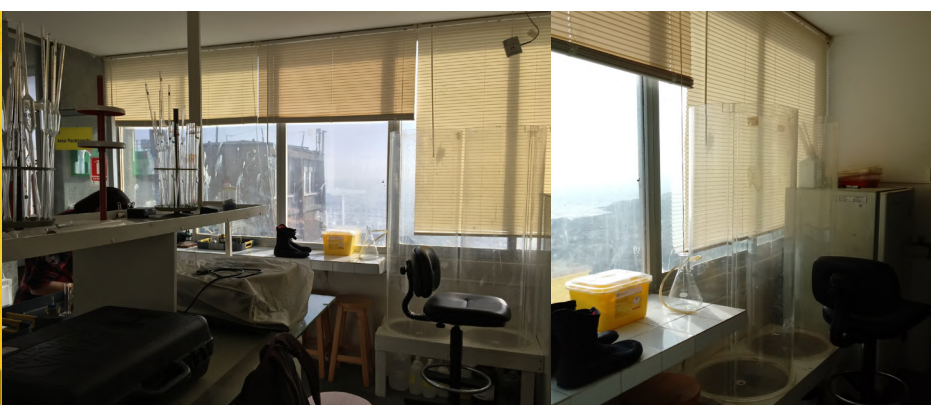
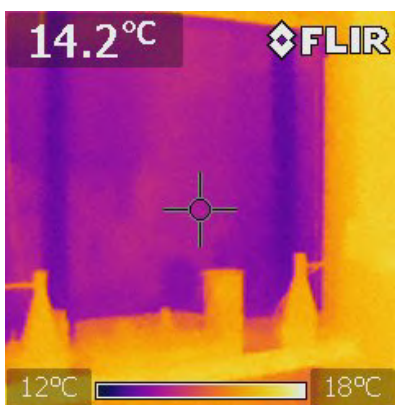


Laboratorio de Química
(3° Piso) [NORTE]

FOTOGRAFÍAS TÉRMICAS EXTERIOR



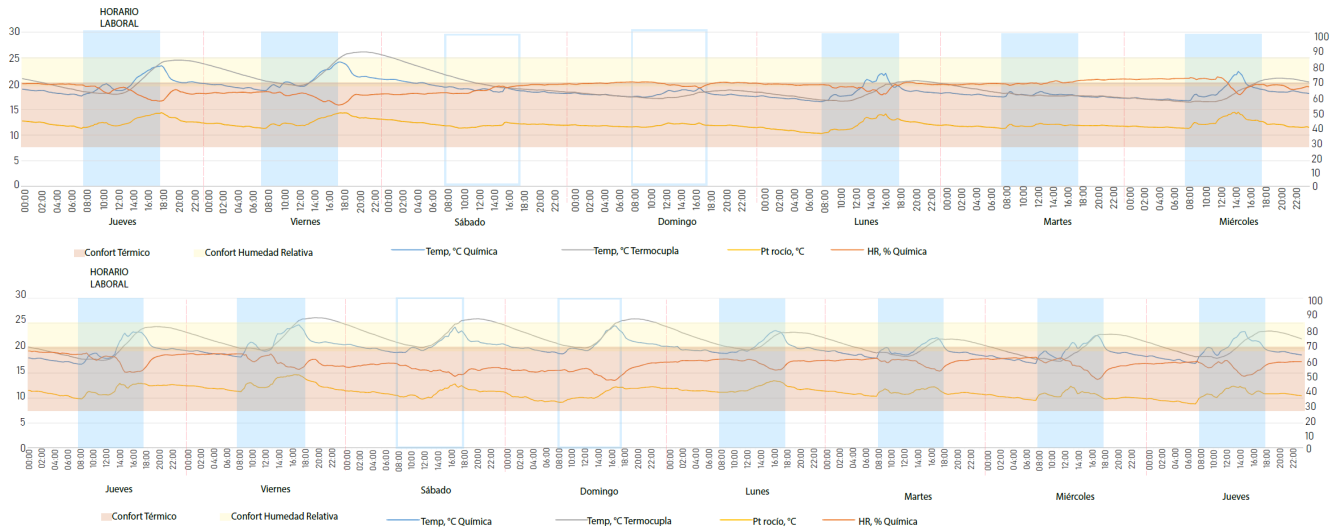
Tal como se observa en las imágenes la campana extractora del laboratorio de química se ubica en el muro norte. La imagen termográfica tomada a las 19:00 hrs, muestra cómo el recinto inferior [oficina de soporte informático] está a una mayor temperatura. En consecuencia, esta observación registraría cómo la campana extractora actúa como factor de infiltración que influye en el descenso de las temperaturas interiores y el aumento de la humedad del recinto durante la noche.



Ahora bien, dada la actual condición de las ventanas, cuyo vidrio simple y perfiles de aluminio las hace actuar como puentes térmicos durante toda la noche. Ambas termografías tomadas a primeras horas de la noche, dan evidencia de las bajas temperaturas registradas en los vanos, por los cuales el calor acumulado durante el día se pierde rápidamente. Por último, en base al gráfico higrotérmico no se registran indicios de condensación en los muros, ya que las curvas de temperatura superficial y punto de rocío nunca se topan.

GRÁFICO HIGROTÉRMICO

Gráfico Higrotérmico (Temp °C, HR %) de Laboratorio de Química



Tal como se observa en las imágenes la campana extractora del laboratorio de química se ubica en el muro norte. La imagen termográfica tomada a las 19:00 hrs, muestra cómo el recinto inferior [oficina de soporte informático] está a una mayor temperatura. En consecuencia, esta observación registraría cómo la campana extractora actúa como factor de infiltración que influye en el descenso de las temperaturas interiores y el aumento de la humedad del recinto durante la noche.

Ahora bien, dada la actual condición de las ventanas, cuyo vidrio simple y perfiles de aluminio las hace actuar como puentes térmicos durante toda la noche. Ambas termografías tomadas a primeras horas de la noche, dan evidencia de las bajas temperaturas registradas en los vanos, por los cuales el calor acumulado durante el día se pierde rápidamente.

Por último, en base al gráfico higrotérmico no se registran indicios de condensación en los muros, ya que las curvas de temperatura superficial y punto de rocío nunca se cruzan.

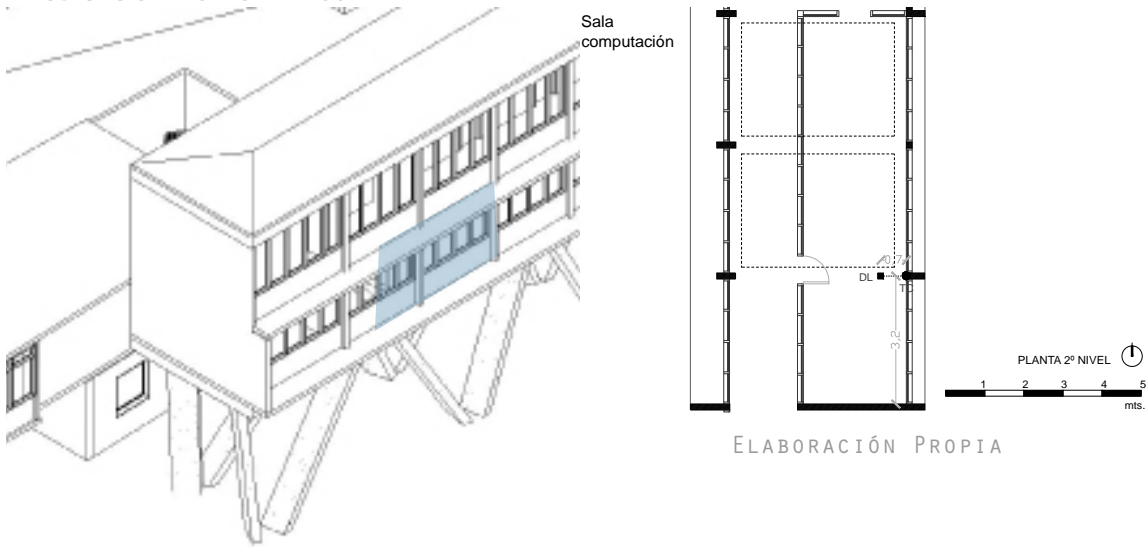
ELABORACIÓN PROPIA

MEDICIONES SALA DE COMPUTACIÓN

La sala de computación se encuentra ubicada en el segundo piso del volumen oriente y cuenta con ventanas al oriente y un pasillo al poniente que genera una “galería” con el tabique semi vidriado que delimita la sala y no tocan el cielo dejando un espacio que permite que el aire se mueva entre la sala y el pasillo contigüo. Además la sala está ubicada junto a la puerta de acceso que puede provocar una ventilación cruzada si alguna de las ventanas del pasillo se encuentran abiertas al mismo tiempo que la puerta de vidrio.

Esta sala cuenta con 21 computadores. los cuales no son utilizados todos al mismo tiempo a no ser de que lo necesite un curso completo. Este recinto no cuenta con sistemas de climatización activa. Solo con la apertura de puertas y ventanas para su ventilación.

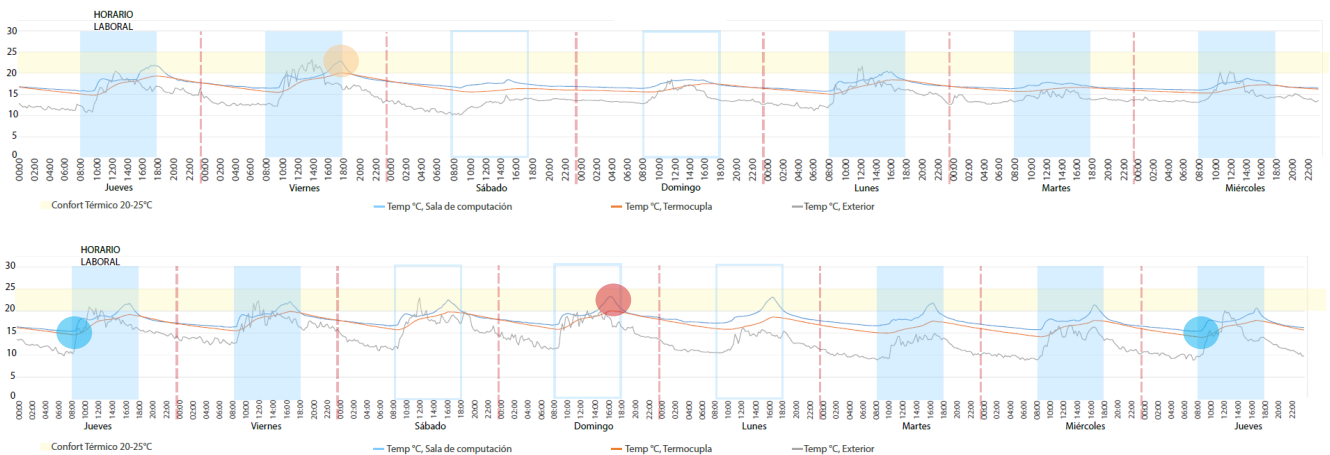
UBICACIÓN INSTRUMENTOS



Durante la campaña se registró a temperatura del aire interior (°C), humedad relativa (HR%) y punto de rocío (°C) con un DataLogger ubicado colgando junto a la Termocupla instalada en la parte superior, al centro del muro oriente.

GRÁFICO DE TEMPERATURAS

Gráfico de temperatura, temperatura superficial y exterior (°C)



- T° máxima de la campaña.
- T° máxima horario laboral.
- T° mínima de la campaña.

La temperatura en este recinto durante la campaña de medición osciló entre los 15,41°C los días jueves 17 y jueves 24 entre las 07:30 y 07:45 hrs. y los 23,30°C del día domingo 20 de mayo.

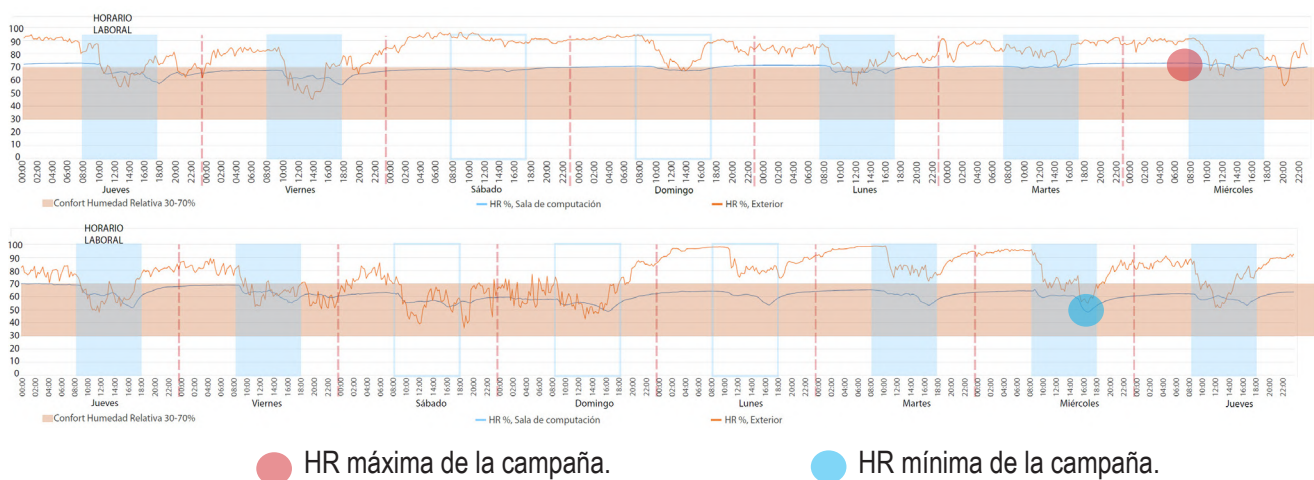
La mayor temperatura registrada durante el horario laboral fue de 22,89°C a las 17:45 hrs. del día Viernes 11.

En el gráfico comparativo de temperatura interior con exterior se puede observar como la temperatura del aire interior disminuye coincidiendo con los días de nubosidad y cielos parciales a diferencia de los días despejados que es cuando se observan las mayores temperaturas, esto se debe a la acción que la radiación solar tiene sobre la "galería" formada por el pasillo y el tabique semividriado. Además se observa que hay un aumento en la temperatura aproximadamente desde las 09:00 hrs. momento en el cual el edificio comienza a recibir luz solar directa, ya sin la sombra del contexto inmediato y luego desde las 15:00 hrs. aproximadamente la radiación proveniente del poniente que se ve reflejada en las mediciones.



GRÁFICO DE HUMEDAD

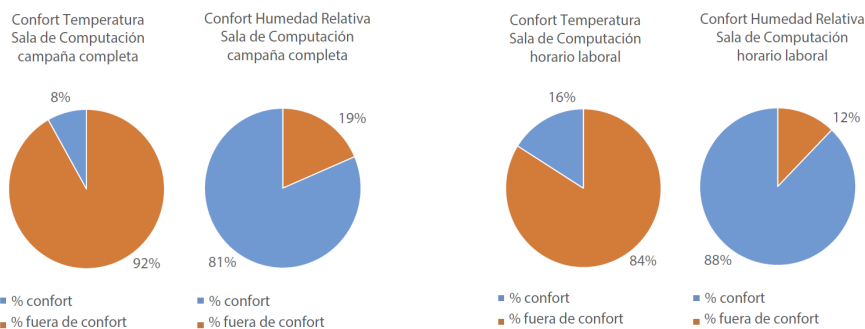
Gráfico de humedad relativa (%), con exterior



En cuanto a la humedad relativa registrada al interior del recinto, ésta osciló entre un 48,11% el día miércoles 23 a las 16:45 hrs. y un 72,90% el día miércoles 1 a las 06:30 hrs.

Además, el gráfico de humedad relativa registrado durante la campaña de medición da muestra que la humedad interior se ve influenciada por la humedad exterior, esto podría deberse a que los vanos de este volumen están en mal estado y presentan infiltraciones que dejan ingresar el aire marino al recinto, a su vez este recinto no es ventilado y por lo tanto al no tener movimiento del aire la humedad se mantiene al interior, este fenómeno se presenta tanto en días laborales como en fines de semana.

GRÁFICO DE CONFORT

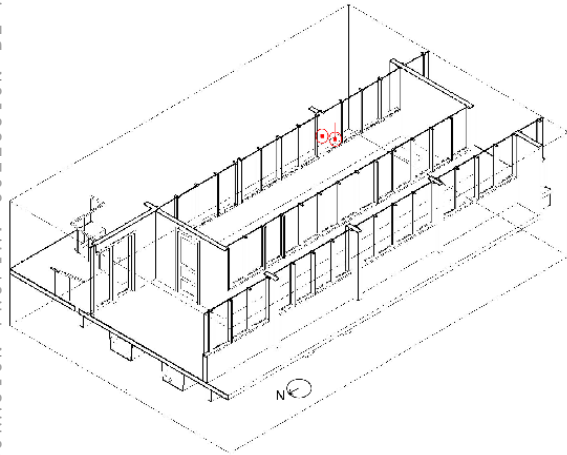


Tomando en cuenta que los rangos que se establecieron de confort térmico y de humedad fueron de 20°C a 25°C y de 30% a 70% respectivamente, durante la campaña de medición se obtuvo que la sala de computación estuvo en confort térmico un 8% del tiempo total de la campaña y un 19%, si se considera solo el periodo de horario laboral del edificio ya que las temperaturas mas bajas se registraron durante la madrugada y la mañana. También en el confort de humedad se tiene que

de la campaña completa un 81% del tiempo se estuvo en confort, y durante el horario laboral fue de un 88% ya que fue durante los días martes 15 y miércoles 16 que se registraron los mayores porcentajes de humedad al interior del recinto.

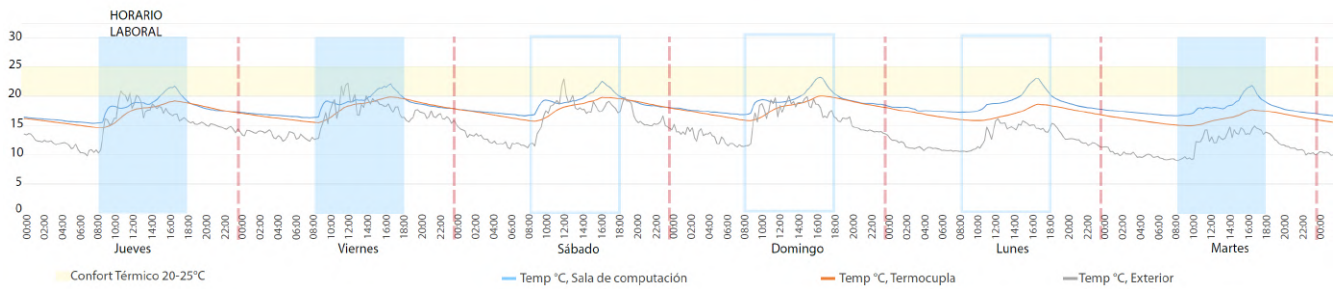
ELABORACIÓN PROPIA. COLECCIÓN DE AUTORES

GRÁFICO DE TEMPERATURA SUPERFICIAL



Sala de Computación (2º Piso) [ORIENTE]

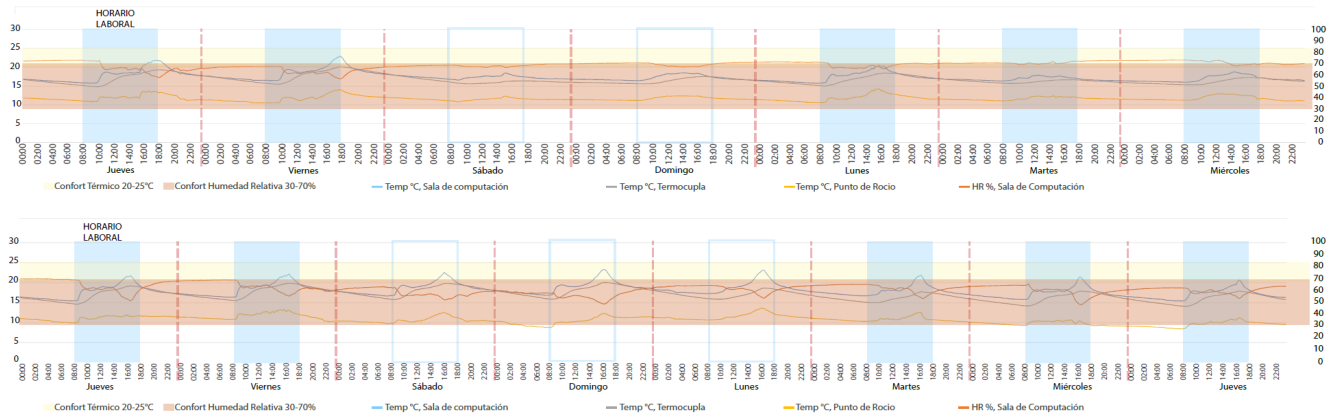
Gráfico de temperatura, temperatura superficial y exterior (°C) Jueves 17- Martes 22 de Mayo



En cuanto a las temperaturas registradas por la termocupla ubicada en el muro oriente del recinto, se graficaron como una curva paralela a las temperaturas del aire interior lo que significa que el muro tiene poca inercia térmica, posiblemente debido a que en la mayoría de las superficies de muros solo la mitad inferior sea masa y la mitad superior sea vidriada.

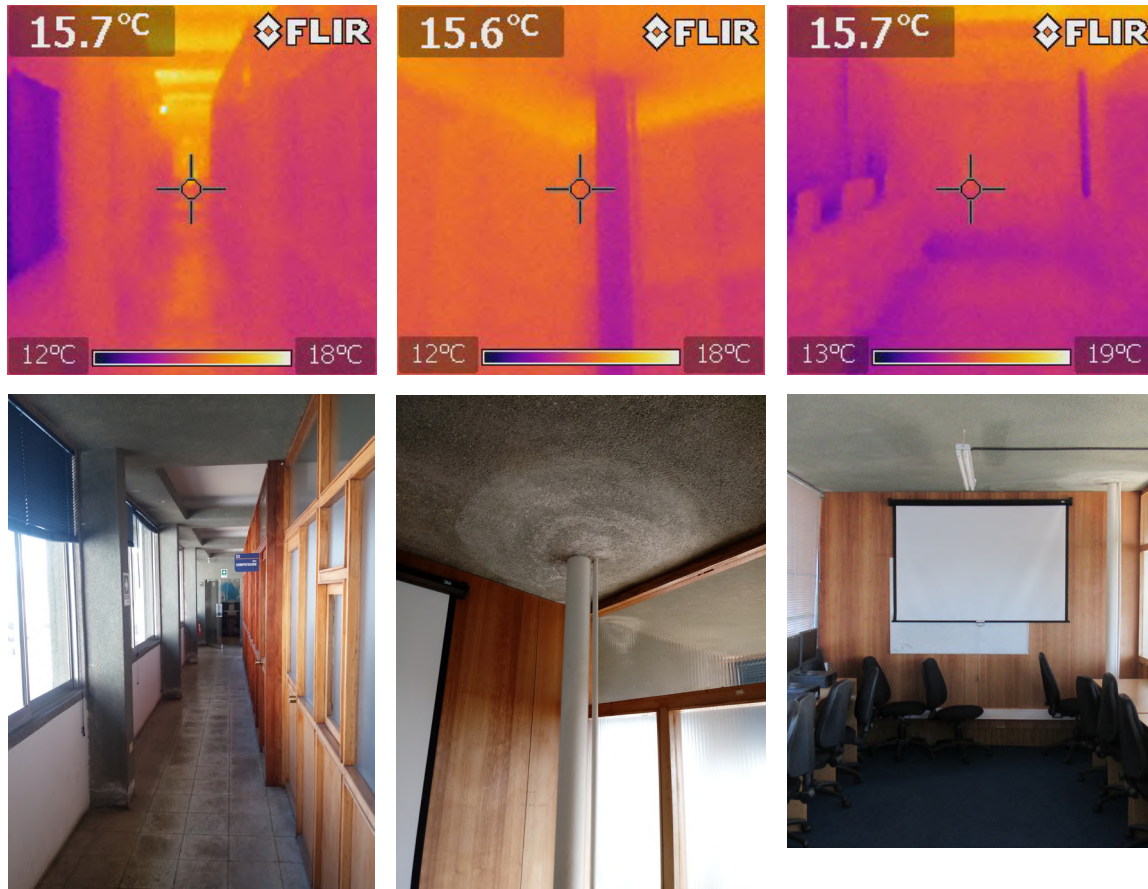
GRÁFICO HIGROTÉRMICO

Gráfico Higrotérmico (Temp °C, HR %) de Sala de Computación



Además en el gráfico higrotérmico no se registran indicios de condensación en los muros, ya que las curvas de temperatura superficial y punto de rocío nunca se topan.

FOTOGRAFÍAS TÉRMICAS INTERIORES



ELABORACIÓN PROPIA. COLECCIÓN DE AUTORES

En las fotografías térmicas se pueden evidenciar ciertos comportamientos térmicos característicos desde el punto de vista de las pérdidas de calor en los diferentes elementos de la envolvente, tales como puentes térmicos generados en los vanos del pasillo contiguo a la sala de computación cuyas ventanas de vidrio simple tienen una baja resistencia térmica.

Por otra parte, el tabique vidriado que delimita el recinto, también experimenta una baja resistencia térmica, tal vez no tan evidente como la de los vanos de la envolvente, pero que sí podría resultar significativa, dado el comportamiento térmico total registrado al interior del recinto.

Es posible además observar en el resto de las fotografías térmicas que las ventanas del muro orientado generan los mismos puentes térmicos que las del lado poniente, no obstante son los puentes que se generan en las esquinas de la losa inferior los que evidencian una gran pérdida de calor a través del suelo, el cual es atravesado por una tubería de descarga procedente de los baños del piso superior.

EVALUACIÓN DE LAS INSTALACIONES

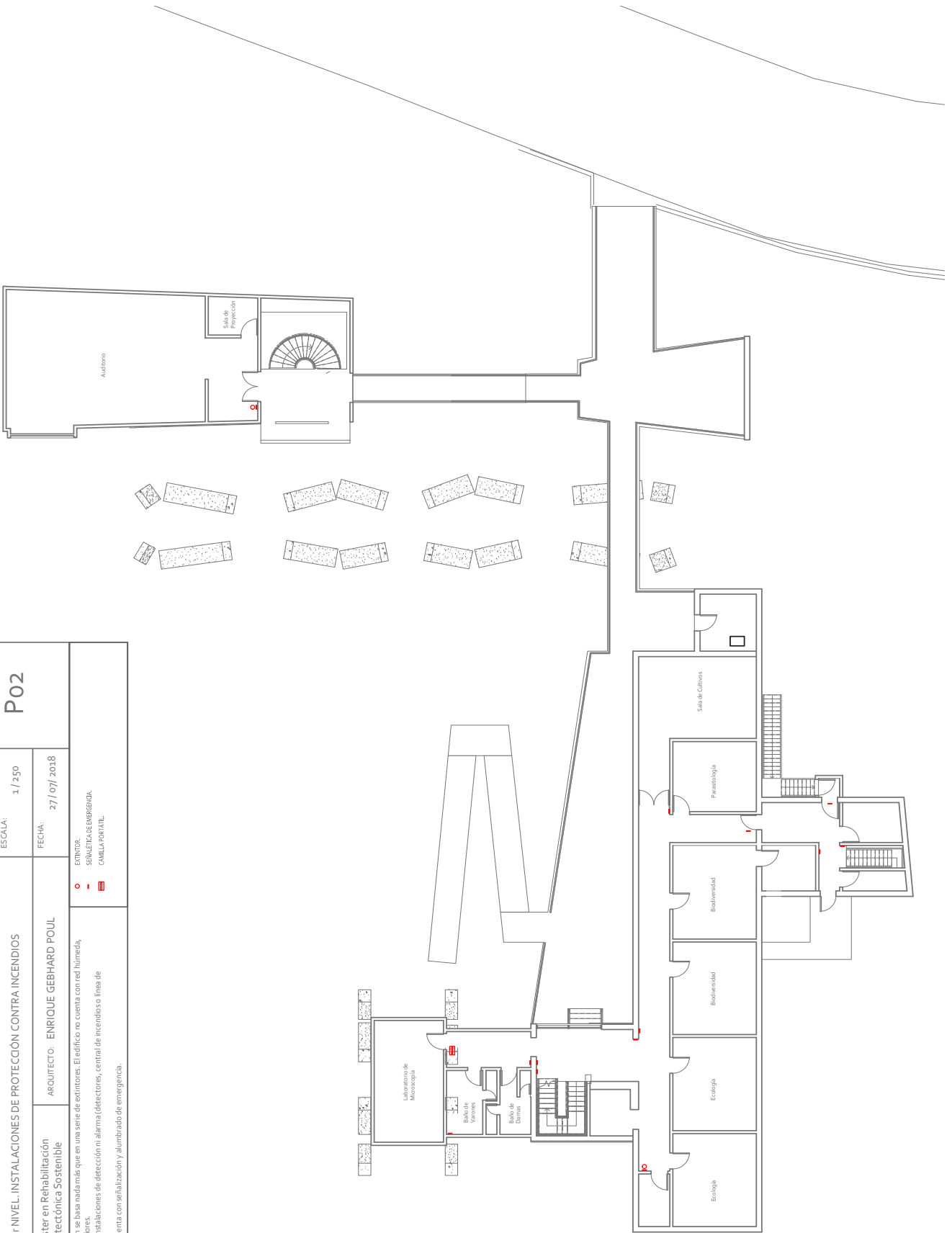
INSTALACIONES DE SERVICIOS ACTUALES

INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

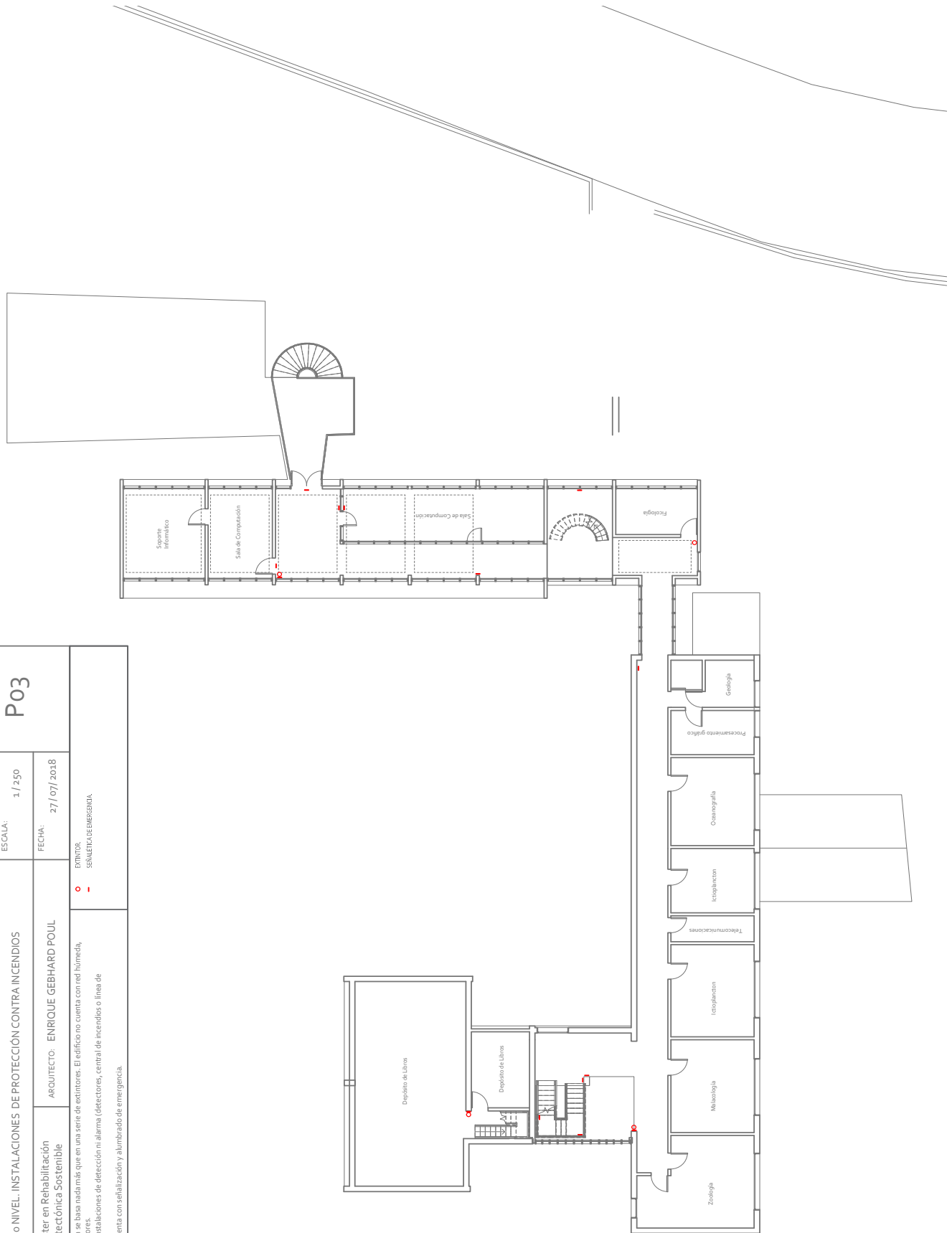


REGISTRO FOTOGRÁFICO, INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.
COLECCIÓN DE AUTORES.

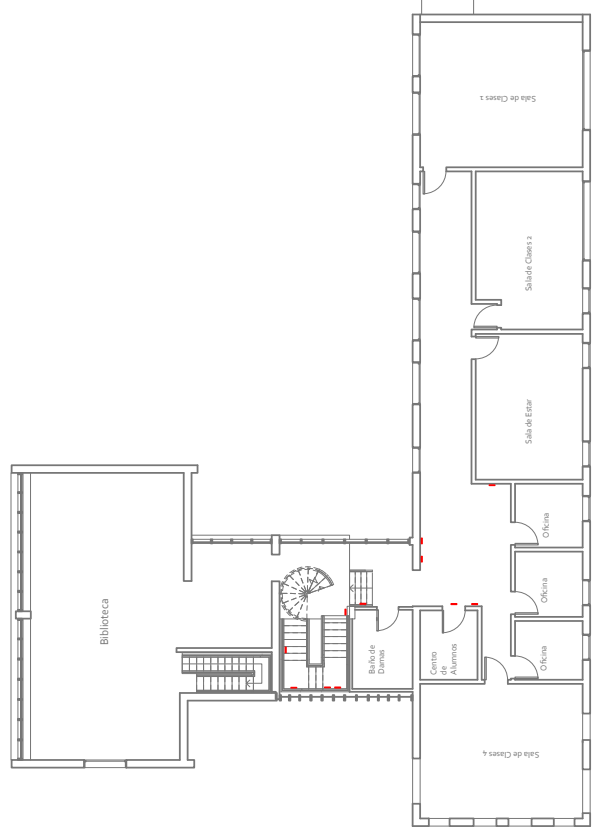
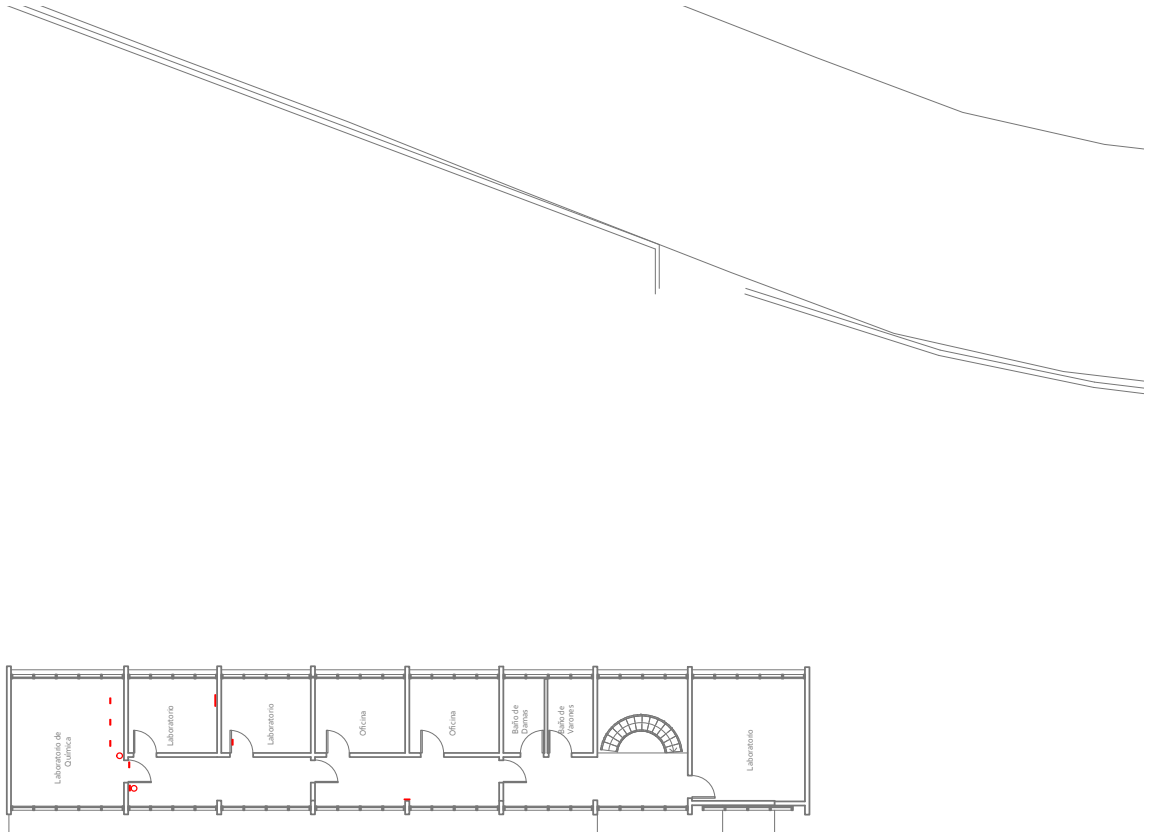
FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA. Avenida Borgoño 16344, Montemar, Viña del Mar, Región de Valparaíso		Nº PLANO
PLANIMETRÍA: PLANTA 1er NIVEL: INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS		P02
PROGRAMA POSTGRADO: Magister en Rehabilitación Arquitectónica Sostenible	ARQUITECTO: ENRIQUE GEBHARD POUL	ESCALA: 1 / 250
1.- La instalación de extintores es básicamente que en una serie de extintores. El edificio no cuenta con red húmeda, ni red seca, ni grifos exteriores. 2.- El edificio no cuenta con instalaciones de detección ni alarmas (detectores, central de incendios o línea de transmisión). 3.- No obstante, el edificio cuenta con señalización y alumbrado de emergencia.		FECHA: 27/07/2018
		ENTORNO: SEÑALIZACION DE EMERGENCIA: CAMILLY VORHIL.



FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA. Avenida Borgoño 16344, Montemar, Viña del Mar, Región de Valparaíso		Nº PLANO
PLANIMETRÍA: PLANTA 2do NIVEL. INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	ESCALA: 1 / 250	P03
PROGRAMA: Magister en Rehabilitación Arquitectónica Sostenible	FECHA: 27 / 07 / 2018	
PROYECTADO: ARQUITECTO: ENRIQUE GEBHARD POUL	EXTINTOR: SEMÁFORO DE EMERGENCIA	
<p>1.- La instalación de extinción se basa nada más que en una serie de extintores. El edificio no cuenta con red húmeda ni red seca, ni grifos exteriores.</p> <p>2.- El edificio no cuenta con instalaciones de detección ni alarma (detectores, central de incendios o línea de transmisión).</p> <p>3.- No obstante, el edificio cuenta con señalización y alumbrado de emergencia.</p>		



FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA. Avenida Borgoño 16344, Montemar, Viña del Mar, Región de Valparaíso		Nº PLANO P04	
PLANIMETRÍA:	PLANTA 3er NIVEL - INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	ESCALA:	1 / 250
PROGRAMA POSTGRADO:	Magíster en Rehabilitación Arquitectónica Sostenible	FECHA:	27 / 07 / 2018
1.- La instalación de extinción se basa nada más que en una serie de extintores. El edificio no cuenta con red húmeda, ni red seca, ni grifos exteriores. 2.- El edificio no cuenta con instalaciones de detección ni alarma (detectores, central de incendios o línea de transmisión). 3.- No obstante, el edificio cuenta con señalización y alumbrado de emergencia.		EXTINGUICOR: ○ SEÑALÉTICA DE EMERGENCIA: ■	

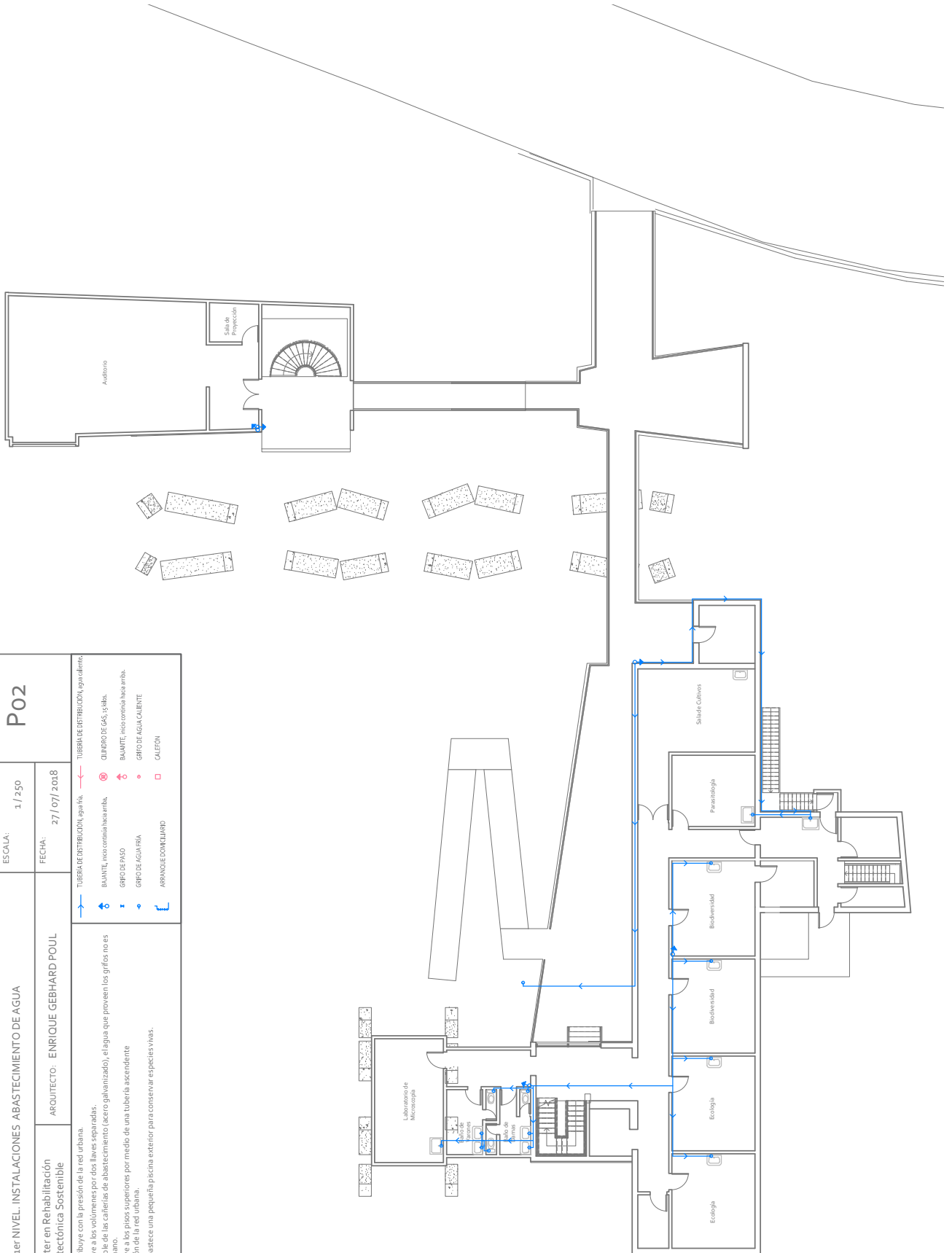


INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

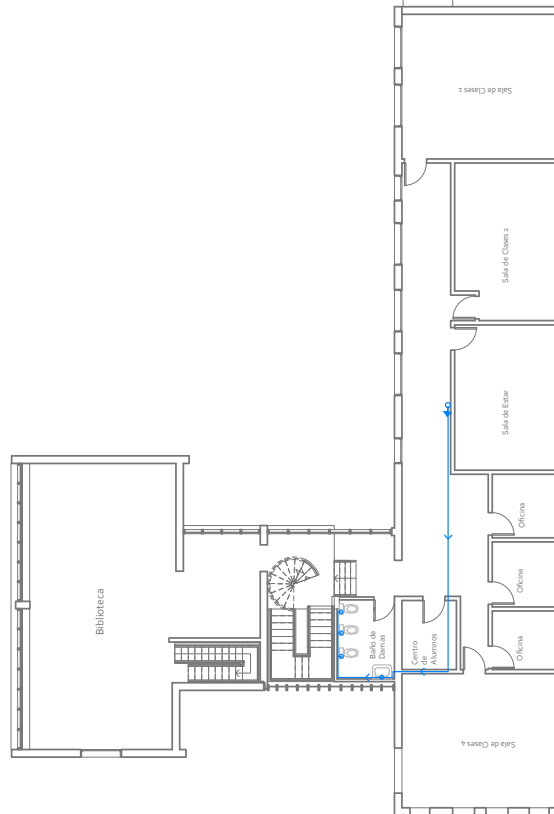
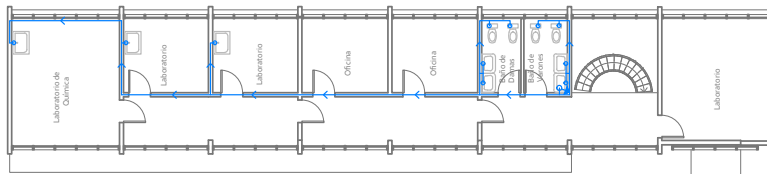


REGISTRO FOTOGRÁFICO, INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, COLECCIÓN DE AUTORES.

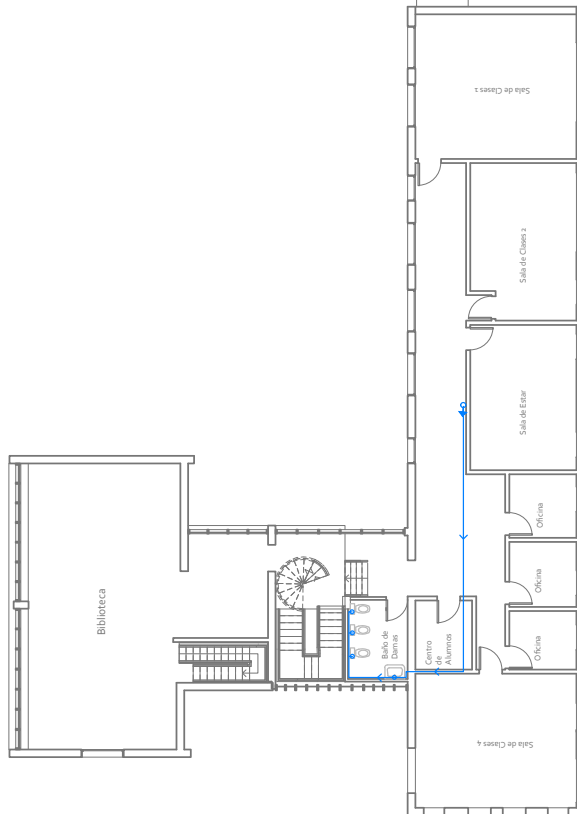
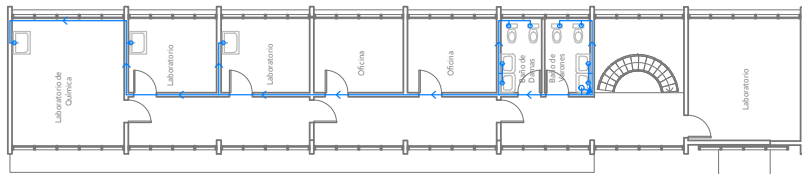
FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA. Avenida Borgoño 16344, Montemar, Viña del Mar, Región de Valparaíso		Nº PLANO	P02
PLANIMETRÍA:	PLANTA 3er NIVEL. INSTALACIONES ABASTECIMIENTO DE AGUA	ESCALA:	1 / 250
PROGRAMA POSTGRADO:	Magíster en Rehabilitación Arquitectónica Sostenible	FECHA:	27 / 07 / 2018
<p>ARQUITECTO: ENRIQUE GEBHARD POUL</p> <p>1.- La red de agua fría se distribuye con la presión de la red urbana. 2.- La red de agua se distribuye a los volúmenes por dos líneas separadas. 3.- Dada la condición deplorable de las cañerías de abastecimiento (acero galvanizado), el agua que proveen los grifos no es apta para el consumo humano. 4.- La red de agua se distribuye a los pisos superiores por medio de una tubería ascendente y únicamente con presión de la red urbana. 5.- La red de agua también abastece una pequeña piscina exterior para conservar especies vivas.</p>		<p>TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN, separada. →</p> <p>TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN, separada. →</p> <p>BIANTE, inox continua horizontal. ⊕</p> <p>QUINTO DE GAS, 15 lbs. ⊕</p> <p>GRIFO DE PASO. ↑</p> <p>BIANTE, inox conéctado hacia arriba. ↑</p> <p>GRIFO DE AGUA FRÍA. ↓</p> <p>GRIFO DE AGUA CALIENTE. ↓</p> <p>ARRANQUE DOMILINDO. ⊔</p> <p>CALEFÓN. □</p>	



<p>FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA. Avenida Borgoño 16344, Montemar, Viña del Mar, Región de Valparaíso</p>		<p>Nº PLANO</p> <p>P04</p>
<p>PLANIMETRÍA: PLANTA 3er NIVEL- INSTALACIONES ABASTECIMIENTO</p>	<p>ESCALA: 1 / 250</p>	
<p>PROGRAMA POSTGRADO: Magíster en Rehabilitación Arquitectónica Sostenible</p>	<p>FECHA: 27 / 07 / 2018</p>	
<p>ARQUITECTO: ENRIQUE GEBHARD POUL</p>	<p>2.- La red de agua fría se distribuye con la presión de la red urbana. 2.- La red de agua proveniente del auditorio se distribuye a los baños del 3er Nivel a través de la losa. 3.- Los baños de los laboratorios y los baños de los docentes, que forman parte del 2do Nivel. Sin embargo, la red actualmente se encuentra en funcionamiento. 3.- Dada la condición deplorable de las cañerías de abastecimiento (acero galvanizado), el agua que proviene los grifos no es apta para el consumo humano. Más en este, el 3er nivel, las cañerías son de cobre. 4.- La red de agua se distribuye a los laboratorios a través de una tubería en el mismo estado que a veces incluso tiene filtraciones.</p>	
<p> → TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN, agua fría ← TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN, agua caliente ↻ BUJANTE, micro controlada ambl. Ⓢ CILINDRO DE GAS, 50 litro. ⚡ GRUPO DE PASO ⚡ BAÑANTE, micro controlada ambl. ⚡ GRUPO DE AGUA FRÍA ⚡ GRUPO DE AGUA CALIENTE ⚡ ABRANQUE DOMESTICADO ⚡ CALEFÓN </p>		



<p>FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA. Avenida Borgoño 16344, Montemar, Viña del Mar, Región de Valparaíso</p>		<p>Nº PLANO</p> <p>P04</p>
<p>PLANIMETRÍA: PLANTA 3er NIVEL. INSTALACIONES ABASTECIMIENTO</p>	<p>ESCALA: 1 / 250</p>	
<p>PROGRAMA POSTGRADO: Magíster en Rehabilitación Arquitectónica Sostenible</p>	<p>FECHA: 27 / 07 / 2018</p>	
<p>ARQUITECTO: ENRIQUE GEBHARD POUL</p>	<p>1.- La red de agua fría se distribuye con la presión de la red urbana. 2.- La red de agua proveniente del auditorio se distribuye a los baños del 3er Nivel a través de la losa. Según comentarios del encargado esta red a tenido roturas en ciertos momentos, que han inundado el 1do Nivel. Sin embargo, la red actualmente se encuentra en funcionamiento. 3.- Dada la condición deplorabile de las cañerías de abastecimiento (acero galvanizado), el agua que proviene los grifos no es apta para el consumo humano. Más en este, el 3er nivel, las cañerías son de cobre. 4.- La red de agua se distribuye a los laboratorios a través de una tubería en péximo estado que a veces incluso tiene filtraciones.</p>	

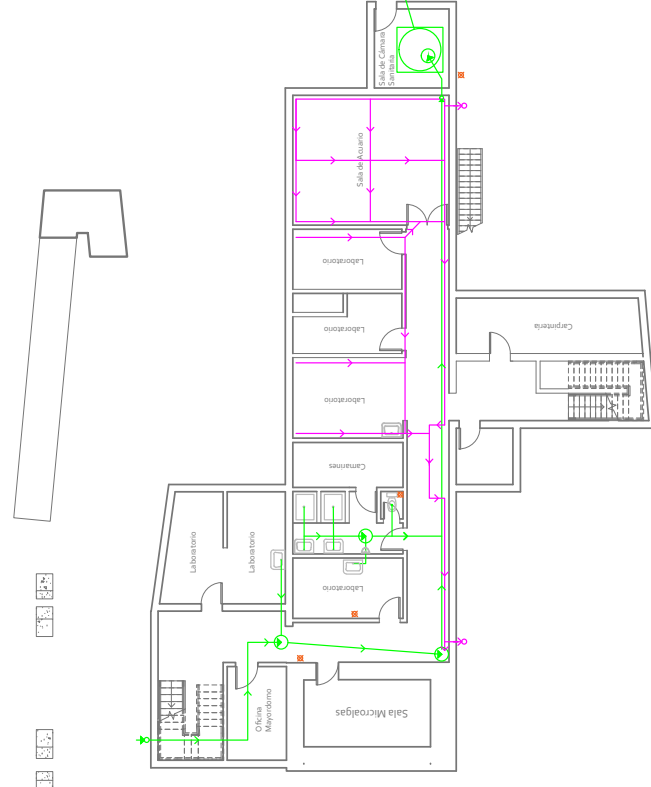
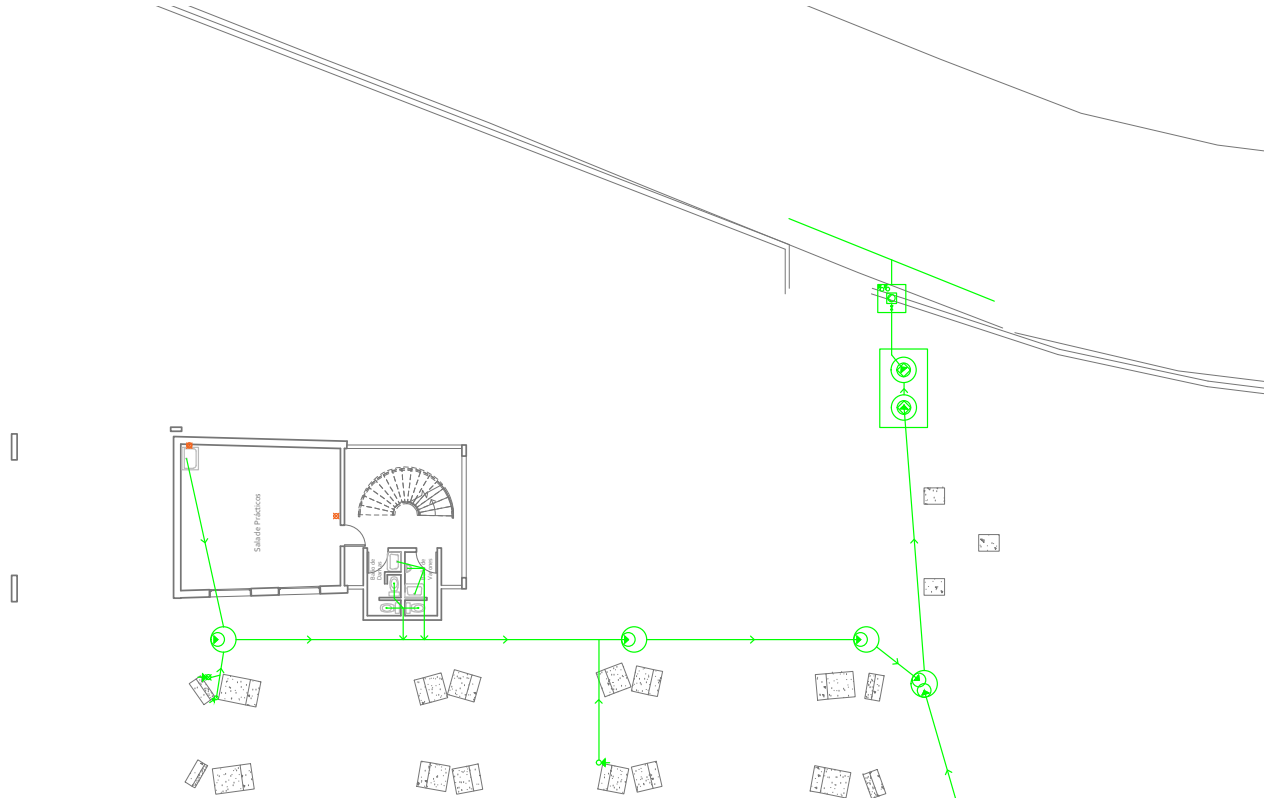


INSTALACIONES SANITARIAS

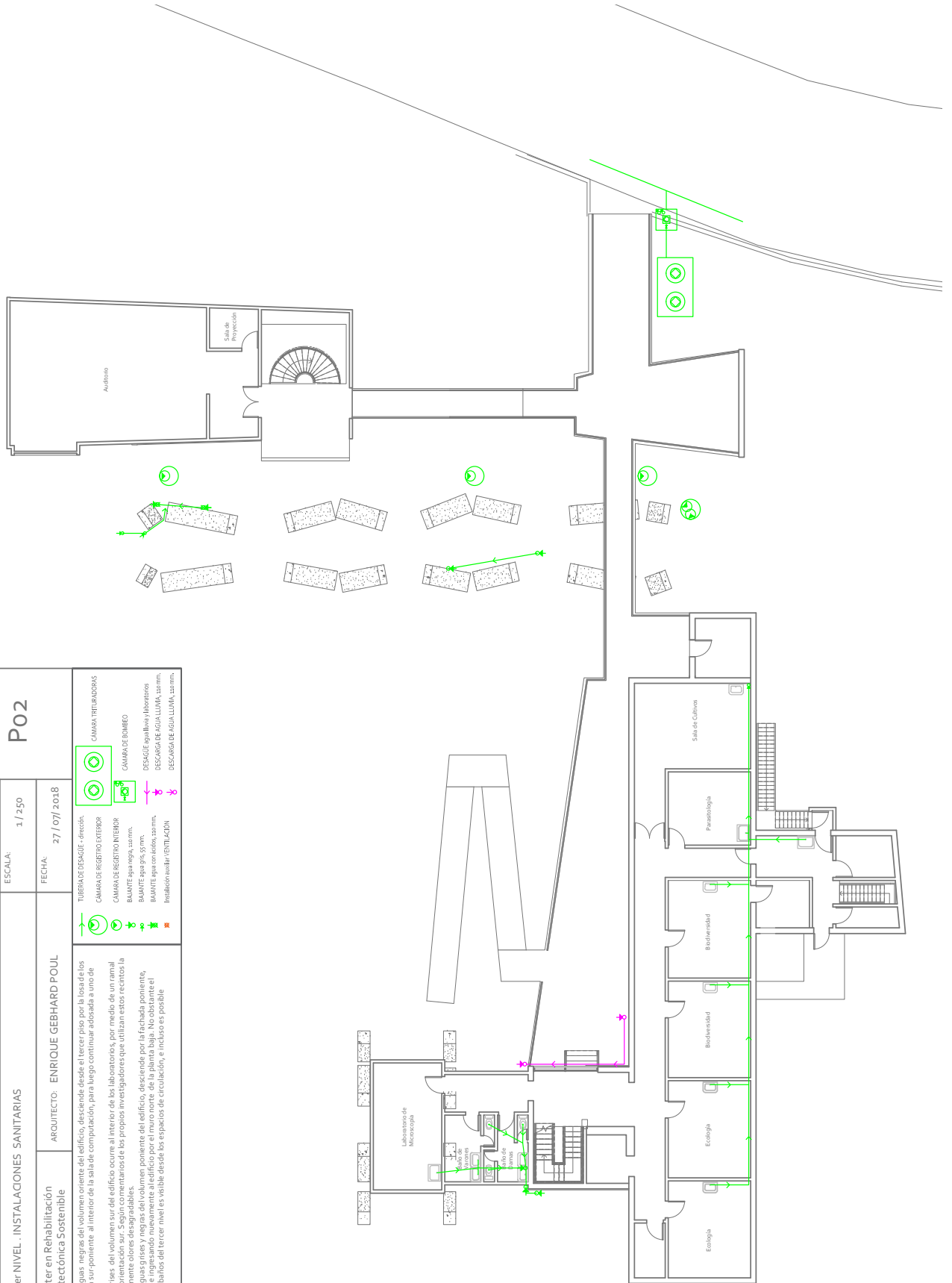


REGISTRO FOTOGRAFICO, INSTALACIONES SANITARIAS, COLECCIÓN DE AUTORES.

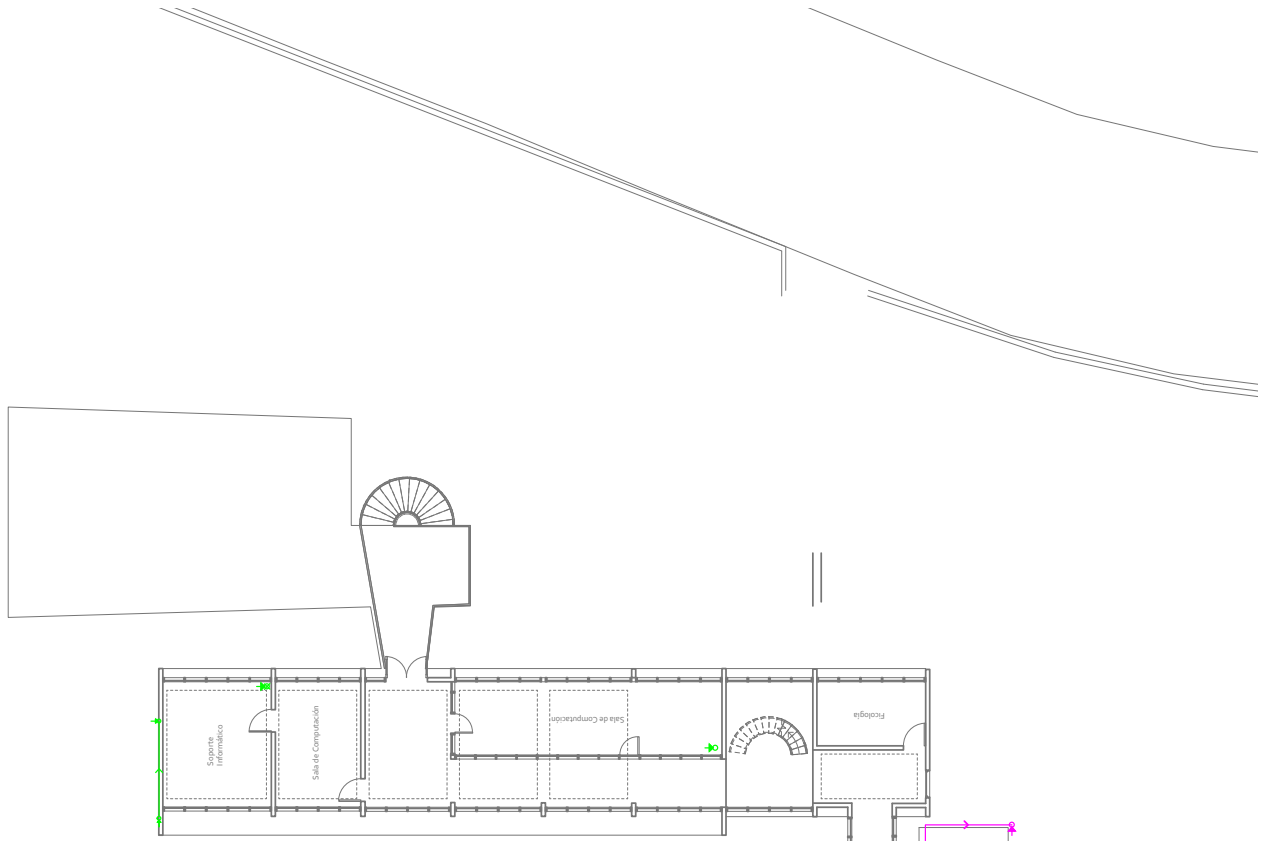
FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA. Avenida Borgoño 16344, Montemar, Viña del Mar, Región de Valparaíso		Nº PLANO P01	
PLANIMETRÍA: PLANTA BAJA. INSTALACIONES SANITARIAS	ESCALA: 1 / 250	FECHA: 27 / 07 / 2018	
PROGRAMA POSTGRADO: Magister en Rehabilitación Arquitectónica Sostenible	ARQUITECTO: ENRIQUE GEBHARD POUL		
<p>1.- La red de evacuación de aguas negras del volumen oriente del edificio, descendiendo adosada a uno de los pilares bajo la sala de computación para luego llegar a una cámara de registro.</p> <p>2.- Por su parte la red de evacuación de aguas grises de volumen oriente del edificio, se descarga por la fachada norte. La cámara de registro donde se une a las descargas de aguas grises proveniente de la sala de prácticos bajo el edificio. Por su parte a esta red se le unen las descargas de agua gris y agua negra de los baños que también están en la planta baja.</p> <p>3.- La evacuación de aguas grises del volumen sur del edificio descende desde los laboratorios por una tubería de descarga que atraviesa la sala de acuario en la planta baja, para luego llegar a la gran cámara sanitaria de registro.</p> <p>4.- La red de evacuación de aguas grises y negras proveniente de los baños ponientes del edificio ingresa a través del muro norte a la planta baja. Según nos informa el encargado, desde allí se distribuye de cámara en cámara hasta llegar a una sala ubicada en el costado oriente del volumen sur que alberga una gran cámara sanitaria de registro, la cual en su parte superior cuenta con una cámara de trituras para el tratamiento de los residuos orgánicos.</p> <p>5.- Existe una red de evacuación auxiliar para el agua filtrada de los laboratorios, esta red tiene dos puntos de salida en la fachada sur del edificio.</p> <p>6.- Los últimos tramos de la red de evacuación se ubican en las cámaras estructuras que están al costado sur de la pasarela de acceso, de estas dos cámaras sólo existe una en funcionamiento, la cual distribuye los residuos hasta una estación de bombeo que finalmente eleva la red para unirse a la red urbana.</p>			















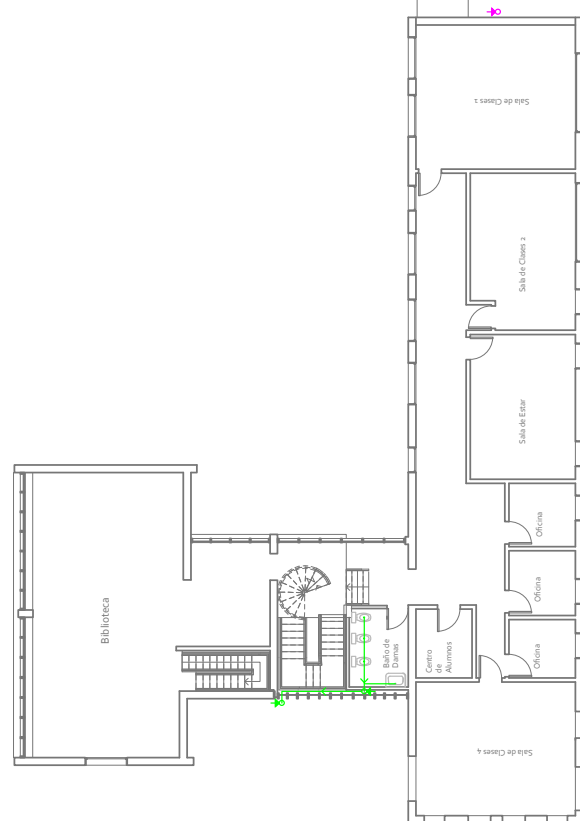
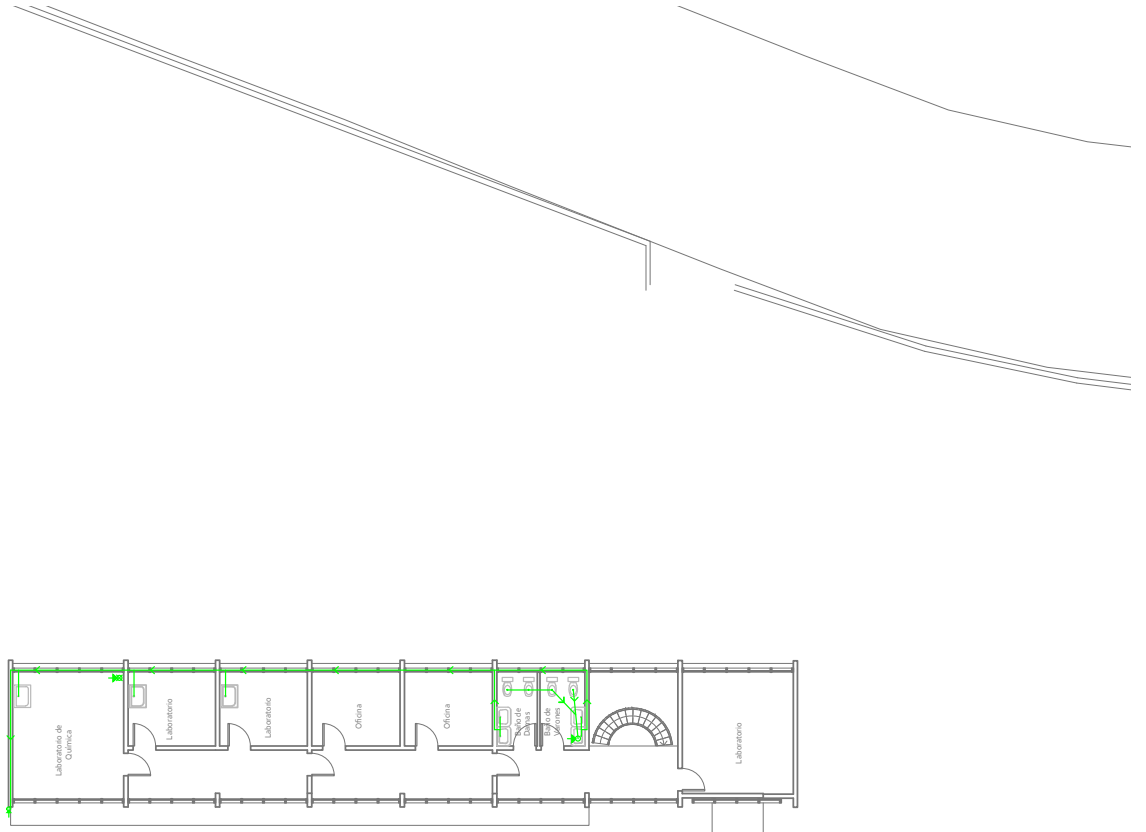
FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA - Avenida Borgoño 16344, Montemar, Viña del Mar, Región de Valparaíso		Nº PLANO P02	
PLANIMETRÍA: PLANTA 1er NIVEL - INSTALACIONES SANITARIAS	ESCALA: 1 / 250	FECHA: 27 / 07 / 2018	
PROGRAMA POSTGRADO: Magíster en Rehabilitación Arquitectónica Sostenible	ARQUITECTO: ENRIQUE GEBHARD POUL		
<ol style="list-style-type: none"> 1.- La red de evacuación de aguas negras del volumen oriente del edificio, desciende desde el tercer piso por la losa de los baños atraviesa la esquina sur-ponteante al interior de la sala de computación, para luego continuar adosada a uno de los pilares. 2.- La evacuación de aguas grises del volumen sur del edificio ocurre al interior de los laboratorios, por medio de un ramal adosado a los muros con orientación sur. Según comentarios de los propios investigadores que utilizan estos recintos la tubería emite contaminantes olores desagradables. 3.- La red de evacuación de aguas grises y negras del volumen puenteante del edificio, desciende por la fachada puenteante, ramal proveniente de los baños del tercer nivel es visible desde los espacios de circulación, e incluso es posible escuchar las descargas. 			















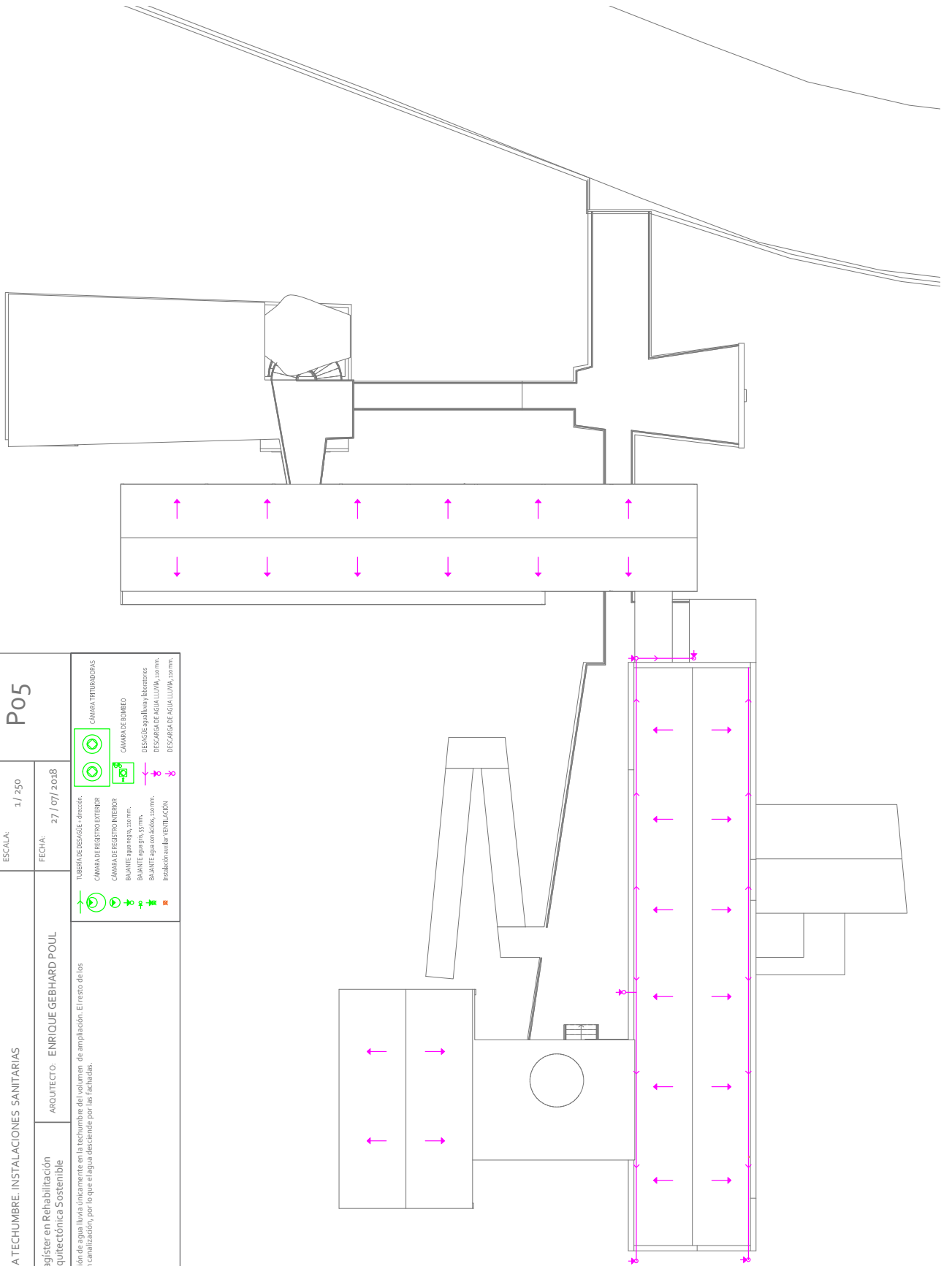
FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA. Avenida Borgoño 16344, Montemar, Viña del Mar, Región de Valparaíso		Nº PLANO
P03		
PLANIMETRÍA: PLANTA 2do NIVEL. INSTALACIONES SANITARIAS	ESCALA: 1 / 250	
PROGRAMA POSTGRADO: Magíster en Rehabilitación Arquitectónica Sostenible	FECHA: 27 / 07 / 2018	
ARQUITECTO: ENRIQUE GEBHARD POUL		
<p>1.- La red de evacuación de aguas grises del volumen oriente del edificio, desciende desde el tercer piso por la losa de los baños a través la esquina sur-poniente al interior de la sala de computación, para luego continuar adosada a uno de los pilares.</p> <p>2.- La evacuación de aguas grises del volumen sur del edificio ocurre al interior de los laboratorios, por medio de un animal sanitario que empuja los residuos de los propios investigadores que utilizan sus recintos la tubería empuja los residuos de manera estable.</p> <p>3.- La red de evacuación de aguas grises y negras del volumen poniente del edificio, desciende por la fachada poniente, atravesando una ventana e ingresando nuevamente al edificio por el muro norte de la planta baja. No obstante el animal proveniente de los baños del tercer nivel es visible desde los espacios de circulación, e incluso es posible escuchar las descargas.</p>	<p> TUBERÍA DE DESAGUE 4 dirección. CÁMARA DE REGISTRO EXTERIOR CÁMARA DE REGISTRO INTERIOR BAÑANTE agua negra, 100mm. BAÑANTE agua gris, 50 mm. Instalación animal VENTILACION </p> <p> CÁMARA DE BOMBEO DESAGÜE agua lluvia - laboratorios DESAGÜE DE AGUA LLUVIA, 200mm. DESAGÜE DE AGUA LLUVIA, 200mm. </p>	



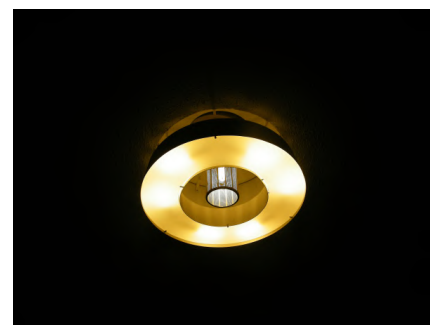
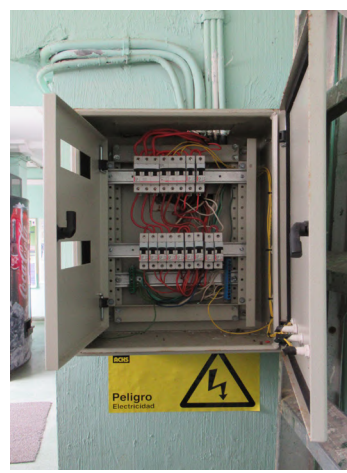
FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA. Avenida Borgoño 16344, Montemar, Viña del Mar, Región de Valparaíso		Nº PLANO
PLANIMETRÍA: PLANTA 3er NIVEL. INSTALACIONES SANITARIAS		P04
ESCALA:	1 / 250	
FECHA:	27 / 07 / 2018	
PROGRAMA POSTGRADO:	Magister en Rehabilitación Arquitectónica Sostenible	ARQUITECTO: ENRIQUE GEBHARD POUL
1.-	La red de evacuación de aguas grises utiliza un ramal que luego se descarga por la fachada norte del laboratorio de química. Adicionalmente en este mismo laboratorio existe un bajante para residuos ácidos, que por lo general terminan almacenando en tubería de cobre.	 TUBERÍA DE DESAGÜE - dirección.  CAMARAS DE REGISTRO EXTERIOR  CAMARAS DE REGISTRO INTERIOR  BIOMANTE aguas negras, 1,10 mm.  BIOMANTE aguas grises, 1,5 mm.  DESCARGAS DE AGUAS LUBR. 20 mm.  Instalación auxiliar VENTILACION.
2.-	La red de evacuación de aguas grises y del agua caliente del edificio, desciende desde la base de las fijas, atraviesa la red de evacuación de aguas grises y se descarga en el exterior.	 CAMARA TRILABORATORIOS  CAMARA DE BOMBEO  DESCARGAS AUXILIARES LABORATORIOS  DESCARGAS DE AGUAS LUBR. 20 mm.  DESCARGAS DE AGUAS LUBR. 20 mm.
3.-	La red de evacuación de aguas grises y negras del volumen norte del edificio, desciende por la fachada norte, atravesando una ventana e ingresando nuevamente al edificio por el muro norte de la planta baja. No obstante el ramal proveniente de los baños de tercer nivel es viable desde los espacios de circulación, e incluso es posible escuchar las descargas.	



FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA. Avenida Borgoño 46344, Montemar, Viña del Mar, Región de Valparaíso		Nº PLANO
PLANIMETRÍA: PLANTA TECHUMBRE. INSTALACIONES SANITARIAS	ESCALA: 1/250	P05
PROGRAMA POSTGRADO: Magister en Rehabilitación Arquitectónica Sostenible	FECHA: 27/07/2018	
ARQUITECTO: ENRIQUE GEBHARD POUL	<p>1.- Existe red de evacuación de agua lluvia únicamente en la techumbre del volumen de ampliación. El resto de los volúmenes no poseen canalización, por lo que el agua desciende por las fachadas.</p>	
<p>  TUBERÍA DE DESAGÜE - dirección.  CÁMARA DE REGISTRO EXTERIOR  CÁMARA DE REGISTRO INTERIOR  BARRANTE para agua sucia, 100 mm.  BARRANTE para agua sucia, 100 mm.  BARRANTE para agua sucia, 100 mm.  Instalación de ventilación </p> <p>  CÁMARA DE BOMBEO  CÁMARA DE BOMBEO  DESAGÜE de aguas lluvias y laboratorios  DESCARGA DE AGUA LLUVIA, 100 mm.  DESCARGA DE AGUA LLUVIA, 100 mm. </p>		



INSTALACIONES ELÉCTRICAS

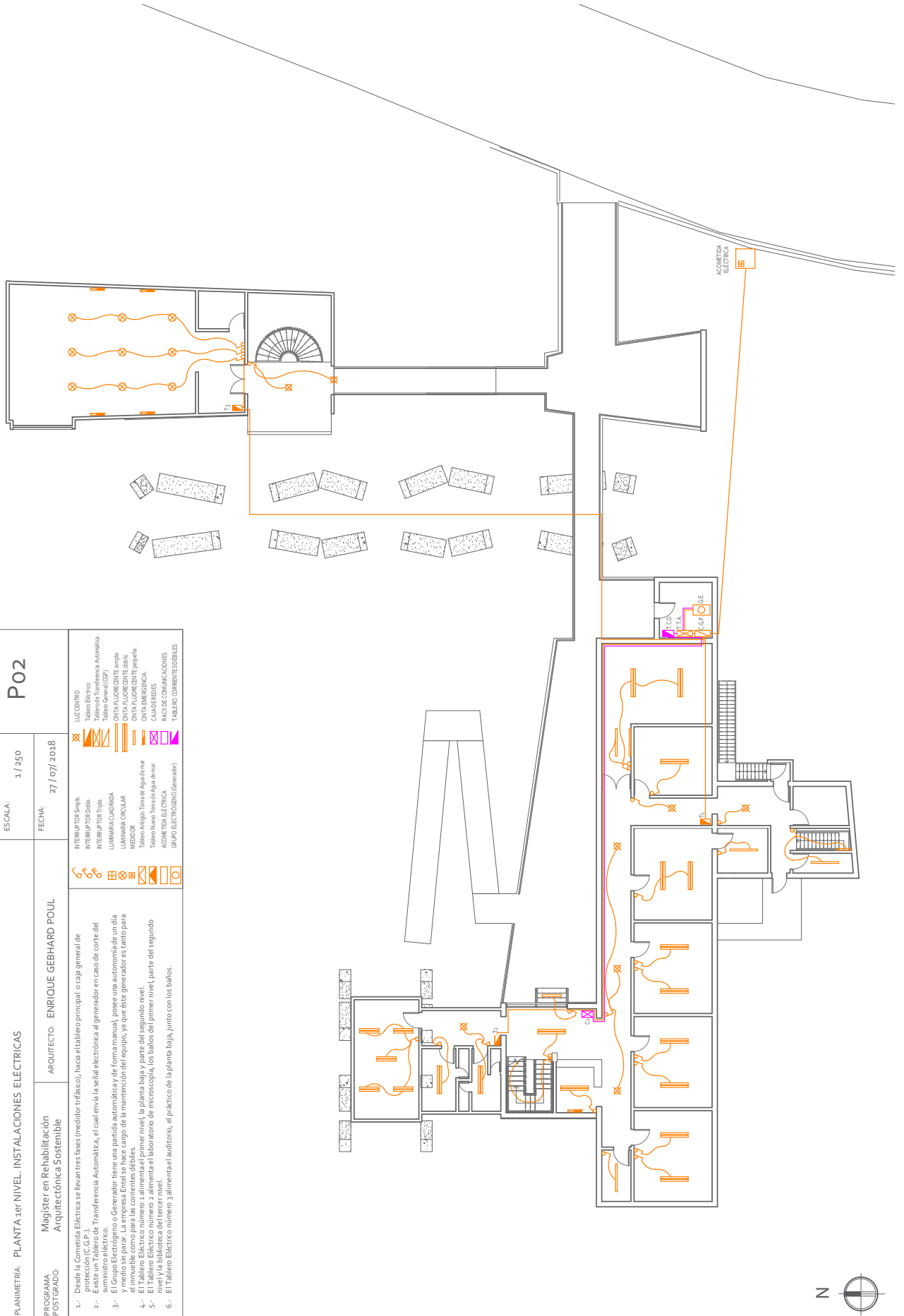


REGISTRO FOTOGRÁFICO, INSTALACIONES ELÉCTRICAS, COLECCIÓN DE AUTORES.

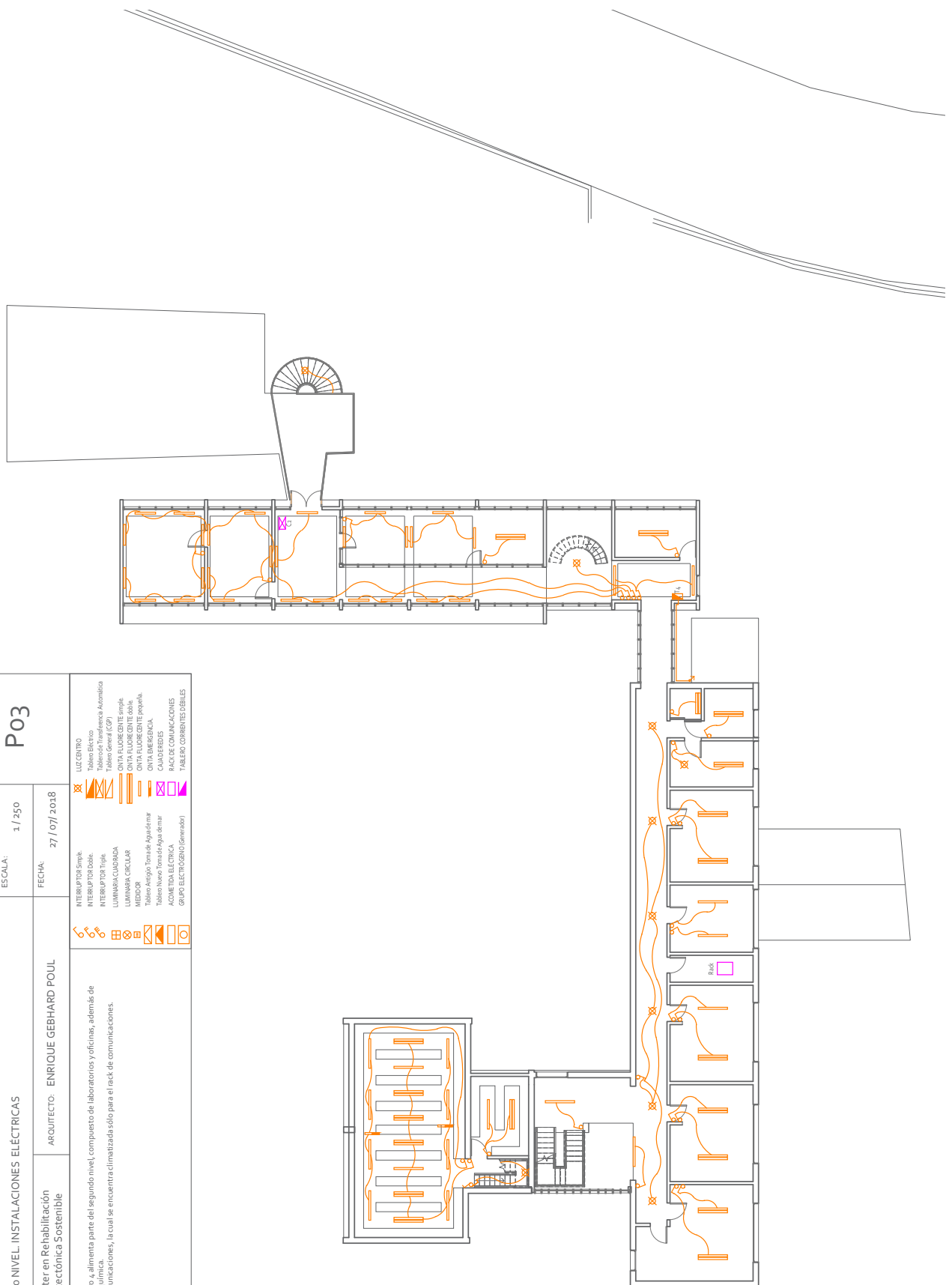
FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA. Avenida Borgoño 16344, Montemar, Viña del Mar, Región de Valparaíso		Nº PLANO
PLANIMETRÍA:	PLANTABAJA. INSTALACIONES ELÉCTRICAS	P01
ESCALA:	1 / 250	
FECHA:	27 / 07 / 2018	
PROBAMA POSTGRADO:	Magíster en Rehabilitación Arquitectónica Sostenible	ARQUITECTO: ENRIQUE GEBHARD FOUL
<p>1.- Tanto el antiguo como el nuevo tablero de toma de agua marina, actualmente no se encuentran en uso, producto de la marginadas que afectaron la bomba de succión.</p>		
<p>  INTERUP POR SIMPLE:  INTERUP POR DOBLE:  LUMINARIA CUADRADA:  LUMINARIA CIRCULAR:  MEDIDOR:  Tablero Arreglo Toma de Agua de mar:  Tablero Nuevo Toma de Agua de mar:  ACOMODIDA ELECTRICA:  GRUPO ELECTROGENO (Generador):  </p> <p> LUZ CENTRO:  Tablero Electrico:  Tablero de Transferencia Automática:  Tablero de Transferencia Manual:  CINTA ELABORANTE DOBLE:  CINTA ELABORANTE PEQUEÑA:  CINTA EMERGENCIA:  CAJA DE REDES:  PAQUETE DE COMUNICACIONES:  TABLERO CORRIENTES DEBILES:  </p>		



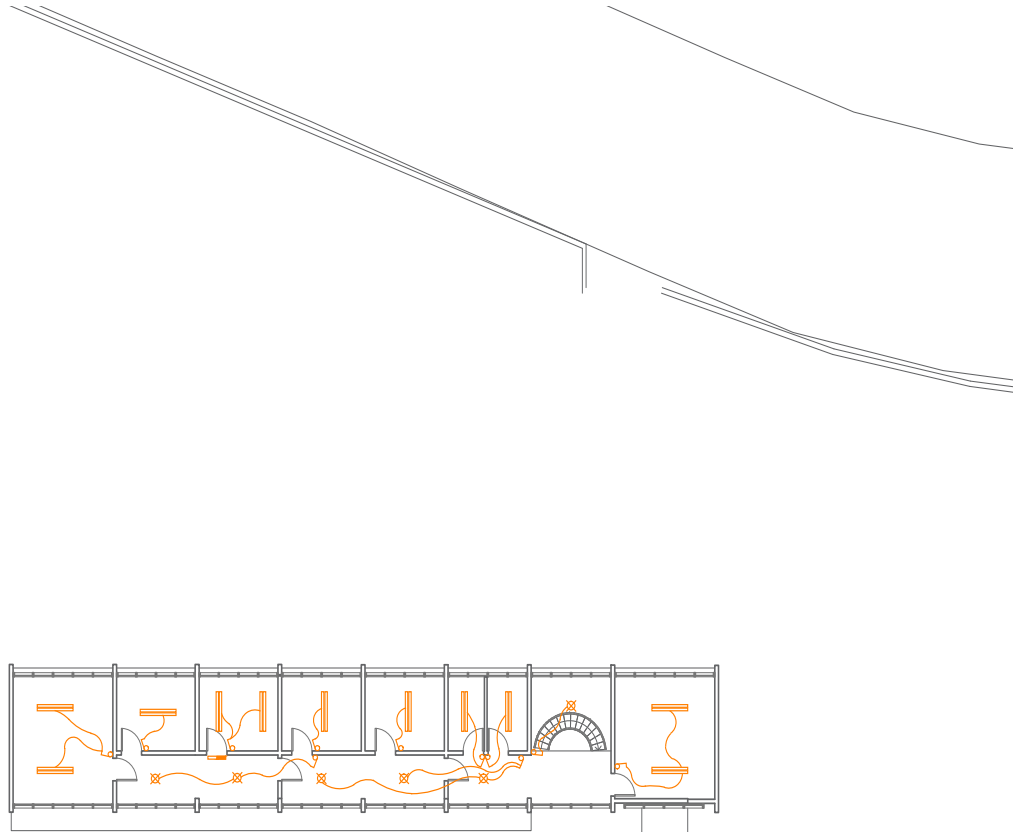
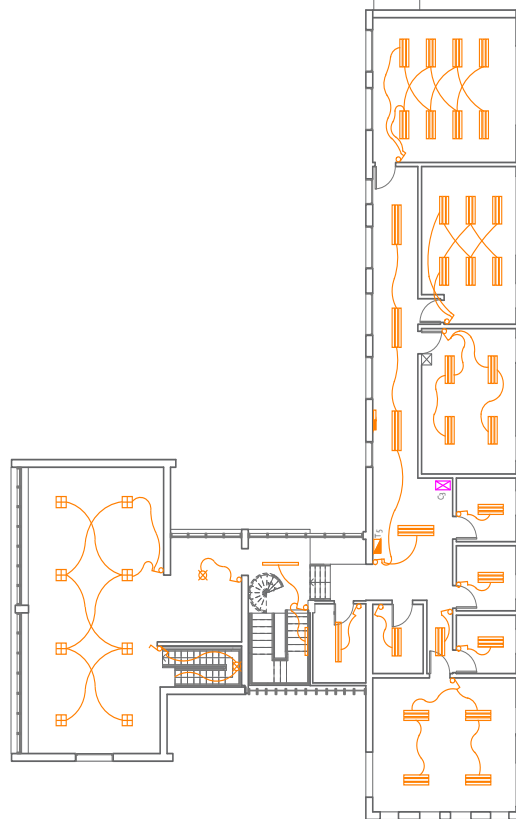
FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA. Avenida Borgoño 16344, Montemar, Viña del Mar, Región de Valparaíso		Nº PLANO
PLANIMETRÍA: PLANTA 1er NIVEL. INSTALACIONES ELÉCTRICAS		P02
PROGRAMA POSTGRADO:	Magister en Rehabilitación Arquitectónica Sostenible	ARQUITECTO: ENRIQUE GEBHARD POUL
ESCALA:	1 / 250	FECHA: 27 / 07 / 2018
1.- Desde la Comedida Eléctrica se llevan tres fases (medidor trifásico), hacia el tablero principal o caja general de protección (C.G.P.).	2.- Existe un Tablero de Transferencia Automática, el cual envía la señal electrónica al generador en caso de corte del suministro eléctrico.	3.- El Generador tiene una partida automática y de forma manual, posee sus avisos de modo y medio de parar. La empresa Entel se hace cargo de la mantención del equipo, ya que éste generador es tanto para el inmueble como para las corrientes débiles.
4.- El Tablero Eléctrico número 2 alimenta el primer nivel, la planta baja y parte del segundo nivel.	5.- El Tablero Eléctrico número 3 alimenta el laboratorio de microscopía, los baños del primer nivel, parte del segundo nivel y la Biblioteca del tercer nivel.	6.- El Tablero Eléctrico número 3 alimenta el auditorio, el práctico de la planta baja, junto con los baños.

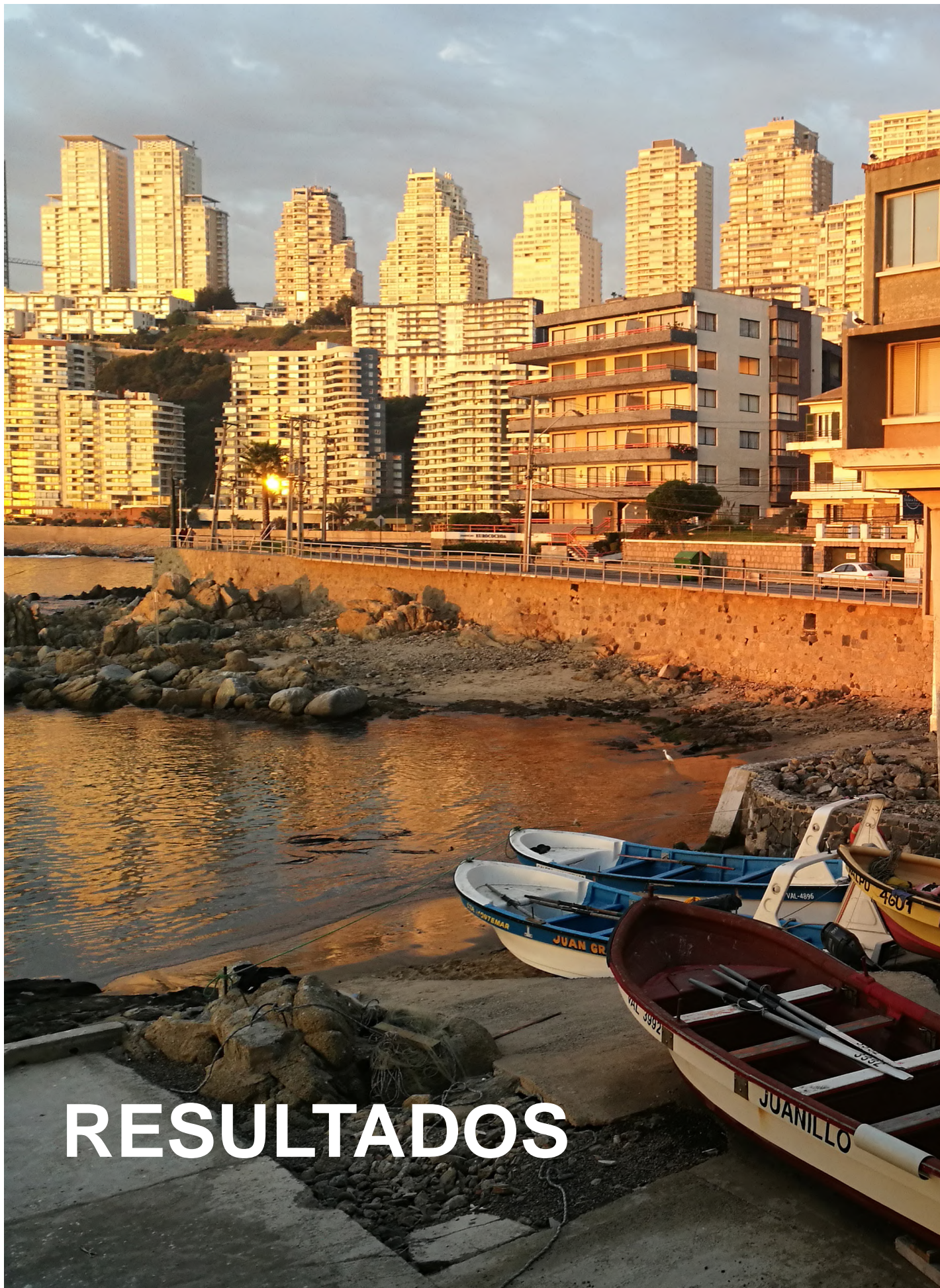


<p>FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA. Avenida Borgoño 16344, Montemar, Viña del Mar, Región de Valparaíso</p>		<p>Nº PLANO</p> <p>P03</p>
<p>PLANIMETRÍA: PLANTA 2do NIVEL. INSTALACIONES ELÉCTRICAS</p>	<p>ESCALA: 1 / 250</p>	
<p>PROGRAMA POSTGRADO: Magíster en Rehabilitación Arquitectónica Sostenible</p>	<p>FECHA: 27 / 07 / 2018</p>	
<p>ARQUITECTO: ENRIQUE GEBHARD POUL</p>	<p>1.- El Tablero Eléctrico número 6 alimenta parte del segundo nivel, compuesto de laboratorios y oficinas, además de Espacios para uso de telecomunicaciones, la cual se encuentra climatizada solo para el rack de comunicaciones. 2.- Existe una sala de telecomunicaciones, la cual se encuentra climatizada solo para el rack de comunicaciones.</p>	
<p>  INTERRUPTOR SIMPLE  INTERRUPTOR DOBLE  INTERRUPTOR TRIPLE  LUMINARIA CUADRADA  LUMINARIA CIRCULAR  Tablero de agua caliente  Tablero de agua fría  ACUMTIDIA ELÉCTRICA  GRUPO ELECTROGÉNICO (generador) </p>	<p>  LUZ CENTRO  Tablero de referencia  Tablero de referencia automática  Tablero General (CGP)  ONTA FLUORESCENTE simple  ONTA FLUORESCENTE doble  Lámpara fluorescente  Lámpara incandescente  CABLES DE COMUNICACIONES  TABLERO CORRIENTES DÉBILES </p>	



FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA. Avenida Borgonio 16344, Montemar, Viña del Mar, Región de Valparaíso		Nº PLANO
PLANIMETRÍA: PLANTA 3er NIVEL. INSTALACIONES ELÉCTRICAS	ESCALA: 1 / 250	P04
PROGRAMA: Magister en Rehabilitación Arquitectónica Sostenible	FECHA: 27 / 07 / 2018	
ARQUITECTO: ENRIQUE GEBHARD POUL	<p>1.- El Tablero Eléctrico número 5 alimenta solamente la parte intervenida, en dónde se encuentran las salas de clases, sala de estar y oficinas.</p>	
<p>  INTERRUPTOR simple  INTERRUPTOR doble  LUMINARIA CUADRADA  MEDIDOR  Tablero de distribución  Tablero Nuevo  ACOMETIDA ELÉCTRICA  GRUPO ELECTROGÉNICO (Generador) </p> <p>  LUZ CENTRO  Tablero Eléctrico  Tablero de Transferencia Automática  INTERRUPTOR simple  INTERRUPTOR doble  LUMINARIA CIRCULAR  MEDIDOR  Tablero de distribución  Tablero Nuevo  ACOMETIDA ELÉCTRICA  GRUPO ELECTROGÉNICO (Generador) </p>		





RESULTADOS



FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA MONTEMAR, FERNANDA GONZALEZ

VALORACIÓN DE LA OBRA

(1959)

LOS OBJETIVOS PLANTEADOS POR GEBHARD

LO FUNCIONAL:

- + Resolver las complejas funciones del edificio.

LO GEOGRÁFICO:

- + El paisaje y el respeto por la playa.

LA ARQUITECTURA:

- + El juego y equilibrio de los volúmenes.
- + El encuentro exacto de los materiales.
- + La permanencia del espacio y del paisaje como necesidad cultural.
- + Búsqueda de la intimidad en su espacio interior necesarios al trabajar y descansar.
- + Destacar los centros de interés dinámico.

VALOR HISTÓRICO:

- + Se reconoce en la Facultad de Biología Marina una obra ineludible del panorama de la arquitectura moderna en Chile durante la segunda mitad del siglo XX.

VALOR ARQUITECTÓNICO:

- + Su composición e integración con el paisaje, independiente de los volúmenes no construidos.
- + Expresión paradigmática de la comprensión del espacio arquitectónico.

VALOR SOCIAL:

- + Intención de integrar a la caleta de pescadores a la facultad.

VALOR CIENTÍFICO:

- + Primera Estación de Biología Marina en Sudamérica.

VALOR DE ARRAIGO:

- + Sentible entendimiento del espacio en todas sus dimensiones.
- + Creación de espacios exteriores que permiten apreciar la magnitud absoluta del entorno.

PERFIL DE VALORACIÓN

	Amenazas	Fundamentación	Gravedad	Elementos expuestos	Impacto en los Valores
NATURALES	Terremoto	Puede ocasionar daños estructurales menores hasta irreparables.	Alta	Edificio Completo	Históricos, Arquitectónicos y en caso de extremo de Arraigo
	Tsunami	Puede ocasionar daños estructurales con la fuerza del impacto. Además de provocar inundaciones y en consecuencia otros daños.	Alta	Planta Baja y Primera Nivel Completos. Espacios de auditorio y laboratorios. Además de Pilares de Hormigón.	Históricos y Arquitectónicos
	Factores Atmosféricos	Capaces de inducir patologías y empeorar daños previos.	Alta	Edificio Completo	Históricos, Arquitectónicos y Científicos.
	Inundaciones Costeras	Pueden ocasionar daños a la estructura de hormigón dado los componentes químicos que transporten.	Alta	Planta Baja y Primera Nivel Completos. Espacios de auditorio y laboratorios. Además de la Caleta de Pescadores.	Sociales, Históricos, Arquitectónicos y Científicos.
	Deslizamientos	Dependiendo de la intensidad con la que la columna de escombros impacte al edificio, podrán producirse daños menores a irreparables.	Baja	Planta Baja y Volumen Oriente	Sociales, Históricos, Arquitectónicos y Científicos.
	Humedad	Capaces de inducir patologías y empeorar daños previos.	Muy Alta	Edificio Completo	Arquitectónicos, Históricos, Científicos y de Arraigo.
	Acción del Viento	Capaz de enrarecer la calidad del aire.	Media	Edificio Completo En especial volumen sur y poniente.	Arquitectónicos y Científicos.
	Radiación Solar	Capaz de propiciar la humedad en su ausencia.	Media	Edificio Completo En especial volumen sur y oriente incluido el auditorio.	Arquitectónicos, Históricos, Científicos y de Arraigo.

	Amenazas	Fundamentación	Gravedad	Elementos expuestos	Impacto en los Valores
ANTRÓPICAS	Incendios	Puede ocasionar daños muy graves o estructurales irreparables.	Media	Edificio Completo En especial Laboratorio de Química	Arquitectónicos, Sociales, Históricos, Científicos y de Arraigo.
	Vandalismo	Pueden ocasionar destrosos menores y pérdida de elementos estilísticos característicos.	Baja	Edificio Completo	Históricos y Arquitectónicos.
	Malas Intervenciones	Pueden producir daños irreparables a la estructura del edificio, además de ir en contra de la composición arquitectónica y estilística del mismo. Por lo demás pueden interferir con las condiciones de confort de los investigadores y usuarios en general.	Alta	Edificio Completo	Arquitectónicos, Sociales, Históricos, Científicos y de Arraigo.
	Mal manejo de elementos químicos y/o biológicos	Pueden ser causales de incendios accidentes y/o intoxicaciones. Asimismo la descarga irresponsable de estos líquidos puede resultar en un deterioro de las instalaciones.	Media	Edificio Completo En especial laboratorios.	Arquitectónicos, Sociales, Históricos, Científicos y de Arraigo.
	Mala Gestión y Mantención	Una mala gestión puede aumentar el riesgo general de las amenazas comprometiendo así el estado de conservación de la obra.	Media	Edificio Completo	Arquitectónicos, Sociales, Históricos, Científicos y de Arraigo.

ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN ARQUITECTÓNICA SOSTENIBLE

ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN SOSTENIBLE

1. ESTRATEGIAS URBANO - AMBIENTALES

1.1 **Plan de Gestión**, que incluya:

a. Gestión para el Riesgo:

- Protección a las amenazas Antrópicas
- Protección a las amenaza Naturales.

b. Gestión al Mantenimiento del Edificio.

c. Gestión respecto al Rol Socio-Económico de la Facultad de Biología Marina

2. ESTRATEGIAS COMPOSITIVAS

2.1 **Recuperar las antiguas terrazas habitadas** con un buen proyecto de instalaciones de evacuación de agua lluvia.

2.2 **Eliminar las instalaciones en desuso** y Reordenar las que actualmente se utilizan.

2.3 El futuro proyecto debería contemplar el **restauo completo de las instalaciones**, evitando soluciones parciales.

3. ESTRATEGIAS PARA EL CONFORT AMBIENTAL Y LA OCUPACIÓN

3.1 **Cambiar ventanas** simples, por dobles termo panel.

3.2 Mejorar la **calidad del aire en los laboratorios** (basados en el olor químico evidenciado durante las visitas al edificio)

- a. Dotar de climatización general a todo el edificio.

4. ESTRATEGIAS TECNICO ESTRUCTURALES

4.1 **Reforzar el hormigón** con otro que incluya aditivos.

4.2 **Colocar fieltros de humedad** en los laboratorios sobre todo en las tuberías de desagüe.

4.3 **Reemplazar las escaleras.**

- a. Proyecto de Restauración de las Circulaciones.
- b. Como último recurso cambiar la composición de las escaleras.



BIBLIOGRAFÍA



BIBLIOTECA FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA-MONTEMAR, FERNANDA GONZALEZ

BIBLIOGRAFÍA

M. ATRIA

2005. "La Permanencia del Paisaje como Fundamento en la Estación de Biología Marina de Montemar". Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile. 179 p.

R. D'ALENCON.

2008. "Acondicionamientos: Arquitectura y Técnica". Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile, Ediciones ARQ. 219 p.

F. PÉREZ OYARZUN.

2017. "Arquitectura en el Chile del siglo xx. Volumen 2: Modernización y Vanguardia 1930 - 1950". Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile, Ediciones ARQ: p. 118 - 119.

DOCOMOMO.

2009. "Patrimonio Moderno y Ciudad: 3er Seminario Docomomo_Chile". Valparaíso: Pontificia Universidad Católica de Chile, Ediciones ARQ: p. 99 - 101.

H. ELIASH Y M. MORENO.

"Arquitectura y Modernidad en Chile / 1925 - 1965: Una Realidad Múltiple". Valparaíso: Ediciones Universidad de Chile, Serie Arte / Arquitectura: p. 41.

O. CÁCERES GONZALEZ.

2007. "La Arquitectura de Chile Independiente". Concepción: Ediciones Universidad del Bio - Bio: 95 p.

V. MUÑOZ GÁLVEZ.

2015. "La Facultad de Ciencias relatada por sus protagonistas". Valparaíso: Revista Anales, Séptima Serie. N°8: p. 165 - 234.

INFOGRAFÍA

<http://www.artv.cl/enrique-gebhard/>
<https://www.youtube.com/watch?v=pPkgEvWni0s&t=865s>
<http://fadeu.uc.cl/newsletters/1435-boletin-fadeu-n-83-septiembre-2017>
<http://patrimoniocceanico.cl/antecedentes-patrimoniales-edificio-estacion-de-biologia-marina-de-montemar/>
<https://www.wmf.org/project/montemar-institute-marine-biology>
<http://www6.uc.cl/archivoarq/plano/html/begp.html>
<http://patrimoniocceanico.cl/patrimonio-universidad-de-valparaiso-edificio-montemar/>
<http://patrimoniocceanico.cl/antecedentes-patrimoniales-edificio-estacion-de-biologia-marina-de-montemar/>
http://www.uv.cl/universidad/facultad_de_cs_del_mar_y_de_recursos_naturales/
<https://www.wmf.org/project/montemar-institute-marine-biology>
<http://www.artv.cl/enrique-gebhard/>
<http://www6.uc.cl/archivoarq/plano/html/begp.html>
<http://www.epdip.com/arquitecto.php?id=13295>
<http://diario.elmercurio.com/detalle/index.asp?id={68e1cc6d-7d3d-4691-be69-5aace09a3030}>
<http://diario.elmercurio.com/detalle/index.asp?id={c9e10866-b156-4414-b076-6cdd8573859}>
<http://fadeu.uc.cl/newsletters/1435-boletin-fadeu-n-83-septiembre-2017>
<http://uv.cl/pdn/?id=2382>
<http://www.barqo.cl/v1/proyecto.php?tipo=132&arqto=Enrique%20Gebhard#prettyPhoto>

LUMINARIAS AUDITORIO FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA MONTEMAR, SEBASTIÁN FARÍAS.

ANEXOS

GRÁFICOS COMPARATIVOS DE LABORATORIOS SEGÚN TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA (Jueves 10 Mayo – Jueves 24 Mayo)

Gráfico comparativo de temperatura (°C) de laboratorios, con exterior

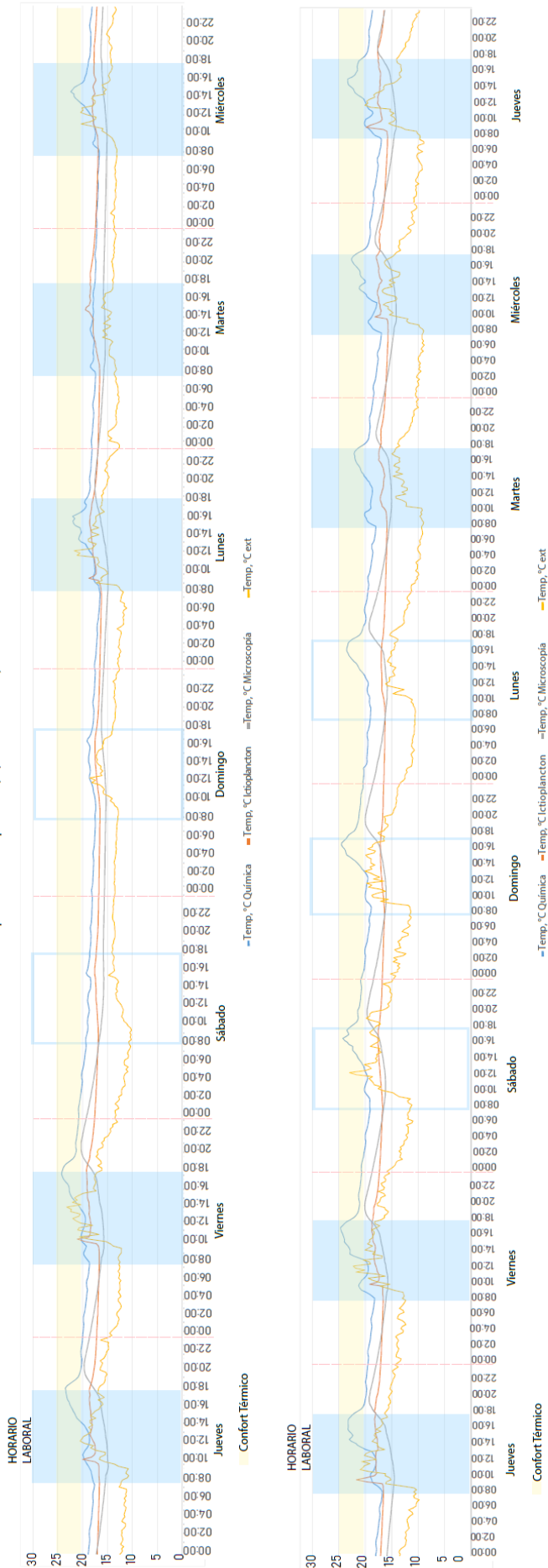
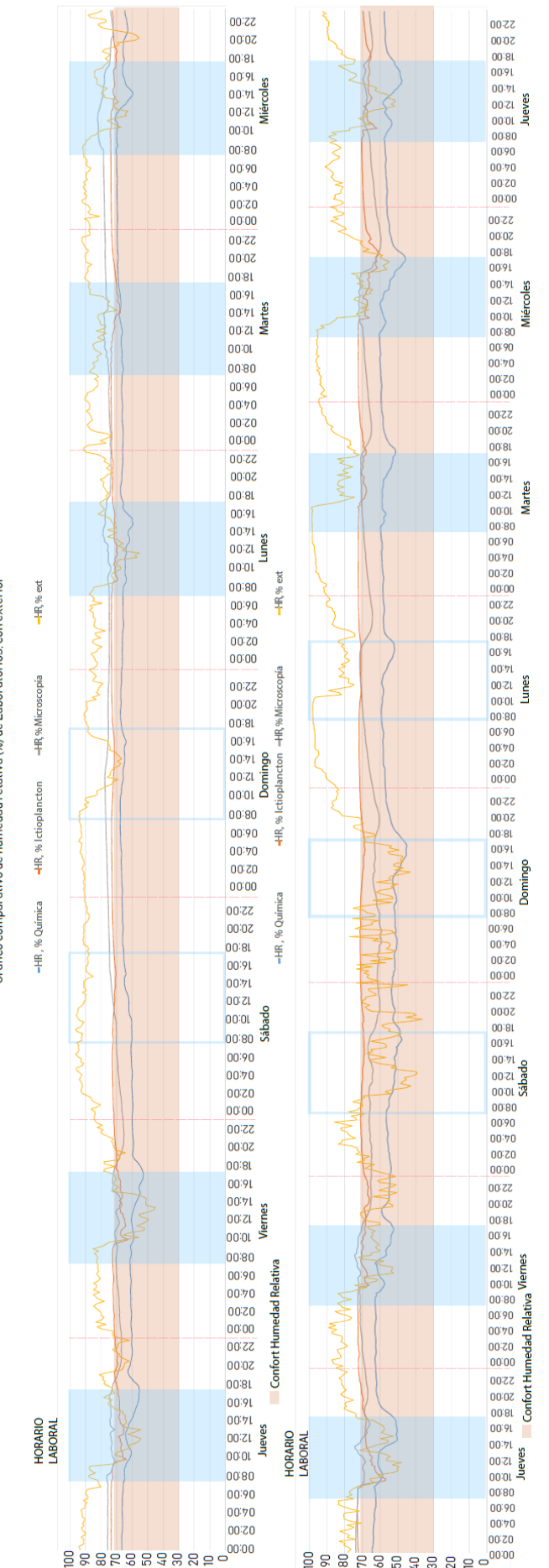


Gráfico comparativo de humedad relativa (%) de laboratorios, con exterior

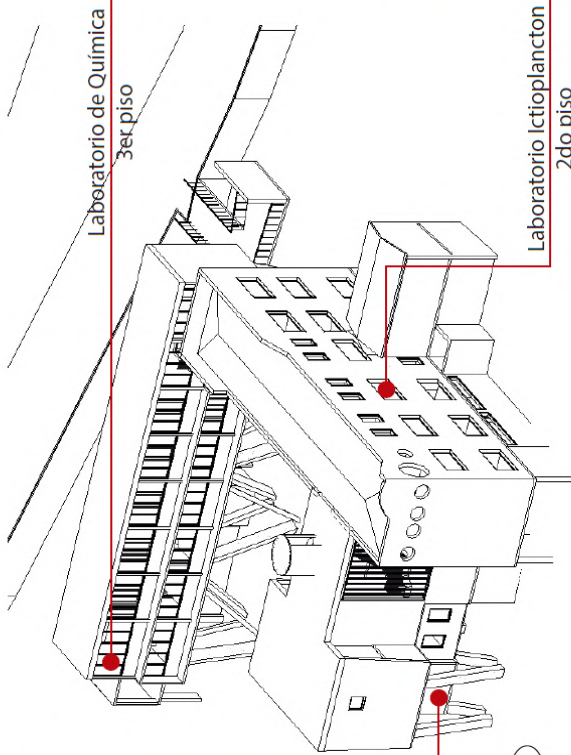


GRÁFICOS COMPARATIVOS DE LABORATORIOS SEGÚN TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA (Jueves 10 Mayo - Jueves 24 Mayo)

UBICACIÓN LABORATORIOS REGISTRADOS



Laboratorio Microscopia
1er piso



Laboratorio de Química
3er piso

Laboratorio Ictioplancton
2do piso

OCUPACIÓN

L. Química 5 personas 2 horas, mañana y tarde Calefacción	L. Ictioplancton 5 personas 8 horas, todo el día Calefacción	L. Microscopia 20-30 personas 2 horas, mañana y tarde
--	---	---

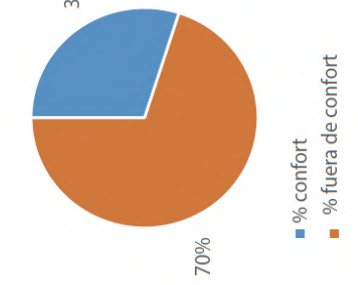
(Capacidad) uso:
Tiempo de uso:
Acondicionamiento:

HORAS DE CONFORT

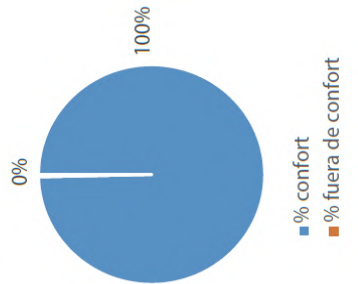
Rango de confort térmico : 20°C - 25°C

Rango de confort HR: 30% - 70%

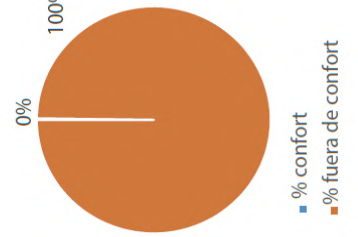
Confort Temperatura
Lab. Química
campana completa



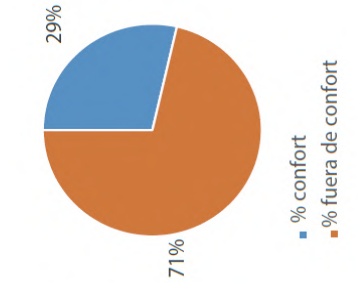
Confort Humedad Relativa
Lab. Química
campana completa



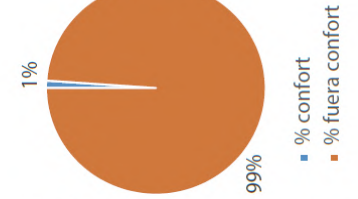
Confort Temperatura
Lab. Ictioplancton
campana completa



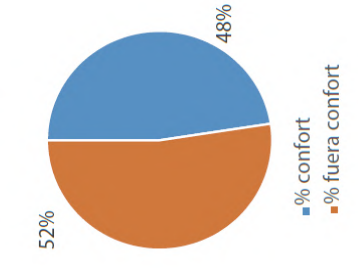
Confort Humedad Relativa
Lab. Ictioplancton
campana completa



Confort Temperatura
Lab. Microscopia
campana completa



Confort Humedad Relativa
Lab. Microscopia
campana completa

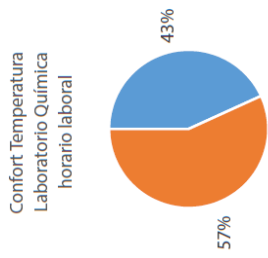


HORAS DE CONFORT

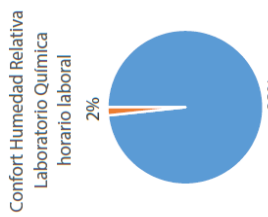
Rango de confort térmico : 20°C - 25°C

Rango de confort HR: 30% - 70%

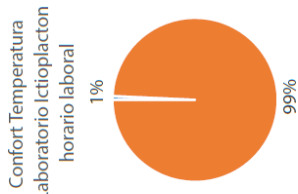
Horario laboral: 08:00 - 18:00 de Lunes a Viernes.



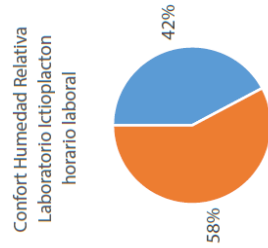
■ % confort
■ % fuera de confort



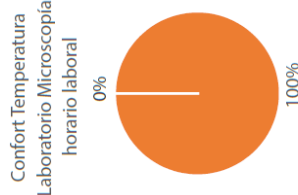
■ % confort
■ % fuera de confort



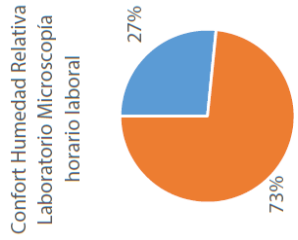
■ % confort
■ % fuera de confort



■ % confort
■ % fuera de confort



■ % confort
■ % fuera de confort



■ % confort
■ % fuera de confort

GRÁFICOS COMPARATIVOS DE SALAS SEGÚN TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA (Jueves 10 Mayo - Jueves 24 Mayo)

Gráfico comparativo temperatura (°C) de Salas, con exterior

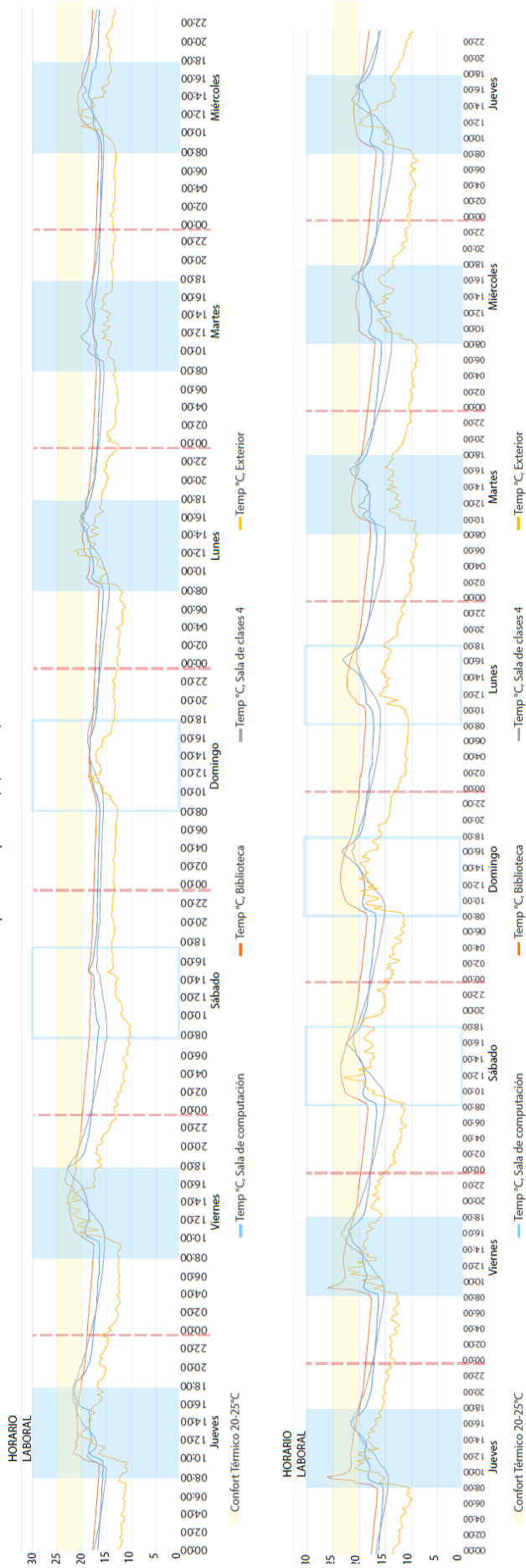
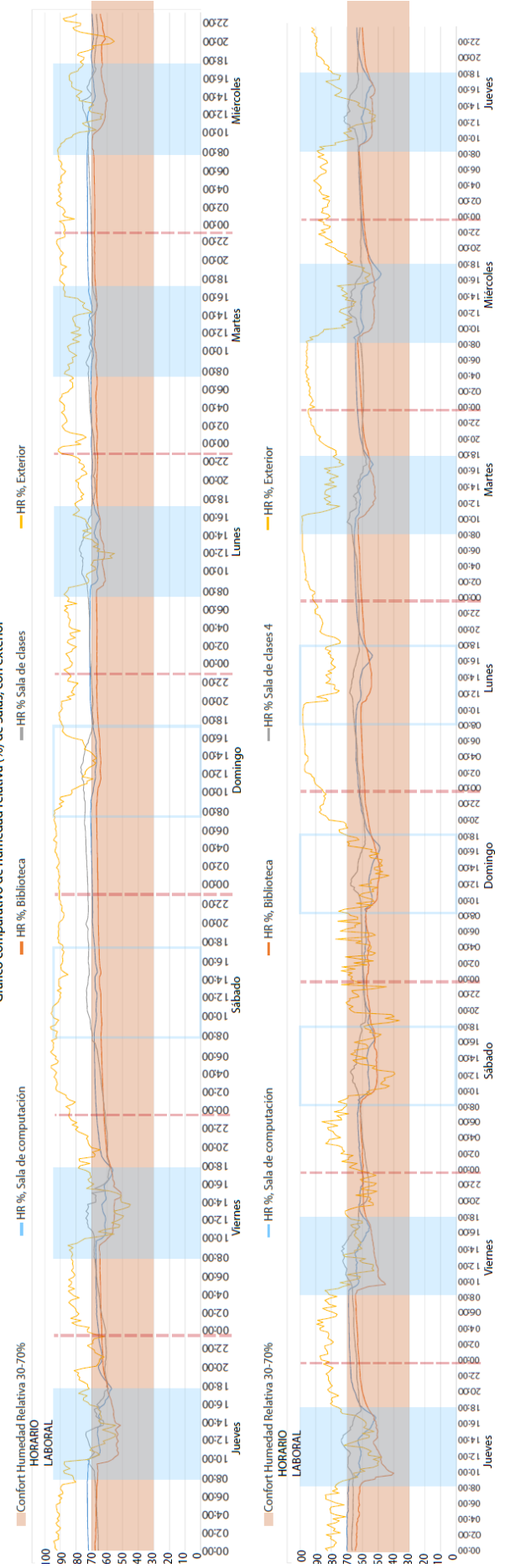


Gráfico comparativo de humedad relativa (%) de Salas, con exterior

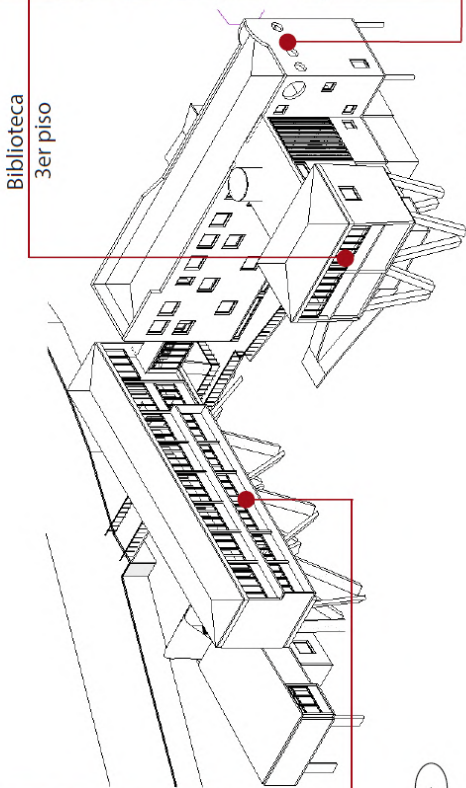


GRÁFICOS COMPARATIVOS DE SALAS SEGÚN TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA (Jueves 10 Mayo - Jueves 24 Mayo)

UBICACIÓN SALAS REGISTRADAS



Sala de computación
2do piso



Biblioteca
3er piso

Sala de clases 4
3er piso



OCUPACIÓN

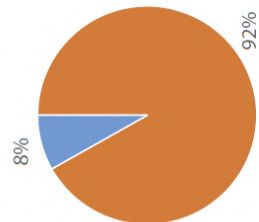
Sala de Computación 21 personas 1 hora aprox., mañana y tarde	Biblioteca 2 funcionarios y 10 personas de 09:00 a 19:00 hrs. Calefacción individual	Sala de Clases 4 29 personas 3 horas, mañana y tarde
--	--	---

Capacidad:
Tiempo de uso:
Acondicionamiento:

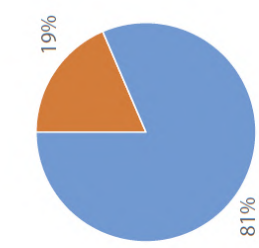
HORAS DE CONFORT

Rango de Confort térmico: 20-25 °C. Rango de Confort de HR: 30 - 70%.

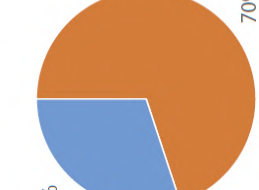
Confort Temperatura
Sala de Computación
campana completa



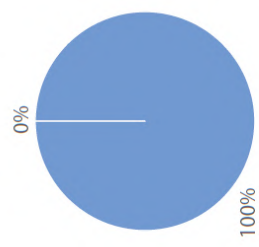
Confort Humedad Relativa
Sala de Computación
campana completa



Confort Temperatura
Biblioteca
campana completa



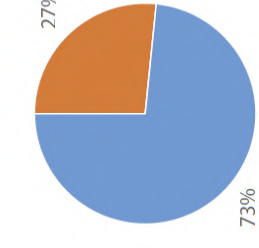
Confort Humedad Relativa
Biblioteca
campana completa



Confort Temperatura
Sala de Clases 4
campana completa



Confort Humedad Relativa
Sala de Clases 4
campana completa



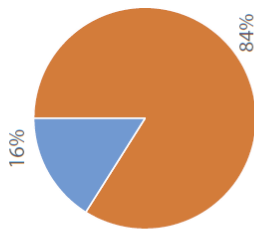
HORAS DE CONFORT

Rango de Confort térmico: 20-25 °C.

Rango de Confort de HR: 30 - 70%.

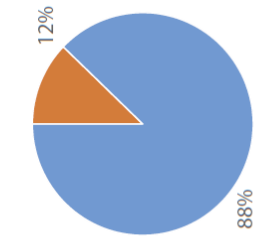
Horario laboral: 08:00 - 18:00 de Lunes a Viernes

Confort Temperatura
Sala de Computación
horario laboral



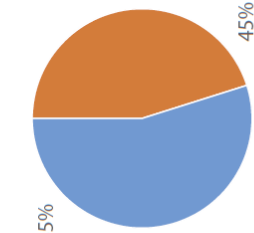
■ % confort
■ % fuera de confort

Confort Humedad Relativa
Sala de Computación
horario laboral



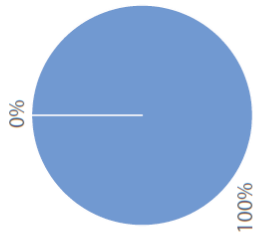
■ % confort
■ % fuera de confort

Confort Temperatura
Biblioteca
horario laboral



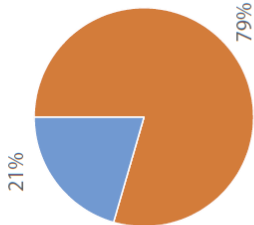
■ % confort
■ % fuera de confort

Confort Humedad Relativa
Biblioteca
horario laboral



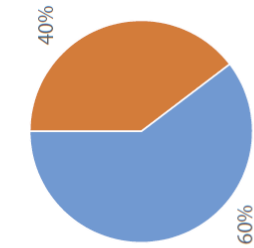
■ % confort
■ % fuera de confort

Confort Temperatura
Sala de Clases 4
horario laboral



■ % confort
■ % fuera de confort

Confort Humedad Relativa
Sala de Clases 4
horario laboral

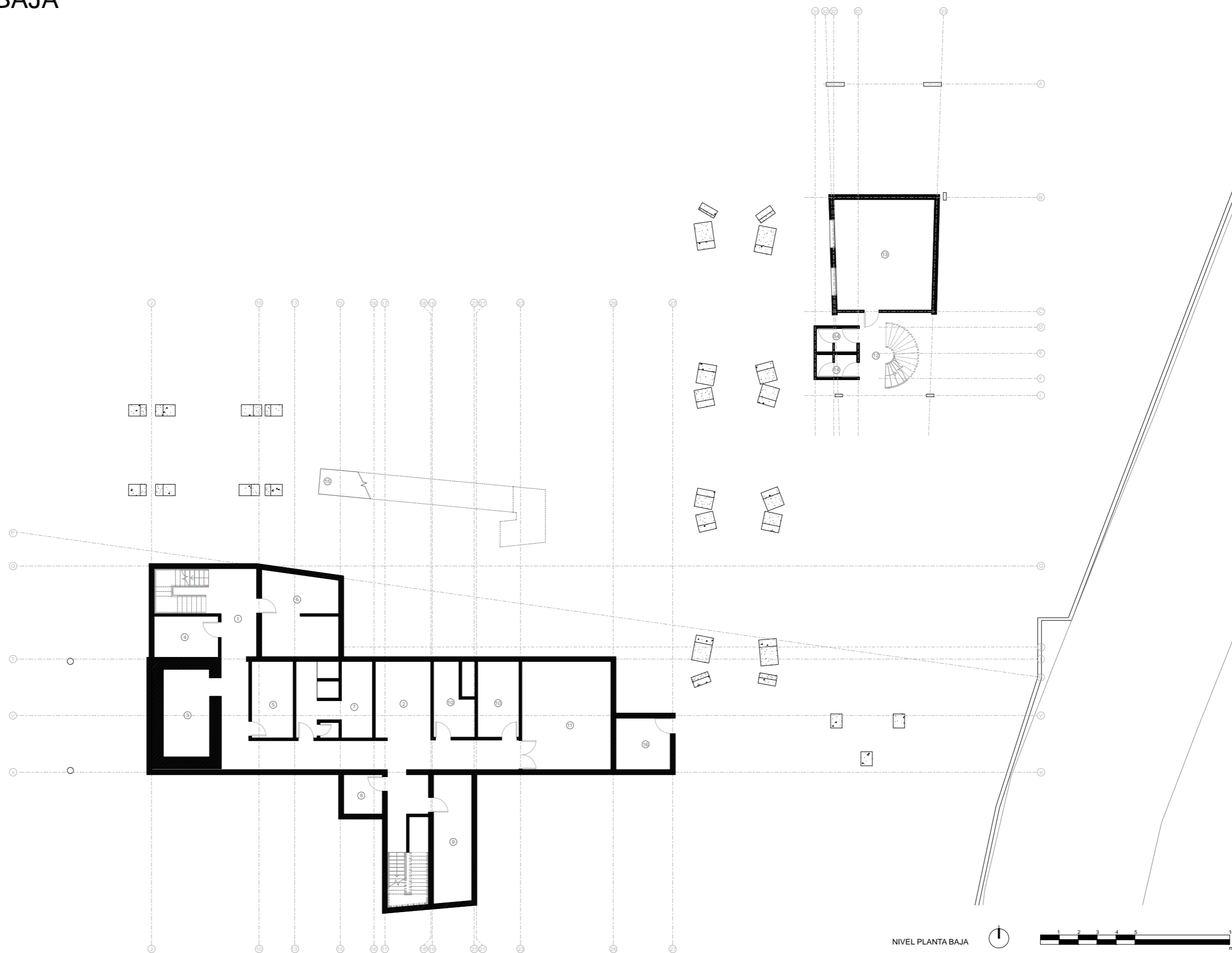


■ % confort
■ % fuera de confort

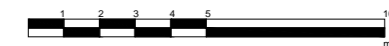
NIVEL PLANTA BAJA

PROGRAMAS

- 1 Circulación Personal de la Estación de Biología
- 2 Laboratorios, Reparación de Redes y Artefactos de Pesca
- 3 Sala de Microalgas
- 4 Oficina mayordomo
- 5 Laboratorios
- 6 Laboratorios
- 7 Camarines
- 8 Noria de Agua de Mar y Bombas
- 9 Filtros
- 10 Laboratorios
- 11 Sala de acuarios
- 12 Acceso a la Sala de Clases
- 13 Sala de Trabajos Prácticos
- 14 Baños
- 15 Acceso desde la playa a la Estación
- 16 Sala cámara sanitaria



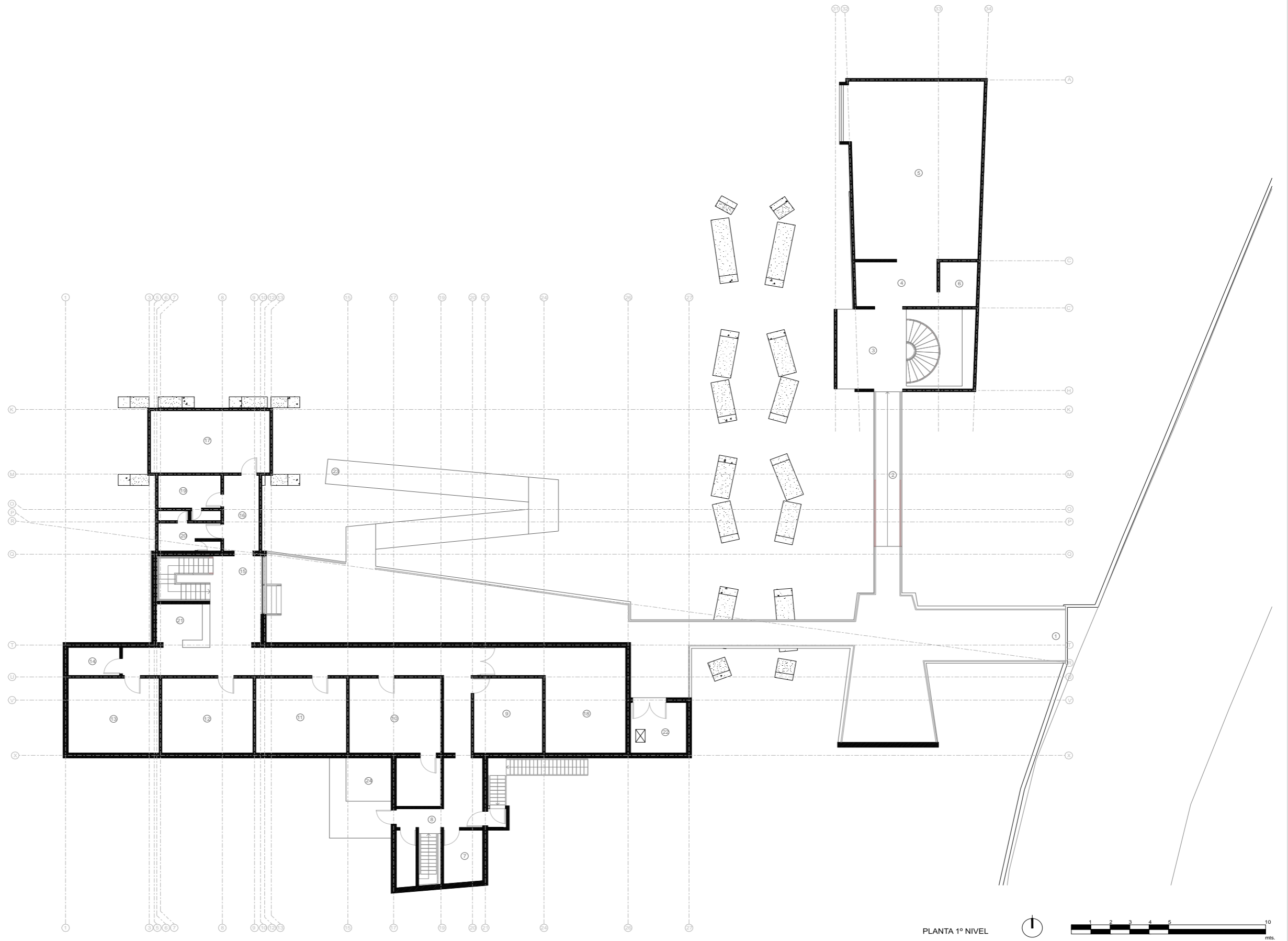
NIVEL PLANTA BAJA



1º NIVEL

PROGRAMAS

- 1 Acceso a la Estación de Biología Marina
- 2 Acceso al Pabellón de Docencia y Administración
- 3 Loggia
- 4 Acceso Auditorium
- 5 Auditorium (70 personas)
- 6 Sala Máquinas proyectoras
- 7 Sala alimentación Acuario
- 8 Llegada material del Mar
- 9 Parasitología
- 10 Biodiversidad
- 11 Biodiversidad
- 12 Ecología
- 13 Ecología
- 14 Anexo Ictiología
- 15 Acceso personal Científico
- 16 Pasillo
- 17 Sala de Microscopía
- 18 Sala de Cultivos
- 19 Baños Hombres
- 20 Baños Mujeres
- 21 Recepción
- 22 Cuarto de Electrónicos
- 23 Acceso desde la playa a la Estación
- 24 Bombas de agua

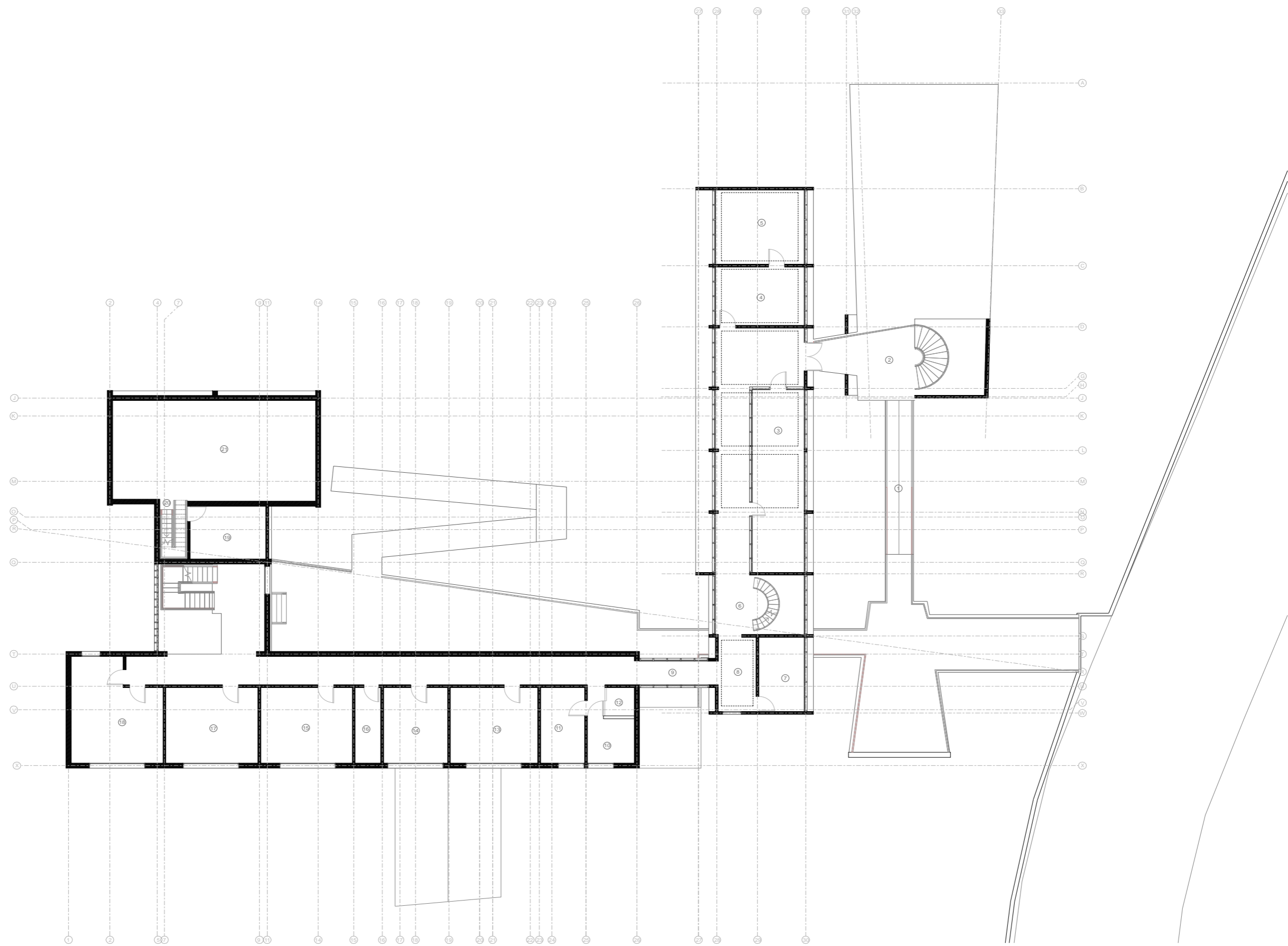


PLANTA 1º NIVEL



2º NIVEL

- PROGRAMAS
- 1 Acceso al pabellón de Docencia y Administración
 - 2 Pasarela de Acceso
 - 3 Sala de computación
 - 4 Sala de computación
 - 5 Soporte informático
 - 6 Acceso a piso superior
 - 7 Laboratorio Fisiología
 - 8 Vestibulo sección técnica
 - 9 Puente
 - 10 Geología
 - 11 Procesamiento gráfico
 - 12 Microfotografía
 - 13 Oceanografía
 - 14 Ictioplancton
 - 15 Ictioplancton
 - 16 Telecomunicaciones
 - 17 Malacología
 - 18 Zoología
 - 19 Depósito colecciones biblioteca
 - 20 Depósito libros biblioteca
 - 21 Subida a la biblioteca



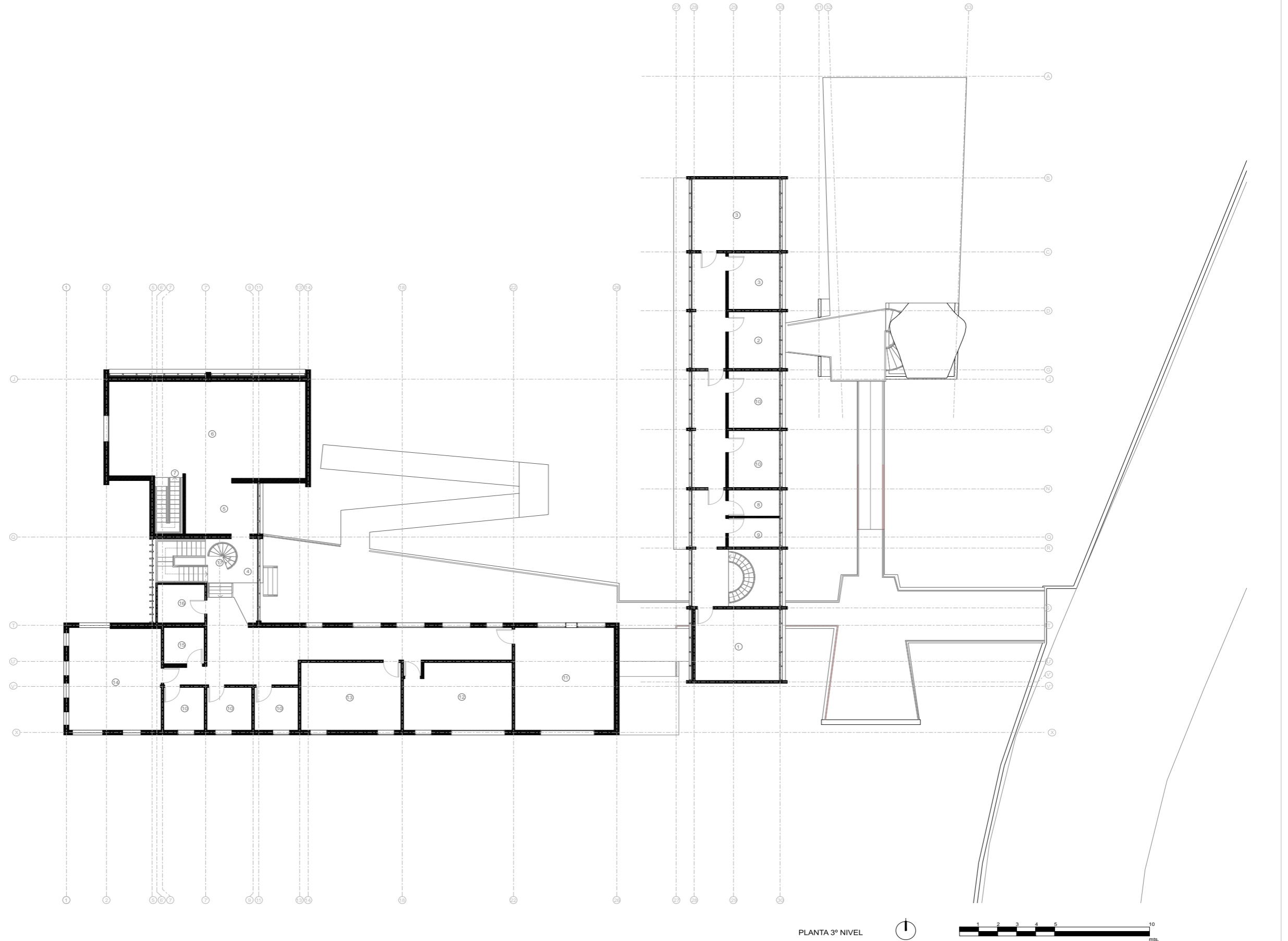
PLANTA 2º NIVEL



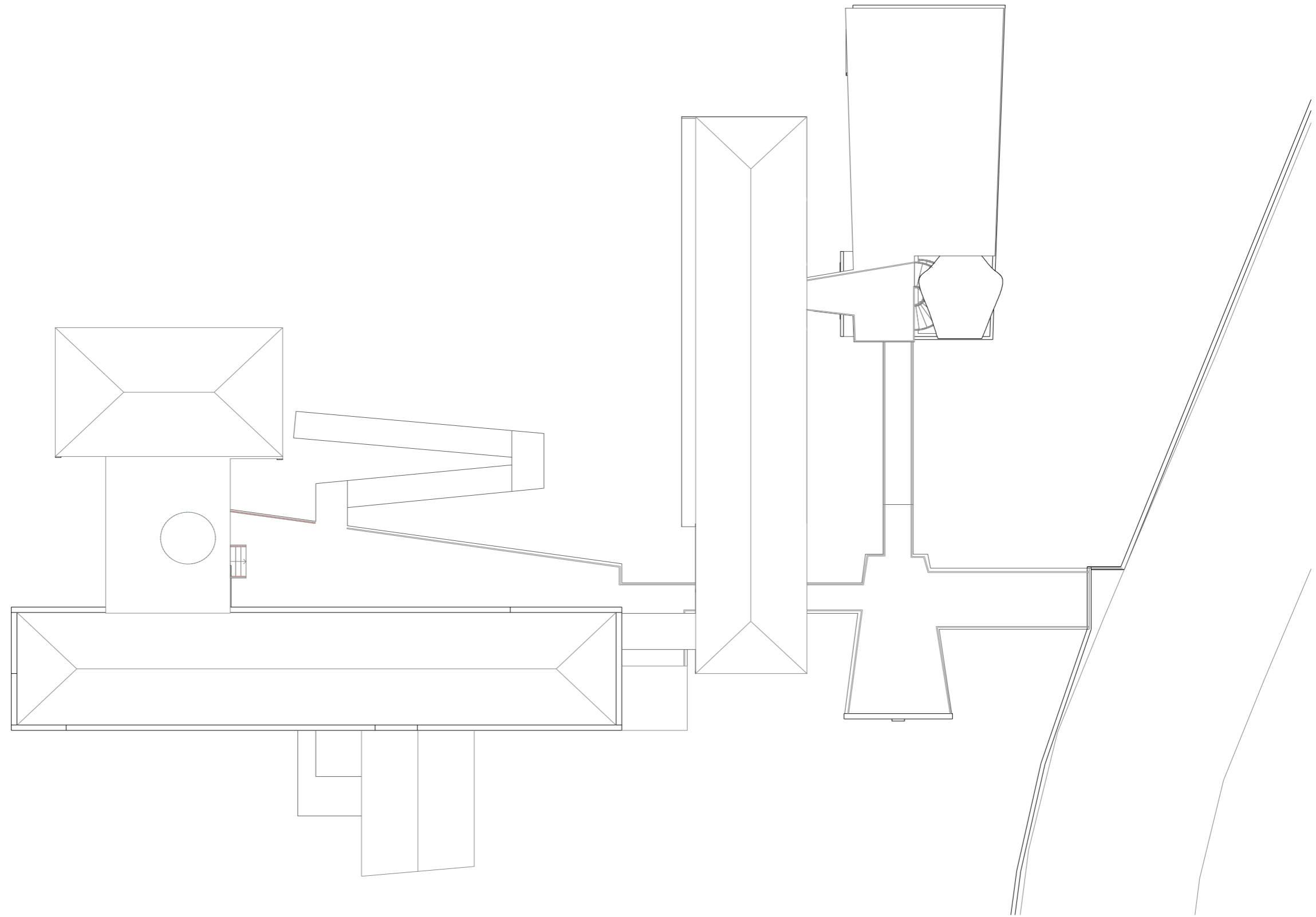
3º NIVEL

PROGRAMAS

- 1 Laboratorio de fisiología
- 2 Laboratorios
- 3 Sala de Química
- 4 Acceso a la biblioteca
- 5 Exposición de libros y revistas
- 6 Sala de biblioteca
- 7 Bajada al depósito de libros
- 8 Baño mujeres
- 9 Baño hombres
- 10 Oficina
- 11 Sala de clases 1
- 12 Sala de clases 2
- 13 Sala de estar
- 14 Sala de clases 4
- 15 Centro de alumnos
- 16 Baño
- 17 Acceso a techumbre



3° NIVEL



NIVEL TECHUMBRE

