



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ESTUDIOS URBANOS
ESCUELA DE ARQUITECTURA
MAGÍSTER EN ARQUITECTURA SUSTENTABLE Y ENERGÍA

SISTEMA DE TURNOS Y HABITABILIDAD EN CAMPAMENTOS MINEROS

Nueva secuencia espacial y lumínica para mejorar la calidad de vida de trabajadores mineros con énfasis en el manejo del ciclo circadiano

por

MARIANA ALEJANDRA ANDRADE SALAS

Tesis presentada a la Escuela de Arquitectura de la Pontificia Universidad Católica de Chile, para optar al título de Arquitecto y al grado académico de Magíster en Arquitectura Sustentable y Energía

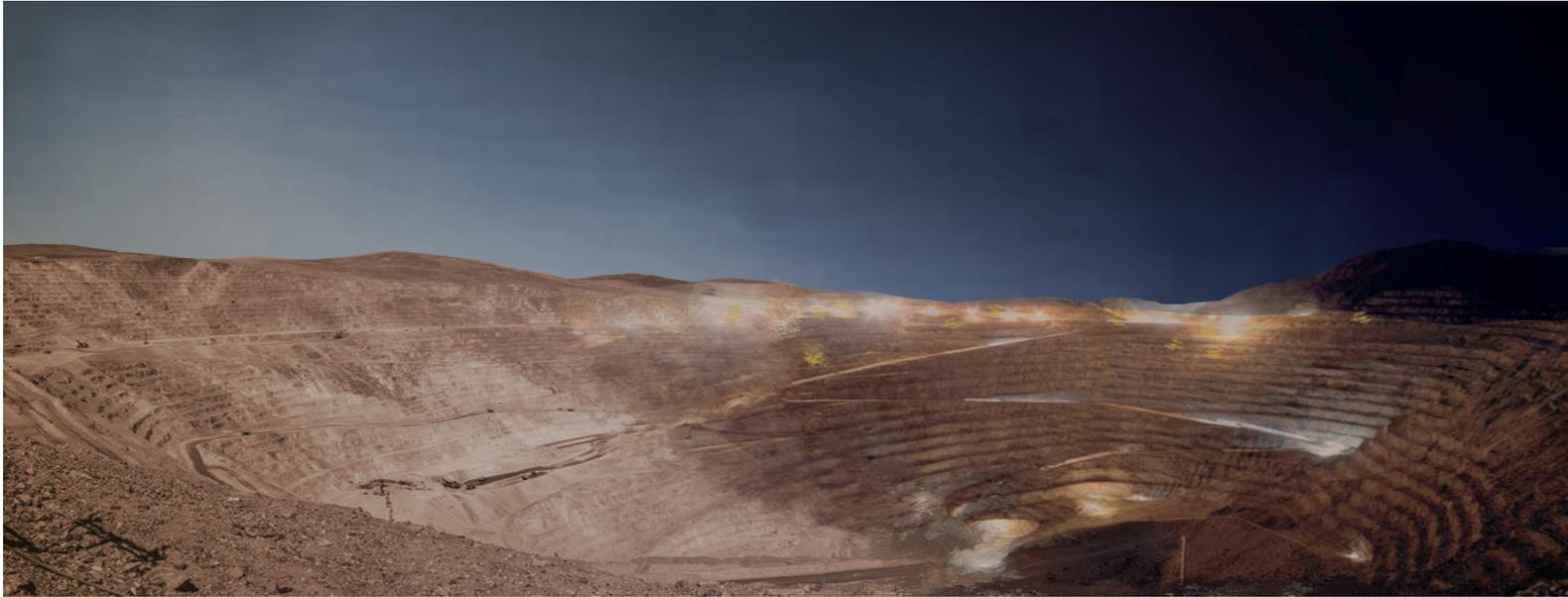
Profesores guía:
Felipe Encinas Pino y Javier del Río Ojeda

Enero, 2019
Santiago, Chile
© 2019, Mariana Alejandra Andrade Salas

©2019, Mariana Alejandra Andrade Salas

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica que acredita al trabajo y a su autor

A mi familia y a mis amigas, gracias por tanto...



Resumen

En la actualidad, la forma de trabajo más aceptada dentro de la gran minería es el sistema de turnos 7x7 que consiste en doce horas diarias de trabajo (jornada extraordinaria) en régimen nocturno o diurno. Este modelo de trabajo conlleva una serie de trastornos sociales, psicológicos y fisiológicos para los mineros. En este contexto, se observa que los campamentos, específicamente sus espacios comunitarios, no responden a los requerimientos específicos de los trabajadores de cada turno y se centran más bien en cumplir con un esquema básico de organización de programas de recreación y de dormitorios, sin tomar en cuenta que la arquitectura debe responder a ciertos criterios específicos para cada turno.

Al respecto, se propuso abordar la problemática desde tres aristas; una espacial, dentro de la que se analizó planimétrica y espacialmente la configuración de los campamentos mineros nacionales junto con sus patrones de ocupación actual; otra lumínica, en la que se buscó establecer criterios de iluminación natural y artificial para el campamento, asociándolo a un intento por disminuir los trastornos del sistema circadiano de los trabajadores (que se ve influenciado principalmente por la alteración de ciclos luz-oscuridad) y finalmente una aproximación constructiva, en la que se busca dar cuenta de cómo se caracterizan los nuevos espacios comunitarios del campamento, tomando en cuenta el sistema constructivo, la envolvente y la materialidad de los mismos.

En síntesis, se definieron cuatro momentos clave para la jornada extra laboral de los mineros: llegada + descanso, recreación, introspección + descanso y salida. A nivel proyectual, estos se configuran, en torno a un anillo, en el que un espacio/momento sigue al otro, permitiendo el desarrollo de un traspaso entre una condición espacial lumínica y otra, a través de la articulación de un recorrido acorde al ciclo circadiano de los trabajadores tanto del turno nocturno como diurno.

ÍNDICE DE CAPÍTULOS

Resumen	7
---------------	---

FORMULACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Introducción	12
1.2 Formulación de la investigación	16
Definición del Problema.....	16
Preguntas de Investigación	17
Hipótesis	17
Objetivo.....	17
Objetivos Específicos	17
Metodología.....	17
Alcances.....	18

APROXIMACIÓN ESPACIAL AL SISTEMA DE TURNOS EN LA MINERÍA

2.1 Condiciones de vida de trabajadores mineros	22
2.1.1 Aspectos laborales: seguridad, salud y calidad de vida.....	22
2.1.2 Normativa vigente para campamentos mineros...24	
2.2.1 Organización del trabajo en la minería.....	25
2.2 Definición del sistema de turnos.....	25
- Rotación de turnos: diaria y semanal	28
- Repercusiones espaciales	28
2.2.2 Análisis de campamentos mineros	29
- Desde el programa: distribución de lo público y lo privado	29
- Desde el uso del espacio: flujos y permanencias...33	
2.2.3 Consecuencias de los turnos en trabajadores.....	37
- Efectos sociales y familiares	37
- Efectos psicológicos y fisiológicos	39

2.3.1 Caracterización de espacios clave para la jornada extra laboral (momentos).....	42
---	----

2.3 Estrategias de diseño para el sistema de turnos en la minería	42
2.3.2 Propuesta de espacialidad: Manual of Section.....	44
- Recorrido para el turno diurno	52
- Recorrido para el turno nocturno	52

APROXIMACIÓN LUMÍNICA AL SISTEMA DE TURNOS EN LA MINERÍA

Glosario	60
3.1 Relación entre iluminación y sistema de turnos	61
3.1.1 Alteración del ciclo circadiano en el sistema de turnos.....	61
- Definición del ciclo circadiano.....	61
- Fisiología del ciclo circadiano: efectos de la luz en la salud.....	63

3.1.1 Percepción visual	66
- Parámetros de confort visual	66
- Construcción de secuencias lumínicas	67
3.2 Análisis de iluminación en campamentos mineros	70
3.2.1 Relación entre Iluminación natural y artificial en campamentos mineros	70
3.2.2 Relación entre turnos, programas y estrategias de iluminación	71
3.3 Estrategias de diseño	74
3.3.1 Criterios de diseño para la iluminación natural del campamento minero	74
- Orientación geográfica	74
- Percepción de la luz en el espacio: Architecture contrast Matrix	78
3.3.2 Criterios de diseño para la iluminación artificial del campamento minero	84
- Luz artificial: fenómeno cuantitativo y cualitativo	84
- Temperatura de color	86
- Geometría de la luz: elección de luminarias	86

APROXIMACIÓN CONSTRUCTIVA AL PROYECTO

4.1 Caracterización de atmósferas para los momentos clave	96
- Envoltente: mediadora entre interior y exterior ...	96
- Color y materialidad	102
- Sistema constructivo	106
4.2 Construcción de los dispositivos de luz	111
4.2.1 Tipos de dispositivos	111
4.2.2 Geometría y materialidad	112
4.3 Análisis de modelos a escala	116
- Percepción del espacio, luminancias y deslumbramiento	116

SÍNTESIS PROYECTUAL

5.1 Recorrido: construcción de transición lumínica y espacial	124
5.2 Estrategias proyectuales	126

CONCLUSIONES	134
REFERENCIAS	136
ANEXOS	138
LÁMINAS DEFENSA DE TÍTULO Y GRADO	150

CAPÍTULO 1
FORMULACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Introducción

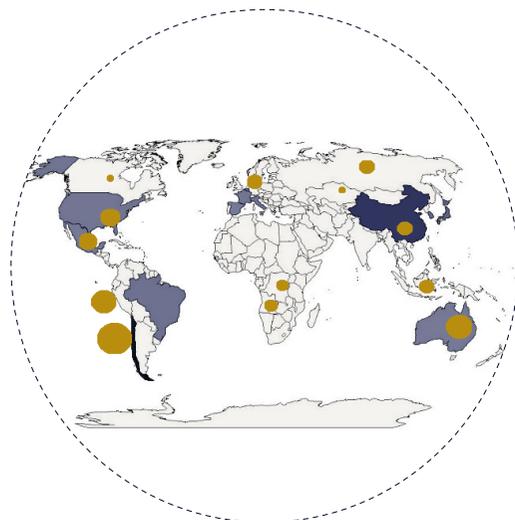
Chile es un país eminentemente minero (Figura 1). Del total de faenas asociadas a la Gran Minería, más del 80% se ubican sobre los 3000 msnm (Carrasco & Vega, 2011). Esta condiciante geográfica, sobre todo en el norte del país, involucra una distancia considerable de los principales centros poblados, ubicados generalmente a nivel del mar. Esto, sumado a los requerimientos de la industria -que por motivos de productividad debe funcionar 24/7, durante todo el año- implica una ocupación territorial asociada a campamentos aislados (Figura 2), en los que los trabajadores deben vivir alejados de sus familias por distintos periodos de tiempo.

En la actualidad, estos periodos están determinados por una estructura laboral que tiende a un sistema de turnos 4x3, en el caso de cargos de carácter administrativo o ejecutivos, y 7x7 para los trabajadores operadores, mantenedores y sus supervisores. Al respecto, cabe destacar que la proporción entre cargos administrativos y operarios es de aproximadamente 1:4, por lo que el turno con más trabajadores sería el 7x7, lo que conlleva un modelo de trabajo de turno y contra turno, que implica que un puesto de trabajo es ejercido por dos operarios que alternan siete días de trabajo, seguidos de siete días de descanso, en jornadas diarias de 12 horas que pueden ser de día o de noche dependiendo de la semana (Henríquez, 2018)

Este modelo de trabajo tiene una serie de repercusiones a nivel organizacional para las empresas y social y psicológico para los trabajadores. Las empresas deben garantizar condiciones mínimas de confort para sus trabajadores, ya sea en las zonas comunes como en las habitaciones, esto, tomando en cuenta todos los servicios que significa el mantenimiento de grandes dotaciones de personas en condiciones extremas de clima y altura, alejados además de zonas urbanas. Entre estos servicios encontramos, por ejemplo, servicios de alimentación, recreación, deporte, salud y transporte (Figura 3).

Por otra parte, para los mineros el trabajo en estos sistemas de turnos repercute, según Folkard (1993) en al menos cinco factores: en la adaptación a ciclos biológicos antinaturales como lo son los turnos nocturnos de trabajo o las jornadas extraordinarias de 12 horas; en la vida socio familiar que se ve alterada por la ausencia prolongada del trabajador del hogar y de su entorno social habitual, llevando a un desarraigo de este contexto "tradicional" y a actitudes de ostracismo y poca sociabilización en su entorno laboral; influyen además en la salud física y mental del trabajador, ya que por ejemplo tienen descansos menos reparadores que personas que no trabajan en este sistema y problemas como sobrepeso o hipertensión

por malos hábitos alimenticios; esto, a su vez, se asocia a una disminución en la productividad del trabajador; y finalmente repercute en la seguridad laboral, principalmente debido a la mala calidad del descanso, a lo que se asocia a una mayor tasa de accidentabilidad.



● Reservas de Cobre en el Mundo

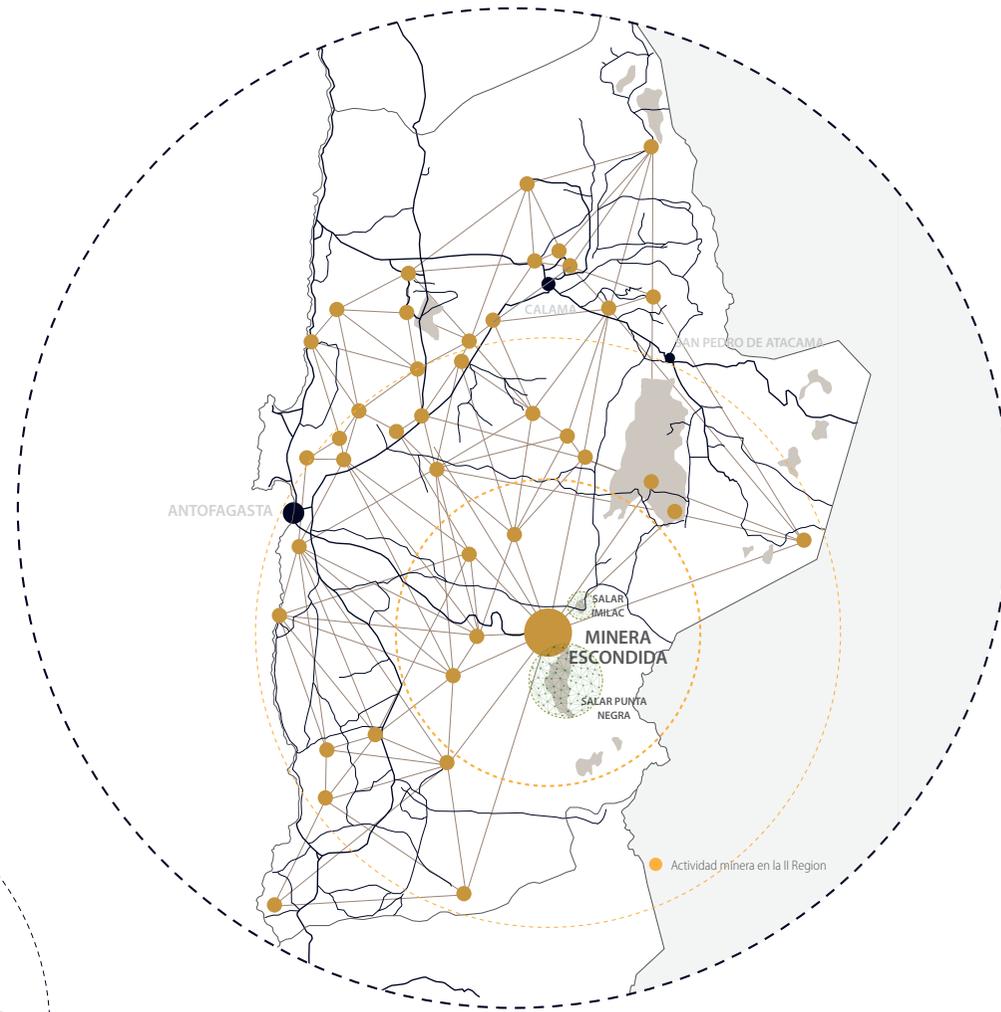


Figura 1. Potencial minero de Chile

Fuente: SONAMI, Mapa Minero de Chile (2014), U.S. Geological Survey (2018), The Observatory of Economic Complexity (2016)

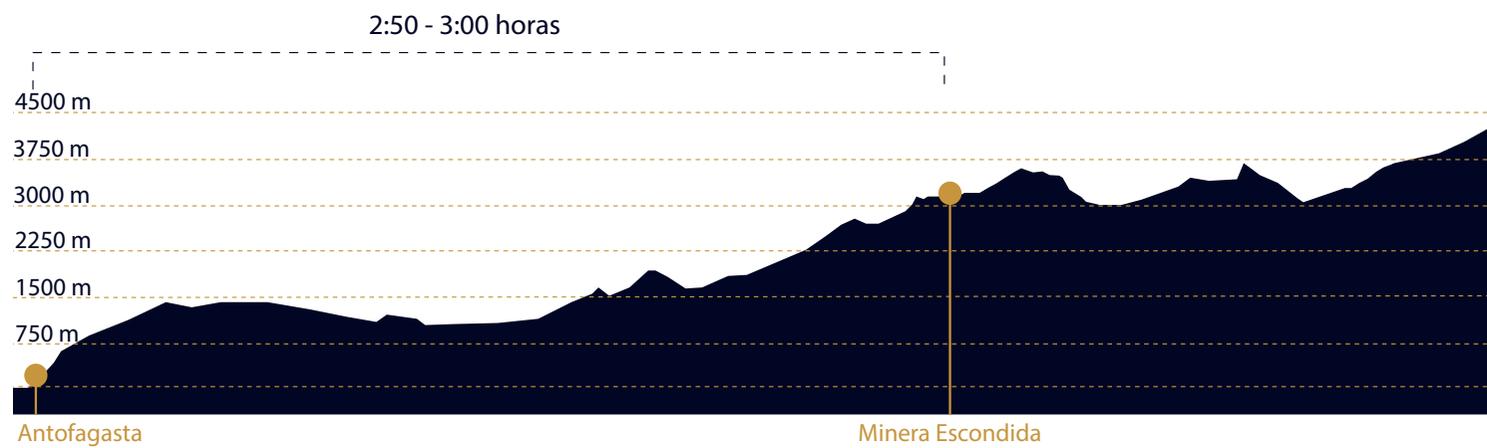


Figura 2. Distancia en tiempo y diferencia de altura entre ciudad de residencia y faena minera, caso de Antofagasta y Minera Escondida.
Fuente: Imagen de elaboración propia en base a corte topografico de Google Earth.



Figura 3. Espacios dentro del campamento (de izq. a der) corredores, dormitorios, casino, gimnasio.

Fuente: Interior campamentos mineros (Logismarket), Campamento Caserones (Tecnofast, 2012), Un día en Caserones (Minería chilena, 2015), OGP1 Camp (Correa3, 2015),

1.2 Formulación de la investigación

Definición del Problema

Tomando en cuenta los factores de riesgo que supone el trabajo en turnos para los trabajadores, es importante destacar que hasta el momento se han intentado mejorar las condiciones de permanencia en campamentos mineros, enfocándose principalmente en aspectos relacionados con la organización y el confort de los mineros. La atención ha estado puesta en mejorar las comidas y los servicios, ampliando la oferta de recreación, aun cuando -considerando las horas de trabajo, de descanso y comidas- se trata de espacios con solo unas pocas horas de uso al día. Además, se han mejorado las condiciones de habitabilidad de los módulos de dormitorios, disminuyendo la cantidad de personas por habitación, tendiendo a tener baños individuales en vez de baterías de baños, entre otros aspectos (Correa, 2018).

Sin embargo, no se consideran factores psicológicos y sociales de los trabajadores al momento de proyectar estos asentamientos. En esta línea se infiere que existe una directa relación entre las dinámicas socio temporales que supone la vida en un sistema de turnos y los requerimientos espaciales de los trabajadores, que va más allá de lo estrictamente funcional.

Para garantizar la salud psicosocial del trabajador es necesario considerar en el diseño del espacio; las posibles instancias de sociabilización; tiempos de traslados y trabajo, versus tiempos de descanso y ocio; maneras de ocupar los espacios comunes y privados, intereses personales, entre otros.

Al respecto surge la problemática de reorganizar el proyecto arquitectónico de campamentos mineros con el fin de adaptarlos a los requerimientos específicos de los trabajadores que se ven enfrentados al sistema de turnos 7x7, uno de los mejor evaluados por empresas y trabajadores (Minería chilena, 2017) y específicamente en al ciclo laboral diario, en que rotan turnos diurnos y nocturnos, enfocándose principalmente en la dimensión espacial comunitaria del asentamiento y en la dimensión temporal -que diferencia los requerimientos de quienes trabajan de día y quienes lo hacen de noche-.

La dimensión espacial está determinada por la necesidad de lugares que propicien el encuentro a distintas escalas y con distintas intensidades de uso, mientras que la dimensión temporal estará marcada por las condiciones lumínicas de estos espacios, que actualmente tienden a la estandarización de la iluminación, generando una constante atemporalidad dentro

del campamento, lo que a su vez agudiza los trastornos del ciclo circadiano¹, propios de quienes trabajan en sistema de turnos. En este contexto, cabe destacar que durante sus horas laborales, los trabajadores están expuestos a una alta radiación solar -turno de día- y a condiciones inadecuadas de iluminación artificial -turno de día y de noche- lo que hace más importante poner atención a la iluminación del campamento, enfocándose en que ésta vaya de acorde con las actividades que tienen lugar en cada espacio.

A raíz de esto surgen las siguientes interrogantes:

¹ Los ciclos circadianos (del latín circa, alrededor, y dies, día) son ciclos biológicos que se repiten cada 24 horas aproximadamente y que se asocian con la regulación de distintos procesos biológicos.

Preguntas de Investigación

¿Cómo se puede adaptar la organización del campamento minero para que responda a los requerimientos específicos de uso del sistema de turnos de horas extraordinarias? ¿Cómo generar condiciones espaciales y lumínicas dentro de las zonas comunitarias, que respondan al ciclo circadiano de los trabajadores tanto del turno de día como del turno de noche?

Hipótesis

Frente a lo anterior se propone que, a través del reordenamiento programático del campamento minero -con énfasis en los requerimientos lumínicos y espaciales específicos de cada turno- y la incorporación de la condición de recorrido y transición entre programas: que permitan mediar entre interior y exterior, día y noche, y comunidad e individuo, se pueden mejorar las condiciones de vida de los trabajadores de la industria, contribuyendo a la disminución de los efectos adversos del sistema de turnos a nivel social (ostracismo y desarraigo) y psicológico (trastornos del sueño, ansiedad y depresión).

Objetivo

Proponer lineamientos arquitectónicos para generar una infraestructura que propicie mejores condiciones de vida para los mineros que trabajan en sistema de turnos, esto, a través de una nueva organización del campamento cuya espacialidad responda a los requerimientos específicos de la vida en este régimen de trabajo, por medio del diseño y control lumínico

Objetivos Específicos

1. Caracterizar los sistemas de turnos mineros y sus efectos en la calidad de vida de los trabajadores, tomando en cuenta, por una parte, las dinámicas socio temporales que conlleva este sistema y su relación con el espacio construido y, por otra, las intensidades de uso y la pertinencia del programa de los campamentos.
2. Identificar las relaciones entre los programas del campamento minero y las condiciones de iluminación asociadas a cada turno, con el fin de proponer estrategias de diseño que contribuyan a la disminución de las alteraciones del ciclo circadiano en los trabajadores mineros.

3. Analizar las distintas aristas que permiten la construcción de una nueva espacialidad para los lugares comunitarios del campamento, con énfasis en las características de la envolvente que van a permitir configurar las atmósferas lumínicas y espaciales para el esparcimiento de los trabajadores.

Metodología

- 1.a Caracterización del trabajo minero mediante levantamiento bibliográfico que dé cuenta de la organización del trabajo, sistema de turnos y sus efectos (sociales, fisiológicos y psicológicos) en la calidad de vida de los trabajadores.
- 1.b Realización de entrevista con expertos en trastornos del sueño y en campamentos mineros.
- 1.c Análisis planimétrico de campamentos mineros para determinar patrones de ocupación, espacios de permanencia y de flujos dentro de las instalaciones.
- 2.a Estudio de los requerimientos de iluminación de los distintos momentos y actividades desarrolladas por los trabajadores fuera de la jornada laboral, tomando en cuenta el turno en el que trabajan y las condiciones de iluminación natural y/o artificial de dichos "momentos", esto en base a las condiciones de

iluminación ideales para el ciclo circadiano.

2.b Revisión bibliográfica sobre procesos de percepción visual y los elementos que favorecen el confort visual, estableciendo parámetros para evaluar las condiciones de iluminación del campamento.

2.c Caracterización mediante revisión bibliográfica de distintos tipos de iluminación natural y artificial, sus usos, ventajas y desventajas respecto a los requerimientos específicos de los turnos.

3.a Estudio de los elementos arquitectónicos que inciden en la construcción de la propuesta con el fin de caracterizar las atmósferas espaciales y lumínicas de los lugares comunitarios.

3.b Estudio de configuraciones espaciales y de asoleamiento, a partir del testeado de maquetas escala 1:100 en heliodón, que permiten tener una aproximación cualitativa al proyecto.

3.c Análisis de condiciones de iluminación de la propuesta mediante fotografías HDR de modelos a escala 1:50 que serán evaluadas con el software HDRScope con el fin de medir niveles de luminancia y evaluar el deslumbramiento.

3.d Análisis y desarrollo de elementos para la envolvente que permitan el paso de la luz natural y contengan el proyecto de iluminación artificial, mediante un estudio de la geometría de

la luz y del testeado con modelos a escala para evaluar su funcionamiento.

Alcances

La presente tesis proyectual es de carácter exploratoria, ya que aborda desde una nueva perspectiva la importancia de una mejora en la calidad de vida de los trabajadores mineros, centrándose en la comprensión del sistema de turnos y las repercusiones que conlleva para la forma construida del campamento. Esto, teniendo como objetivo mejorar la calidad de vida de los mineros, tanto a nivel social como psicológico, a través de la arquitectura, centrándose en mejorar las condiciones espaciales y lumínicas del campamento.

Tomando en cuenta la gran variedad de empresas y campamentos mineros que existen en nuestro país, y la dificultad que supone acceder a ellos, la presente investigación parte del análisis de planimetría e información entregada por la oficina de arquitectura Correa3, quienes llevan más de 15 años trabajando con campamentos mineros. Se toma esta información como base representativa de las condiciones de uso de los campamentos a nivel nacional. Partiendo de la premisa de

que aun cuando ciertas condiciones de estudio cambien entre un campamento y otro -altura, clima, latitud o complejidad- las dinámicas de uso que implica el sistema de turnos en la minería es transversal.

En este contexto, se toma como caso hipotético un campamento en Minera Escondida, ubicada en la región de Antofagasta (24,27°S; 69,07°O) cuya capacidad propuesta es de mil trabajadores, divididos en turno nocturno y diurno en una proporción de 1:3, poniendo énfasis en los espacios comunitarios que en la actualidad contemplan programas tales como gimnasio, comedor, salas de juegos, oratorio, canchas, entre otros.

Finalmente, cabe destacar que la relevancia y potencial de la investigación radica en la aproximación, desde la arquitectura, a un tema transversal, como lo es el sistema de turnos, que en este caso se enfoca en la minería, pero que eventualmente puede traer repercusiones a otras áreas como salud, manufactura, investigación o construcción, cuyos trabajadores continuamente están sometidos a horarios poco tradicionales, con los consecuentes impactos sociales y psicológicos previamente mencionados.

Referencias

Carrasco, C., Vega, P. (2011). Una Aproximación a las condiciones de trabajo de la gran minería de altura. Dirección del Trabajo, Cuaderno de Investigación n°40, p. 15. Santiago.

Folkard, S. (1993). Editorial Revista Ergonomics. Vol 36, No 1-3, pp. 1-2.

Minería chilena (junio, 2017). Accedido el 25 de abril de 2018 en <http://www.mch.cl/2017/06/22/escondida-logra-acuerdo-sindicato-renovar-turno-7x7/>

SONAMI, Mapa Minero de Chile (2014). Disponible en <http://biblioteca.sernageomin.cl/opac/DataFiles/mapa-minero-de-chile.pdf> [Accedido el 14 de abril de 2018]

The Observatory of Economic Complexity (2016). Disponible en https://atlas.media.mit.edu/es/visualize/tree_map/hs92/export/ch/show/7403/2016/ [Accedido el 14 de abril de 2018]

U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries (2018). Disponible en <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/copper/mcs-2018-coppe.pdf> [Accedido el 14 de abril de 2018]

CAPÍTULO 2
**APROXIMACIÓN ESPACIAL AL SISTEMA DE TURNOS
EN LA MINERÍA**

2.1 Condiciones de vida de trabajadores mineros

2.1.1 Aspectos laborales: seguridad, salud y calidad de vida

En general la seguridad dentro de la minería está enfocada en reducir el número de accidentes y la fatalidad en el trabajo. Estos esfuerzos han logrado que la industria minera sea una de las con menor fatalidad a nivel nacional (Sernageomin, 2016) (Figura 4). La atención en temas de salud, por otra parte, se centra en aumentar el uso de elementos de protección en las faenas², en reducir la exposición a agentes cancerígenos y contaminantes transmitidos por el aire (BHP Billiton, 2016), en realizar programas de detección y seguimiento de casos de hipertensión, sobrepeso y riesgo cardiovascular y en llevar a cabo controles periódicos de salud a los trabajadores (Carrasco & Vega, 2011). Es decir, los esfuerzos están puestos principalmente en detectar o tratar problemas a nivel físico más que a nivel social o psicológico. En este contexto, siguen existiendo temas de fondo pendientes, por ejemplo los problemas de somnolencia y fatiga crónica producida por el sistema de turnos y el trabajo en altura. Cabe mencionar que más del 50% de trabajadores mineros tiene algún tipo de trastorno del sueño, porcentaje que se eleva a casi un 90% si se consideran solo aquellos trabajadores del turno nocturno (Marchetti, 2016).

Ante estas condiciones, las empresas actúan principalmente de dos maneras; por una parte, realizan estudios de problemas asociados a trastornos producidos por trabajar a gran altura y por otra incorporan esta variable como un factor de riesgo laboral, ante el cual se enseña a actuar a los trabajadores. Sin embargo, poco se ha avanzado en tratar los temas de fondo que llevan a estos problemas, como la presencia de ansiedad, depresión o trastornos del sueño en los trabajadores.

En este punto es importante mencionar que la calidad de vida dentro de la minería es un factor que cada día adquiere más valor para la industria. En Australia, por ejemplo -uno de los países líderes en minería a nivel mundial-, el bienestar de los trabajadores fue catalogado como un punto clave para el desarrollo del sector en 2016 (Latimer, 2016). En este contexto, en nuestro país se busca mejorar, entre otras cosas, la percepción que tienen los trabajadores de la experiencia de vivir en una faena minera. Cabe destacar que, según el estudio Bienestar en Campamentos Mineros³, el 30% de los trabajadores relaciona vivir en un campamento con vivir en una segunda casa, el 25% lo vincula a vivir en un internado, pensión u hotel; y el 12% lo asocia a vivir en una cárcel, en soledad y aislamiento (Minería chilena, 2013). Con el fin de mejorar esta percepción, el foco

de las empresas ha estado puesto en agregar programas de recreación que permitan al minero elegir entre una serie de actividades a realizar fuera del horario de trabajo, fomentando la sociabilización entre compañeros. Sin embargo, en la práctica se ha evidenciado que muchos de estos programas tienen poco o ningún uso, probablemente, porque no se ha evaluado asertivamente cuáles son los intereses reales de los trabajadores o no se ha emplazado correctamente estos nuevos programas en relación al total del campamento (Correa, 2018).

Tasa de Frecuencia de Accidentes

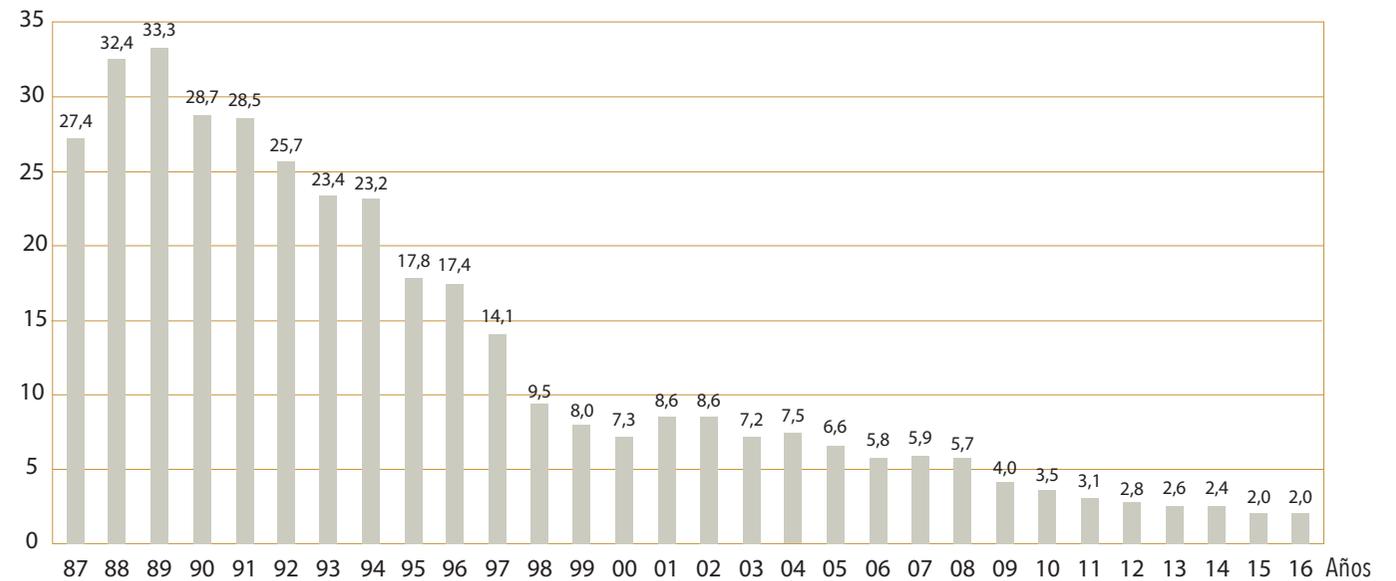


Figura 4. Tasa de Frecuencia de Accidentes de la Industria Minera Periodo 1987-2016.

Fuente: Presentación Accidentabilidad (SERNAGEOMIN, 2016)

2 Se denomina faena minera a todas las instalaciones que permiten llevar a cabo la extracción, entre ellas los campamentos para trabajadores.

3 Elaborado por Aramark en conjunto con la Asociación de Grandes Proveedores Industriales de la Minería (Aprimin).

Tasa de Frecuencia de Accidentes: cantidad de trabajadores fallecidos a causa de accidentes del trabajo, por cada millón de horas Personas trabajadas

2.1.2 Normativa vigente para campamentos mineros

En cuanto a la normativa vigente, que regula directa o indirectamente las condiciones de vida dentro de los campamentos mineros se destacan los siguientes artículos:

Artículo 9 (Decreto 954)

Dentro del "Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo", este artículo regula principalmente las características mínimas de los dormitorios para trabajadores que deban pernoctar en instalaciones de la empresa por motivos laborales, en el caso de la minería se aplicaría a los campamentos. Determina principalmente que deben tener electricidad, pisos, paredes y techo que aislen del clima exterior, asegurando que la temperatura durante su uso no baje de 10°C ni suba de 30°C.

Artículo 10 (Decreto 28 MINSAL)

Este artículo regula las condiciones de los campamentos ubicados sobre los 3000 m.s.n.m. con el fin de responder a la Hipobaría⁴ Intermitente Crónica por Gran Altitud, que consiste

en la exposición discontinua de los trabajadores a gran altitud por motivos laborales, por más de 6 meses, con una permanencia mínima del 30% de ese tiempo en sistemas de turnos rotativos en gran altitud y descanso a baja altitud (Decreto 28, 2012). Establece que las empresas deberán realizar un plan de prevención del riesgo asociado al trabajo a gran altura (entre 3000-5000 m.s.n.m.), además, que los campamentos deberán disponer de medidas para la mitigación de la hipobaría; como sistemas de oxigenación y humidificación, y que deberán tener un policlínico con atención las 24 horas del día que cuente con una brigada de emergencia.

Artículo 11 (Guía Técnica sobre exposición ocupacional a Hipobaría Crónica por Gran Altitud)

Establece estándares de habitabilidad para la protección del sueño en condiciones de hipobaría con el fin de mejorar las horas de descanso de los trabajadores. Entre estos se encuentran: mantener los dormitorios con una humedad entre 40-70%, una T° interior entre 17°C y 22°C, ruido menor a 30dB y un nivel de iluminación inferior a los 5 lux.

De lo anterior se evidencia que, para el caso de la gran minería, en general, la normativa tiene como objetivo estable-

cer condiciones mínimas de confort que permitan desarrollar trabajos en un clima y geografía extrema, centrándose sobre todo en requerimientos para los dormitorios y el descanso. No obstante, se trata de lineamientos tan básicos, que no implican un mayor cambio a nivel proyectual dentro de la espacialidad del campamento, al menos no en las zonas comunes, lo que genera que los lugares de esparcimiento queden a libre disposición de las empresas, que finalmente pueden optar o no por incorporar espacios de recreación dentro de los campamentos, generando una brecha importante en la calidad de vida de aquellos trabajadores que viven en campamentos más complejos y con distintos programas, de aquellos que viven en campamentos que cuentan solo con las instalaciones mínimas. Tampoco se incorpora en estos artículos la variable del trabajo en turnos como factor condicionante de la funcionalidad de los campamentos.

2.2 Definición del sistema de turnos

2.2.1 Organización del trabajo en la minería

A grandes rasgos la minería se organiza en dos categorías de trabajadores: aquellos propios, que trabajan contratados directamente por la empresa y aquellos proveedores de servicios, que trabajan para empresas contratistas. Estas categorías se distribuyen en una relación de 3:7 aproximadamente y dentro de ellas se pueden encontrar cuatro estamentos asociados a distintos roles de trabajo: profesionales o administrativos, mantenedores, supervisores y operadores (Consejo Minero, 2017). Espacialmente esta división se evidencia mediante la construcción de campamentos diferentes según el tipo de trabajadores que hospeda. En el caso de Minera Escondida, encontramos la existencia de campamentos para construcción y para operaciones, que a su vez se dividen entre trabajadores propios o contratistas, lo que implica distintos estándares de construcción y complejidad programática. Por ejemplo, para la construcción de las faenas encontramos los campamentos 7000 y 5400 destinados a contratistas que cuentan con cine, pub, gimnasio, multicanchas, sala de juegos, capilla, casino, lavandería, policlinico, sala de cine, entre otros programas y una capacidad de 7000 y 5400 personas respectivamente. Para operaciones, por otra parte, se implementó Villa San Lorenzo

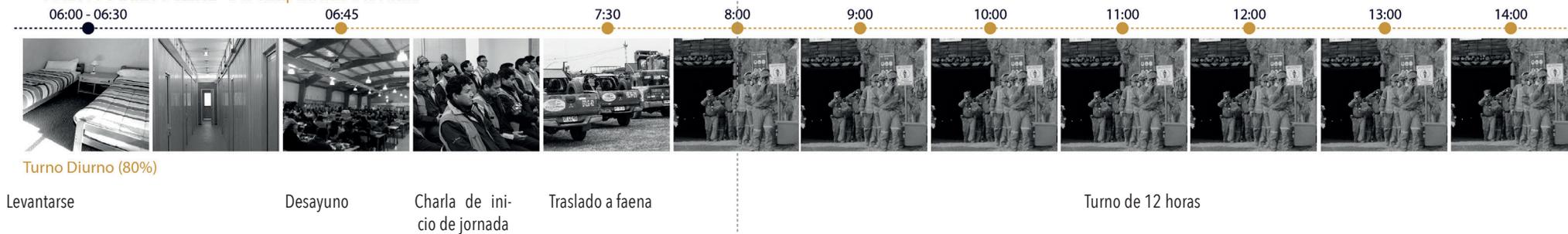
y Villa Cerro Alegre para trabajadores directos, estos tienen capacidad para menos personas y tienen una menor diversidad programática.

En cuanto a los turnos de trabajo, en general la tendencia es que en la gran minería estos se organicen en dos tipos, asociados a los roles de trabajo antes mencionados; para los administrativos predomina el turno 4x3⁵, mientras para los mantenedores, supervisores y operadores el 7x7 (Henriquez, 2018). Tomando en cuenta que la relación entre administrativos y profesionales versus operadores, mantenedores y supervisores es de alrededor de 1:4, se concluye que el turno más común es el 7x7, que implica jornadas de 12 horas de trabajo al día, a lo que se suma aproximadamente una hora de traslado entre el campamento y el lugar de trabajo, lo que deja 11 horas para comidas, esparcimiento y descanso, todas actividades que van a tener lugar en el campamento. Si a la vez se consideran entre 6 y 8 horas para dormir, se llega a la conclusión de que solo entre 3 y 5 horas serán destinadas activamente a estar en el campamento, en la cuales se realizan principalmente actividades recreativas o deportivas (Figura 5).

4 Disminución de la presión atmosférica con respecto al nivel del mar.

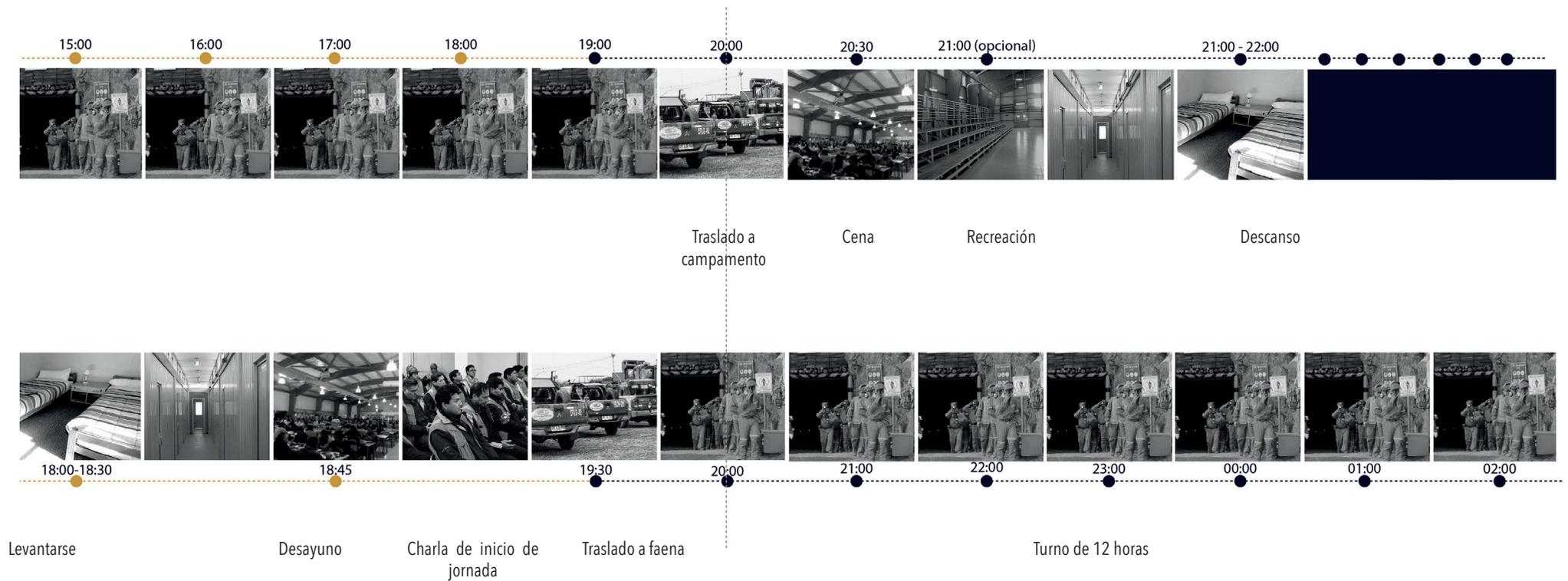
5 La denominación de los turnos indica días trabajados por días de descanso.

TURNOS DIARIOS 12x12 Del Campamento a la Faena



Turno Nocturno (20%)





- Horas de día
- Horas de noche

Figura 5. Traslape de Turno diurno (arriba) y Turno nocturno (abajo).

Fuente: elaboración propia, 2018.

- Rotación de turnos: diaria y semanal

Dentro del funcionamiento de los turnos es clave considerar dos variables, además de la organización general antes mencionada. Por una parte, se encuentra la rotación diaria entre trabajadores nocturnos y diurnos y, por otra, la rotación semanal entre trabajadores de turno y contra turno.

En cuanto a la rotación diaria, esta tiene lugar dos veces al día, al inicio del turno diurno y fin del turno nocturno, alrededor de las 8 am, y luego, doce horas más tarde, cuando termina el turno diurno y comienza el nocturno. Cabe destacar que ambos turnos se alternan y, por ende, prácticamente no comparten el campamento durante el día o la noche. Sin embargo, existe un pequeño porcentaje de trabajadores, principalmente ejecutivos y de servicios, que permanecen en el campamento durante el día y que utilizan con menor intensidad los espacios comunes y administrativos (Henríquez, 2018).

Por otra parte, respecto a la rotación semanal, un turno 7x7 significa que el mismo puesto de trabajo es ejercido por dos personas que alternan su permanencia en el campamento semanalmente, es decir trabajan bajo un sistema de turno y

contra turno en que, mientras el trabajador "A" está en su semana libre, el trabajador "B" está ejerciendo sus labores en la faena. A su vez, se alternan los turnos entre una semana en turno diurno y otra en turno nocturno (Figura 6). Esta organización genera flujos muy marcados de personal, sobre todo en días de inicio y fin del turno, en los que hay un recambio del personal considerable.

- Repercusiones espaciales

Tanto la rotación semanal como la rotación diaria tienen repercusiones en el espacio construido que, hasta el momento, no parecen haber sido consideradas en toda su magnitud. Para el primer tipo, por ejemplo, no se consideran espacios adecuados de espera para la partida o de recepción para la llegada de los trabajadores al inicio y fin de sus turnos (Figura 7). Por otra parte, para la rotación diaria no se considera una distribución espacial que promueva la sociabilización entre compañeros en las horas extra laborales o la permanencia en dichos espacios, con el fin de disminuir el ostracismo en la vida de los trabajadores. Tampoco se consideran, más allá de lo funcional, los distintos requerimientos de iluminación, escala y distribución del programa asociado a los turnos diurnos o nocturnos.

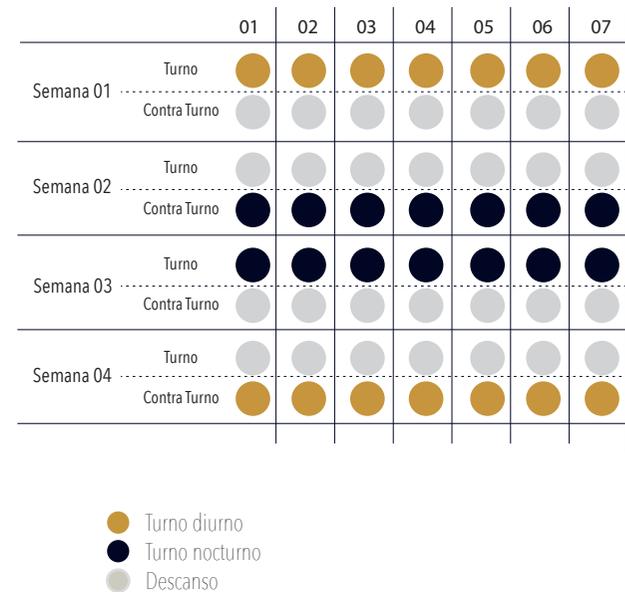


Figura 6. Planificación mensual de turnos y contra turnos en sistema 7x7

Fuente: Factores condicionantes de sistema de turnos en faena minera remota (Jimenez, s/año).



Figura 7. Lugar de llegada y salida de buses

Fuente: Liendo, 2017

Al respecto, a continuación, se presenta un análisis de distintos campamentos mineros desarrollados por la empresa Correa3 que dan cuenta de las relaciones entre programas, usos, flujos y permanencias dentro de estas instalaciones, y cómo se utilizan a lo largo de la jornada por el turno nocturno y el turno diurno.

2.2.2 Análisis de campamentos mineros

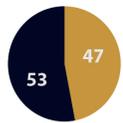
- Desde el programa: distribución de lo público y lo privado

Con respecto al programa del campamento minero, se observa que, en general, este responde a dos categorías; zonas privadas y zonas públicas o comunitarias. Las primeras se relacionan principalmente con las alas de dormitorios, mientras las segundas se pueden subdividir en programas funcionales como comedor, sala de recepción u oficinas, y programas de recreación como salas de juegos, de internet o televisión, bar, gimnasio, canchas, oratorio, entre otros. Como se evidencia en la Figura 8, la mayor parte de la superficie construida de los campamentos corresponde al sector de dormitorios, represen-

tando entre un 50 y un 90%. Esto da cuenta de la importancia que tienen los dormitorios dentro de los conjuntos, sobre todo su ubicación es clave, ya que tienen que seguir una lógica que permita su ampliación según las necesidades propias de la faena. A nivel de planta, este crecimiento se desarrolla de manera lineal o radial (Figura 9), dependiendo en gran parte de la ubicación de las zonas comunitarias (en amarillo) que tienden a encontrarse al centro del campamento, transversalmente respecto a los dormitorios o a un extremo de estos. Los casos en que el campamento se amplía de manera lineal tienen la ventaja de orientarse siempre en la misma dirección, lo que hace más fácil considerar la dirección del sol en el diseño, sin embargo, no tienen, en teoría, un límite de expansión ya que no dependen de un núcleo como es el caso de aquellos que se expanden de manera radial, esto implica una fácil disminución de los metros cuadrados de zonas comunitarias por persona, debido a que la ampliación del programa comunitario no resulta tan fácil.

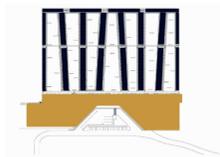
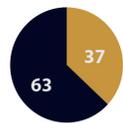
Finalmente, en cuanto a la escala de los campamentos, estos se pueden clasificar en pequeña y grande (Figura 8 y 9). La primera implica superficies que van entre los 6 mil y 15 mil metros cuadrados, con capacidades entre seiscientos y mil per-

ALOJAMIENTO BARRIALES



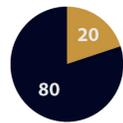
Superficie Total: 10.157m²
 Capacidad: 924 personas
 Sup comunitaria*: 5,2m² / persona
 Sup privada: 7,2m² / persona

ALOJAMIENTO PAMPINOS



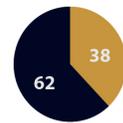
Superficie Total: 16.435m²
 Capacidad: 602 personas
 Sup comunitaria: 5,2m² / persona
 Sup privada: 10,2m² / persona

HOTEL MARICUNGA



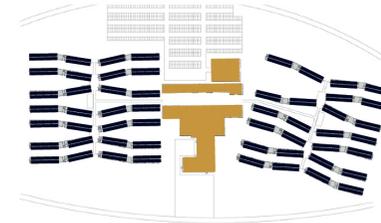
Superficie Total: 6.029m²
 Capacidad: 300 personas
 Sup comunitaria: 3,9m² / persona
 Sup privada: 16,1m² / persona

ALOJAMIENTO SALAR



Superficie Total: 15.026m²
 Capacidad: 796 personas
 Sup comunitaria: 7,2m² / persona
 Sup privada: 11,5m² / persona

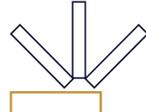
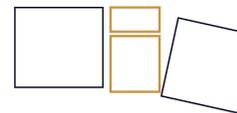
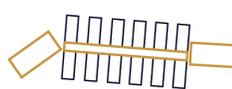
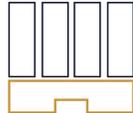
CAMPAMENTO 7000



Superficie Total: 61.862m²
 Capacidad: 7.276 personas
 Sup comunitaria: 0,5m² / persona
 Sup privada: 7,9m² / persona

ANÁLISIS DE DISPOSICIÓN ESPACIAL: ESPACIOS COMUNITARIOS Y PRIVADOS

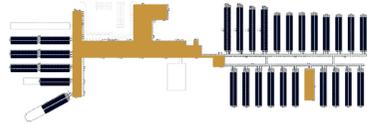
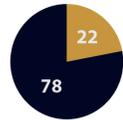
(Proceso se configuración del campamento)



*Superficie que comprende servicios y equipamientos

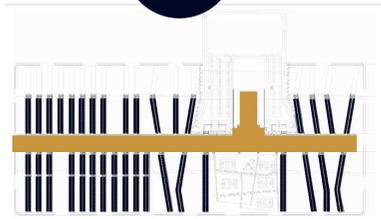
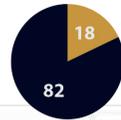
■ Sector Comunitario ■ Sector Privado

ALOJAMIENTO LOS AMARILLOS



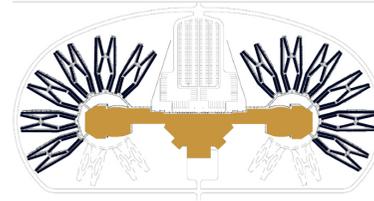
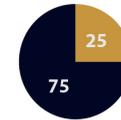
Superficie Total: 46.000m²
 Capacidad: 3.546 personas
 Sup comunitaria: 3,0m² / persona
 Sup privada: 10,0m² / persona

ALOJAMIENTO CERRO CASALE



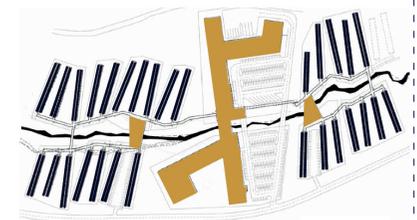
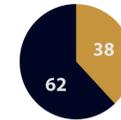
Superficie Total: 93.305m²
 Capacidad: 6.938 personas
 Sup comunitaria: 2,4m² / persona
 Sup privada: 11,0m² / persona

VILLA SAN PEDRO - OPERACIÓN



Superficie Total: 96.299m²
 Capacidad: 4896 personas
 Sup comunitaria: 5,0m² / persona
 Sup privada: 14,6m² / persona

CAMPAMENTO YANACANCHA



Superficie Total: 47.105m²
 Capacidad: 3838 personas
 Sup comunitaria: 4,6m² / persona
 Sup privada: 7,5m² / persona

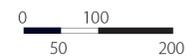
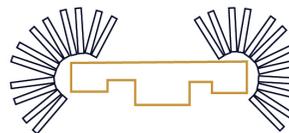
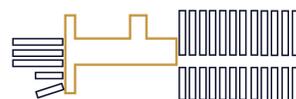
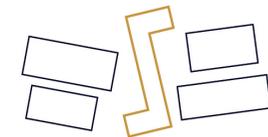
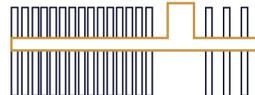
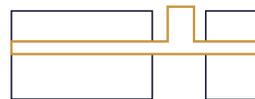
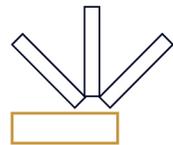
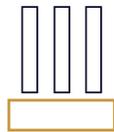


Figura 8. Análisis de disposición de espacios comunitarios y espacios privados.

Fuente: Elaboración propia en base a planimetría de Correa3.

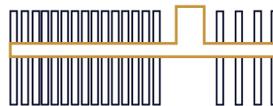
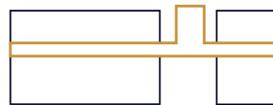
Escala pequeña

EN UN EXTREMO



Esta disposición restringe el crecimiento de los dormitorios hacia una dirección, alejándose cada vez más de las zonas comunitarias.

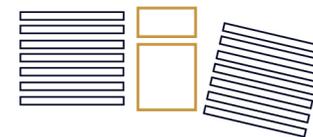
TRANSVERSAL



Se alterna la distribución de zonas privadas con zonas comunitarias. Las zonas comunitarias crecen junto con las zonas de dormitorios.

Escala grande

AL CENTRO



Se limita el crecimiento de las zonas comunitarias, dejando libre la ampliación en dos direcciones de los dormitorios.

Figura 9. Esquema de disposición de los público y lo privado

Fuente: Elaboración propia en base a planimetría de Correa 3.

sonas, mientras los de gran escala comprenden entre los 46 y 96 mil metros cuadrados y llegan a recibir hasta 7 mil personas. En general, mientras mayor es la capacidad habitacional del campamento, menor es la superficie de zonas comunes por trabajador.

-Desde el uso del espacio: flujos y permanencias

En cuanto al uso del espacio, se observan **cuatro momentos clave en el uso diario (actual) de las instalaciones**, estos son los mismos para el turno de día y para el turno de noche (Figura 10) y consisten en la llegada, la recreación, el descanso y la salida.

Para el primer momento adquieren protagonismo los estacionamientos, debido al gran flujo de vehículos que vuelve de la faena al finalizar cada turno. A su vez, el comedor es un recinto clave, ya que se debe servir la cena de la manera más rápida posible con el fin de evitar largas filas de espera. En general, se calcula que la capacidad del comedor permite que coman tres personas por silla, es decir que, si la capacidad del comedor es de 100 puestos, pueden comer hasta 300 personas durante la cena, en turnos de aproximadamente 20 minutos. Se trata de

un momento de alta concentración de flujos en un sector del campamento.

Luego viene el momento de recreación, en que muchos trabajadores optan por irse a sus dormitorios (recreación individual o introspección), mientras que otros hacen uso de las instalaciones dedicadas a la recreación, estas comprenden salas de juegos, salas con televisión o computadores, gimnasio, canchas, etc. Se trata del periodo de tiempo en que mayor parte del campamento está siendo utilizado activamente, por lo que no se trata de una concentración de flujos intensos en un solo recinto, sino que de una distribución de actividades de permanencia en zonas comunitarias y privadas.

Como tercer momento se identifica el tiempo de descanso, que en la práctica no son más de 5 o 6 horas debido a que, en general, los trabajadores dedican al menos una hora durante la noche a ver televisión o estar en internet en sus habitaciones, a lo que se le suma la dificultad por conciliar el sueño debido a las condiciones climáticas propias del desierto de altura⁵ (Aguirre, 2018).

⁵ El clima desértico de altura se caracteriza por tener una atmósfera seca, con grandes variaciones de temperatura entre el día y la noche, presencia de tormentas de verano en el altiplano (norte), ventiscas y nieve en invierno, vegetación de altura y radiación solar intensa (Bustamante, 2009).

ALOJAMIENTO BARRIALES

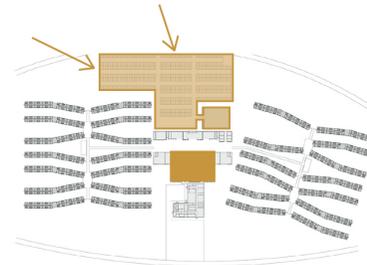
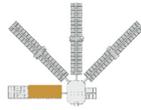
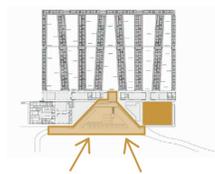
ALOJAMIENTO PAMPINOS

HOTEL MARICUNGA

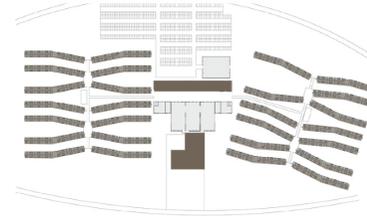
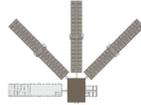
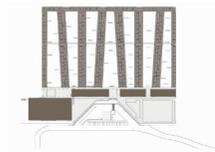
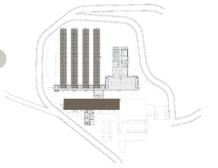
ALOJAMIENTO SALAR

CAMPAMENTO 7000

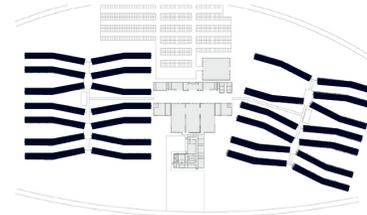
1



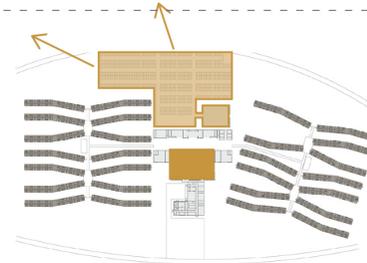
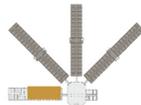
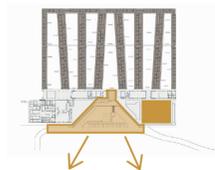
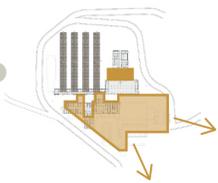
2



3



4



5

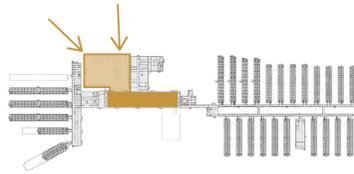
1. Llegar

Momento en el que se llega al campamento, seguido de la cena que tiene lugar en comedores de gran escala y que tiene una duración de aproximadamente 30 minutos por persona, los trabajadores van rotando en el uso del recinto.

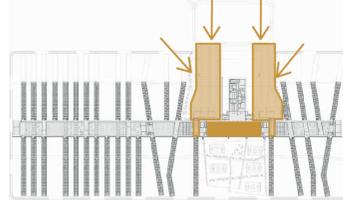
2. Recrearse

Momento después de la cena que los trabajadores dedican a la recreación, ya sea compartiendo con sus compañeros en espacios para actividades comunitarias o mayormente en sus dormitorios viendo televisión o navegando en internet.

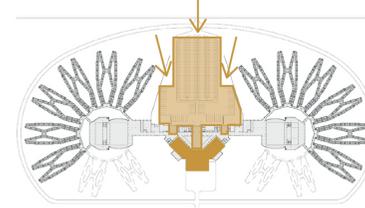
ALOJAMIENTO LOS AMARILLOS



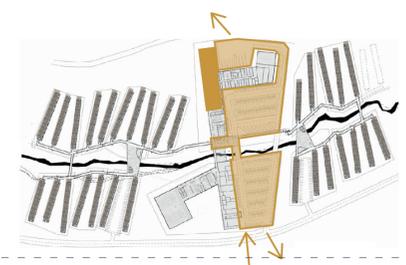
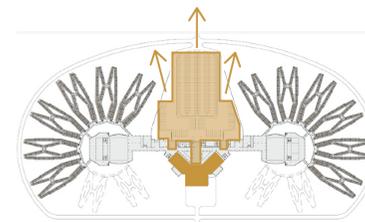
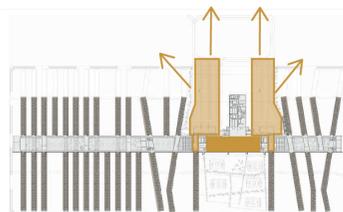
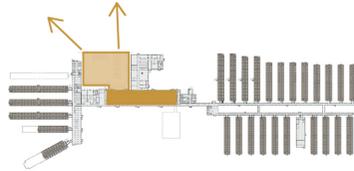
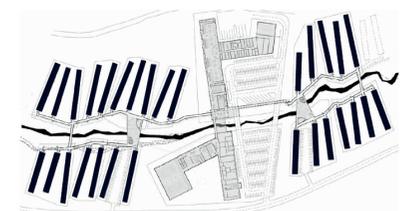
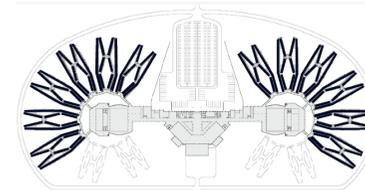
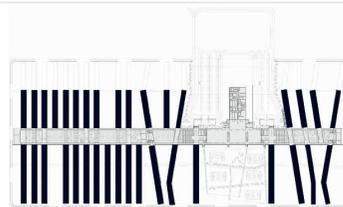
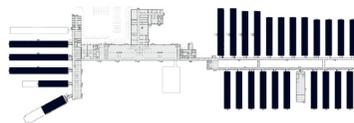
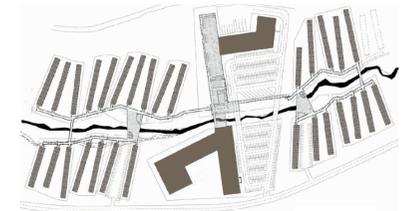
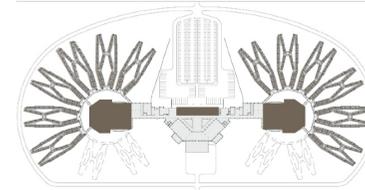
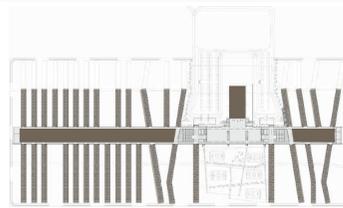
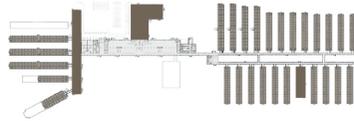
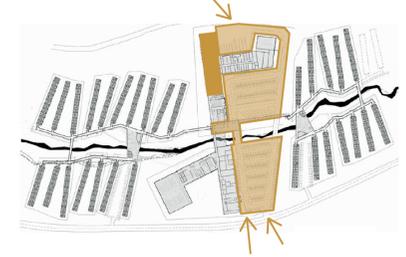
ALOJAMIENTO CERRO CASALE



VILLA SAN PEDRO - OPERACIÓN



CAMPAMENTO YANACANCHA



3. Descansar

Momento clave dentro de la jornada de los trabajadores mineros ya que tiene que llevarse a cabo en espacios con condiciones adecuadas de temperatura, humedad e iluminación. Constructivamente las zonas de dormitorios deben permitir agregar nuevas alas de habitaciones.

4;5. Despertar - Salir

Momento más rápido de la jornada, implica levantarse, desayunar y salir del campamento en un plazo de aproximadamente una hora. En general después de la comida no se vuelve a los dormitorios sino que se sale hacia la faena directamente.

Figura 10. Análisis planimétrico del uso actual del campamento

Fuente: Elaboración propia en base a planimetría de Correa 3.

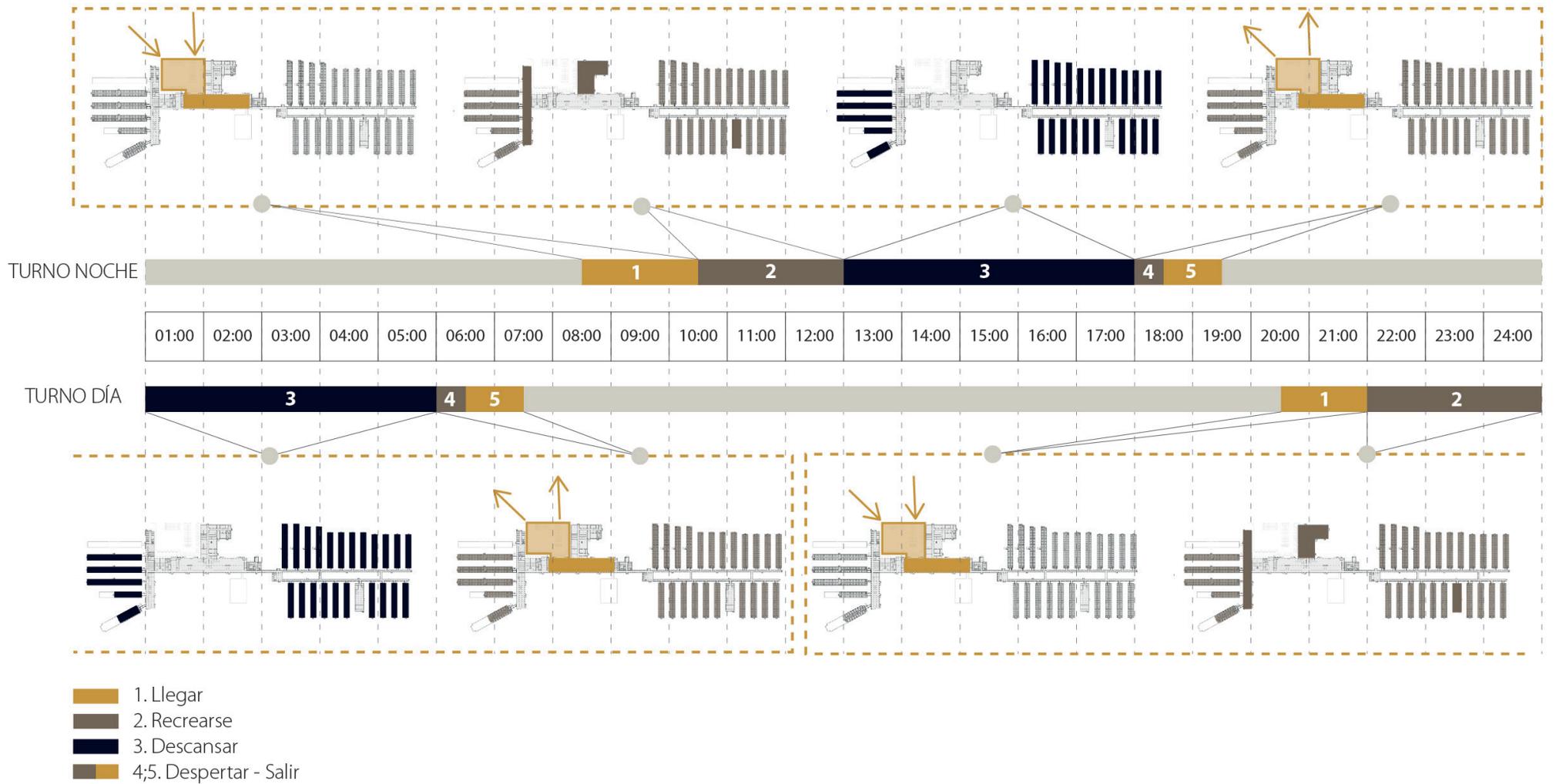


Figura 11. Síntesis del uso actual del campamento para turno diurno (abajo) y nocturno (arriba)

Fuente: Elaboración propia en base a planimetría de Correa 3.

Finalmente, el momento de salida, comprende desde levantarse y tomar desayuno, hasta la partida del campamento. En este caso, los espacios más utilizados son los dormitorios, comedor y estacionamientos, se trata de un momento en el que, como a la llegada al campamento, se intensifican los flujos. Es importante reiterar que, en general, no existen espacios adecuados para la espera o reunión de cuadrillas antes de que llegue el transporte, por lo que muchas veces los trabajadores deben esperar a la intemperie (Figura 7).

En síntesis, se observa que, tanto los trabajadores del turno de día como aquellos del turno de noche, utilizan de la misma manera el campamento, la única diferencia es el desfase horario propio de las horas de cada turno (Figura 11), que implica que los trabajadores del turno de día no se cruzan en el campamento con aquellos del turno de noche.

En cuanto a la intensidad de uso de los espacios, se evidencian cambios muy abruptos entre una actividad y otra, sin que el espacio permita un paso gradual entre ellas; se pasa, por ejemplo, de una condición de mucho ruido, estrés, altos flujos y rapidez como lo es la cena, a los dormitorios, en que solo hay una o dos personas, sin una mediación entre dichas inten-

sidades. Esto, sin considerar que existen discrepancias entre el uso del campamento actual y el uso ideal -propuesto más adelante- que conlleva un orden distinto en cuanto a las actividades realizadas por los trabajadores de cada turno en sus horas extra laborales.

2.2.3 Consecuencias de los turnos en trabajadores

En el caso de la minería, que de por sí es una actividad de alto riesgo, el sistema de trabajo de turnos constituye una agravante que implica una serie de consecuencias para los trabajadores. Entre ellas se han documentado efectos socio familiares, psicológicos y fisiológicos, que tienen que ver con el desarraigo que provoca vivir continuamente lejos de la familia, el hogar y la ciudad, el estrés asociado al trabajo en la mina y la fatiga que implica trabajar sobre los 3000 msnm, entre otros. A continuación, se detallan los efectos más comunes del trabajo en este sistema de turnos para la actividad minera a gran altura.

- Efectos sociales y familiares

En su origen, la minería del cobre se basó en la Company Towns (Figura 12), pequeñas ciudades en las que vivían tanto los mineros como sus familias. Sin embargo, los avances tecnológicos y la facilidad del transporte y las comunicaciones, han dado paso a una fragmentación de este modelo, generando que el minero viva en campamentos para solteros, alejados de sus familias y de la urbanización, mientras dure su turno de trabajo. Esta condición de desarraigo del entorno social tradicional genera restricciones en el desarrollo de la vida cotidiana, teniendo efectos tanto para el trabajador como para sus familias. A modo de ejemplo, cada vez que el trabajador regresa a su hogar, se encuentra "de vacaciones" mientras que el resto de los integrantes del núcleo familiar o incluso sus amigos siguen desarrollando actividades "normales", por lo que se genera un roce en cuanto a disponibilidad horaria o responsabilidades que puede asumir el minero dentro de la familia (Henríquez, 2018).

Además, el sistema de turnos 7x7 implica que el trabajador se encuentra fuera del hogar un poco más de la mitad del año, perdiéndose fines de semana, celebraciones o fechas importantes (Tabla 1).



Figura 12. Evolución de ciudades mineras en Chile.

Fuente: elaboración propia en base a Garces, E. (2007)

Tabla 1. Desglose sistema de turnos 7x7

Duración del ciclo en días	14
Ciclos por año Viajes y vuelta por año Encuentros con la familia por año	26
Horas / Turno por mes	180
Turnos noche / año	91
Horas de viaje turno / año (Faena - Residencia 4hrs bus x 2 = 8hrs)	208
Días reales / año con la familia (Desconectado 1/2 día de viaje por cada turno)	169

Fuente: Factores condicionantes de sistema de turnos en faena minera remota (Jimenez, s/año).

Por otra parte, dentro del mismo campamento, los mineros tienden a pasar mucho tiempo en sus habitaciones sin interactuar mayormente con sus compañeros fuera del horario de trabajo, generando un ambiente de ostracismo perjudicial para la consolidación de lazos y permanencia en la empresa. Por lo que se vuelve clave buscar maneras de fomentar la interacción social en las pocas horas de recreación que tienen después de su jornada de trabajo (Correa, 2018).

- Efectos psicológicos y fisiológicos

Dentro de las alteraciones fisiológicas se puede mencionar, por ejemplo, cambios o deterioros en hábitos alimenticios, esto debido a que las horas de las comidas van cambiando de acuerdo a si se tiene un turno diurno, nocturno o si se está en semana de descanso, lo que evita la generación de una rutina de comidas. Luego, dentro de los trastornos psicológicos, que inciden inevitablemente en aquellos fisiológicos, se destacan principalmente tres: trastornos del sueño, fatiga crónica y síntomas depresivos, siendo importante destacar que los primeros tienden a ir de la mano u originar los otros problemas (Nogareda, 1998). A su vez, dentro de los trastornos del sueño, cabe destacar que, en condiciones normales, para descansar

apropiadamente de la jornada laboral diaria es necesario dormir alrededor de siete horas, dentro de las cuales se puede llegar a una recuperación física (primeras horas de sueño) y una recuperación psíquica (últimas horas de sueño). Sin embargo, en el trabajo de turnos esto se dificulta debido, en el caso de los turnos diurnos, a que hay que acortar las horas finales de sueño para iniciar el turno temprano en la mañana, y en el caso de los turnos nocturnos, porque se alteran las primeras horas de descanso por la dificultad que supone dormir de día, causada por estímulos externos como ruidos o luz excesiva.

Además, para el caso de trabajos a gran altura, influye la falta de oxígeno y la baja humedad del aire, dificultando un correcto descanso. En este punto es importante destacar que entre un 50% y 90% de trabajadores mineros sufren de trastornos asociados a una mala calidad de sueño (Figura 13) (Marchetti, 2016). A causa de dichos trastornos, se puede desarrollar una fatiga crónica por falta de sueño, que produce a largo plazo alteraciones nerviosas como irritabilidad, depresión, dolor de cabeza, enfermedades digestivas y alteraciones del aparato circulatorio como hipertensión (Nogareda, 1998).

En síntesis, el análisis anterior da cuenta de las discrepancias entre la forma construida y los requerimientos propios del sistema de turnos dentro del campamento. Se puede observar que el diseño de los campamentos actuales, responde más que nada a criterios de eficacia, en los que se busca que las instalaciones sean funcionales, minimizando los recorridos, agrupando todas las zonas recreativas en un sector y los dormitorios en otro, permitiendo la expansión de estos últimos en caso de ser necesario, etc.

Los espacios comunes se dividen principalmente según el tamaño del programa. Aquellos de gran escala, como comedor y gimnasio, aparecen como lugares particulares para cada campamento e involucran una construcción in situ con elementos poco estandarizados, mientras que aquellos de menor escala, se adaptan a la medida de los módulos prefabricados destinados a espacios comunes (Figura 14). Sin embargo, no existe una caracterización espacial que permita diferenciar un programa de otro (más allá del mobiliario).

En este contexto, a continuación se presenta un análisis de momentos clave de uso del campamento, que posteriormente se asociarán a una nueva distribución de las instalaciones.

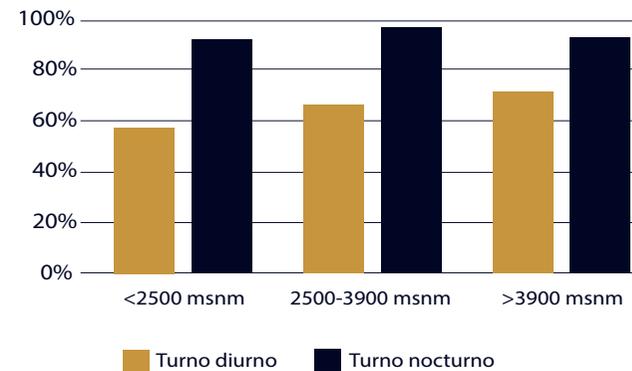


Figura 13. Sueño alterado en trabajadores mineros.

Fuente: Estudio de los Efectos de la Exposición Intermitente a Gran Altitud en la Salud de Trabajadores de Faenas Mineras (2016)

Sala de juegos



Sala de ejercicios



Figura 14a. Espacios de esparcimiento de escala pequeña - modular

Fuente: Tecnofast, 2018.

Gimnasio



Casino



Figura 14b. Espacios de esparcimiento de gran escala - no modular

Fuente: Tecnofast, 2018.

2.3 Estrategias de diseño para el sistema de turnos en la minería

2.3.1 Caracterización de espacios clave para la jornada extra laboral (momentos)

- Momento de llegada y descanso (A)

Se asocia a momentos clave del día; que corresponden a los cambios de turno, o de la semana; relacionados con días de inicio o fin del turno. Durante estos se produce una alta intensidad de uso del espacio, sin embargo, el resto del día, si se toma en cuenta solo el ingreso y salida de trabajadores, puede llegar a ser un espacio residual. Es por esto que se propone un espacio que implique una transición entre exterior e interior, que permita consolidar el primer momento de llegada al campamento como un lugar administrativo y de asistencia a los trabajadores.

Programa tentativo: Recepción - Oficinas - Sala de Espera

Conceptos clave: Traspaso Interior/Exterior-Recorridos-Funcionalidad

- Momento de descanso (B)

El momento de descanso comprende a las habitaciones, cuya principal característica es que deben estar alejadas del ruido que puedan provocar otras actividades y tener además condiciones óptimas de iluminación, temperatura y humedad para promover buenas condiciones de sueño para los trabajadores. Si bien se trata de un momento clave dentro de la jornada, la presente propuesta solo indica su ubicación relativa respecto a las zonas comunitarias, diferenciando el lugar donde se emplazan los dormitorios para el turno de noche y el turno de día.

Programa propuesto: Habitaciones Turno Día - Habitaciones Turno Noche

Conceptos clave: Descanso-Privacidad-Condiciones de Confort

- Momento de recreación y sociabilización (C)

El segundo momento propuesto se asocia a la necesidad de sociabilización de los trabajadores en un ambiente extra laboral. Se trata de un espacio que debe fomentar el encuentro, invitar a quedarse y ser un punto de activación y ocio dentro de la jornada de los trabajadores. Se propone entonces un espacio abierto, en que los diferentes programas de esparcimiento dialoguen entre sí, dando cuenta de las diversas actividades que se pueden realizar en las horas libres, principalmente al inicio y final del turno.

Programa propuesto: Sala de juegos - Comedor - Gimnasio - Terrazas/Patios

Conceptos clave: Interacción-Diversidad Programática-Intensidad de Uso-Conexión Visual y Física

- Momento de introspección y descanso (D)

Para el tercer momento se propone una variación de la parte más social, que tiene como objetivo ser un espacio de pausa dentro de la jornada. Esta vez, mediante lugares de escala mediana-pequeña, que reciben grupos pequeños o trabajadores solos que busquen realizar actividades "tranquilas". Por ejemplo, zonas de taller, oratorio, salas tranquilas u otros programas que impliquen situaciones silenciosas, que por ende no repercutan en la quietud de los dormitorios. Se incluyen además "patios" para fumadores, en los que se asegura que no estarán expuestos a luz directa.

Programa propuesto: Oratorio - Talleres - Salas Tranquilas

Conceptos clave: Transición-Privacidad-Tranquilidad-Contemplación

- Momento de activación y salida (E)

Finalmente, el último momento corresponde a la salida del campamento para comenzar nuevamente con la jornada laboral. Considerando que es importante activar a los trabajadores antes de comenzar la jornada, se propone exponerlos a pantallas de televisores o computadores, o a luces de tonalidades frías que cuentan con frecuencias de onda más cortas. Al igual que a la llegada al campamento, se debe garantizar que sea un espacio funcional y que permita flujos rápidos de grandes cantidades de trabajadores.

Programa propuesto: Salas interactivas - Salas de televisión

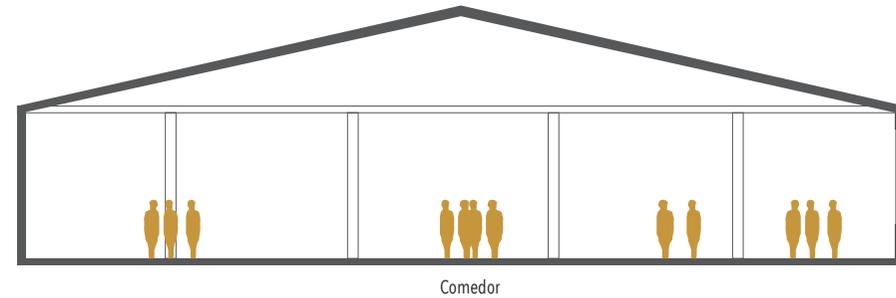
Conceptos clave: Activación - Tránsito - Espera - Funcionalidad

2.3.2 Propuesta de espacialidad: Manual of Section

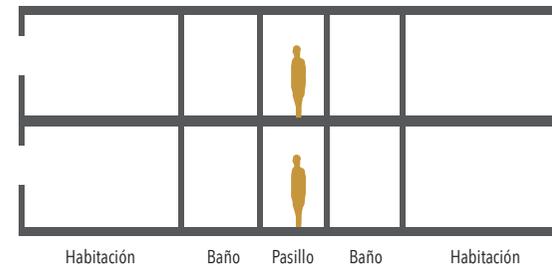
En cuanto a la espacialidad de las zonas comunitarias de los campamentos mineros, se opta por realizar una aproximación desde el corte arquitectónico para replantear la relación entre los programas de esparcimiento y los momentos de a jornada en que se usan estos espacios.

Se observa que en la actualidad, la sección tipo de los proyectos mineros tiende a ser bastante tradicional, distinguiéndose a grandes rasgos volúmenes estándar y volúmenes particulares (Figura 15). Los primeros se asocian principalmente a las alas de habitaciones, sectores de oficinas y ciertos programas comunes de escala mediana, que consisten en la unión de dos o tres niveles de estructuras modulares prefabricadas con una altura fija y continua (Figura 15 b y c). El segundo tipo de sección se desarrolla en zonas comunitarias como comedores o salas de recreación donde se proyecta una construcción poco replicable que no sigue las lógicas de prefabricación tradicionales y que por ende aparece como un proyecto independiente a la secuencia constructiva general del campamento (Figura 15a).

(a) Zonas comunes de gran escala



(b) Dormitorios



(c) Zonas comunes de pequeña escala



Figura 15. Tipologías de corte del campamento minero.

Fuente: Elaboración propia en base a Teconfast y Correa3, (2018).

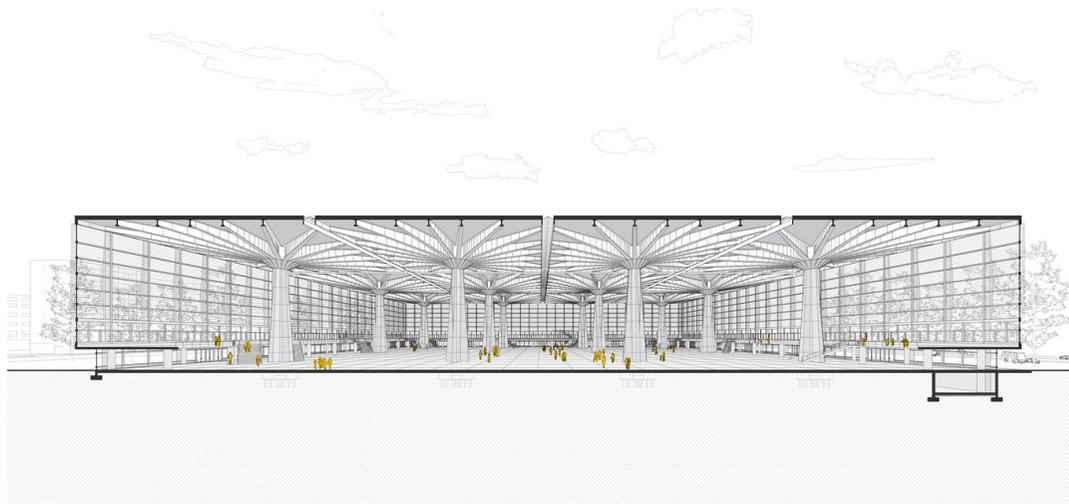


Figura 16. Extrusión / Palace of Labor, Pier Luigi Nervi, 1961.

Fuente: Elaboración propia en base a planimetría de Manual of Section.

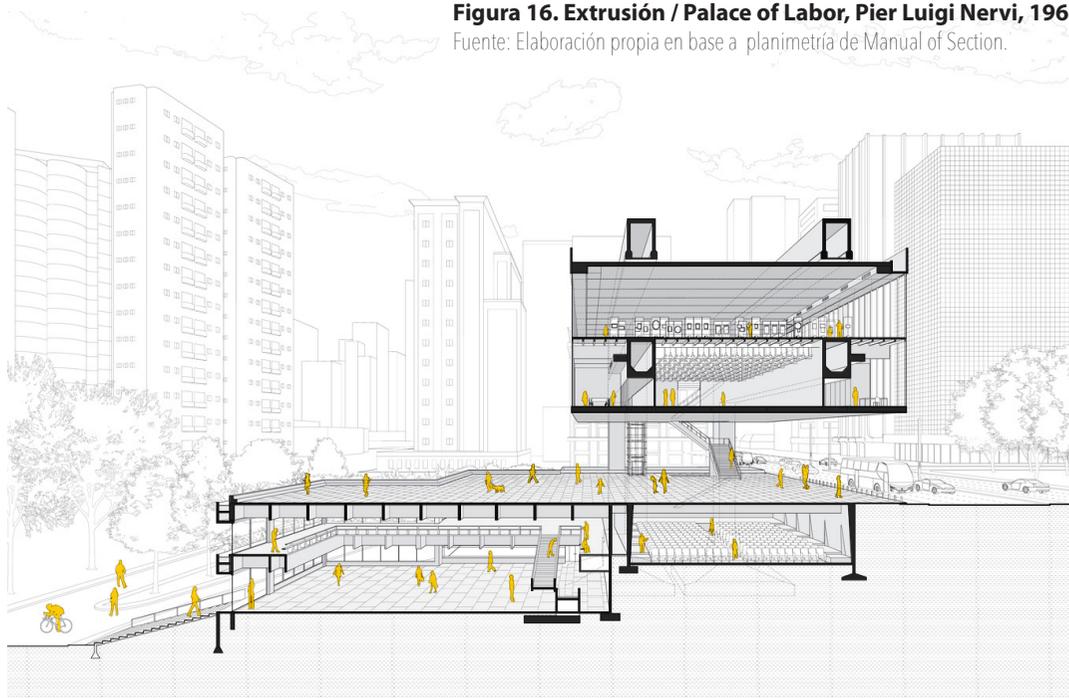


Figura 17. Apilamiento / Sao Paulo Museum of Art, Lina Bo Bardi, 1968.

Fuente: Elaboración propia en base a planimetría de Manual of Section.

En el contexto anteriormente descrito, se opta por analizar las tipologías de corte arquitectónico del “Manual of Section” (Lewis et al., 2016) donde, tras el estudio de diversas obras de arquitectura contemporánea, se establecieron siete tipos de sección, que dan paso a situaciones espaciales diversas. Estas son: extrusión (extrusion), apilamiento (stack), forma (shape), cizalle (shear), perforación (hole), pendiente (incline), nido (nest) y una octava que representa formas híbridas.

A continuación, se describen brevemente estas siete tipologías.

1. Extrusión: se trata del tipo más básico de corte, consiste en la separación de dos planos con muy poca variación en el eje vertical y que se activa principalmente en planta (Figura 16). En general no tiene cualidades espaciales distintivas y el diseño del cielo y de la estructura de muros puede llevarse gran parte de la atención.

2. Apilamiento: consiste en la suma de pisos, uno sobre el otro, sin que exista mayor relación entre ellos (Figura 17). En general no hay una variación tipológica entre niveles y aun cuando la exista, esta no repercute en otros pisos, ya que no

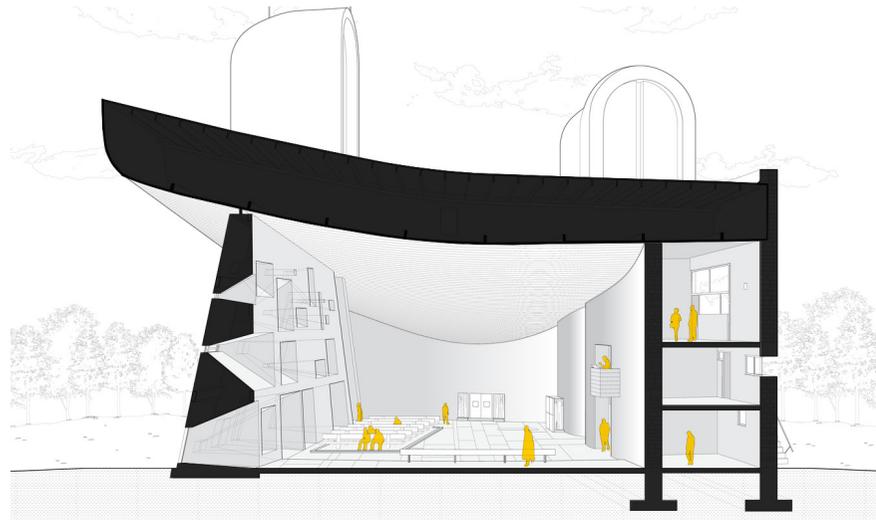


Figura 18. Forma / Notre Dame du Haut, Le Corbusier, 1954.

Fuente: Elaboración propia en base a planimetría de Manual of Section.

existe una simultaneidad en la percepción de los espacios, debido, en parte, a que las conexiones se producen solamente en cajas de escaleras o ascensores.

3. *Forma*: es el esculpido del espacio a través de la deformación de la envolvente (Figura 18). Permite generar innumerables variaciones y se puede encontrar en edificios donde se requiera intensificar el espacio social y de encuentro. Además, al centrarse en la envolvente, se usa para destacar el juego de la luz en el espacio y para construir desniveles que permiten distintos grados de privacidad manteniendo la continuidad visual del espacio.

4. *Cizalle*: involucra un desfase estructural entre uno o más pisos que es particularmente efectiva en inducir conexiones ópticas, térmicas o acústicas (Figura 19). Se distingue entre cizalle vertical y horizontal. El primero consiste en una discontinuidad en planta que permite generar desfases de medios pisos, vistas diagonales y un diálogo indirecto entre programas desconectados. El segundo en cambio, mantiene la continuidad en planta, dando forma al espacio mediante retranqueos y voladizos, en general afecta más al exterior y permite construir espacios colectivos al trabajar la continuidad visual del espacio mediante aterrazamientos del volumen general.

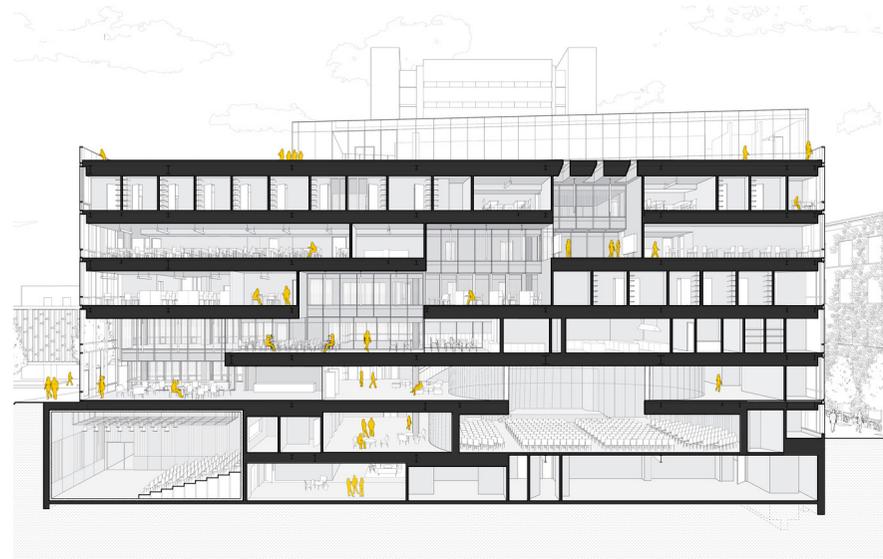


Figura 19. Cizalle / Bernard College Diana Center, Weiss/Manfredi, 2010.

Fuente: Elaboración propia en base a planimetría de Manual of Section.

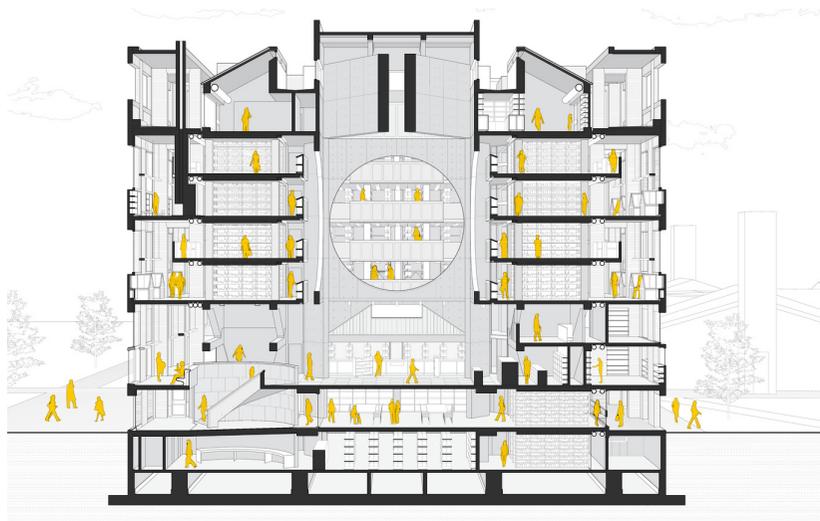


Figura 20. Perforación / Phillips Exeter Library, Louis Kahn, 1972.

Fuente: Elaboración propia en base a planimetría de Manual of Section.

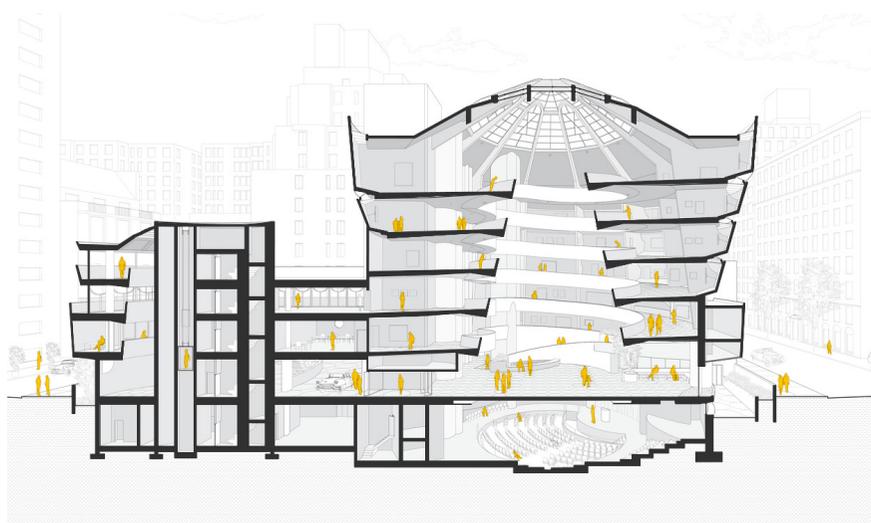


Figura 21. Inclinación / The Solomon R. Guggenheim Museum, Frank Lloyd Wright, 1959.

Fuente: Elaboración propia en base a planimetría de Manual of Section.

5. Perforación: actúa como un elemento espacial que crea una continuidad visual, lumínica, acústica y térmica entre pisos (Figura 20). Construye un "exterior" al interior del edificio, cambiando el foco de atención hacia el atrio en vez de la calle. Puede tener distintas dimensiones, pero en general la perforación permite organizar el programa estableciendo jerarquías en los espacios que están alrededor, actuando en muchos casos como un núcleo de circulaciones habitable. Además permite el ingreso de luz y la ventilación de espacios que normalmente no tienen acceso a estos elementos.

6. Pendiente: los planos inclinados buscan activar la sección, disolviendo la distinción entre planta y corte, y generando una continuidad visual transversal entre ambos planos (Figura 21). Generalmente van acompañados de atrios o cizalles que permiten producir una unificación del espacio, y se caracteriza por generar una continuidad visual y lumínica del recorrido. Su impacto va a depender de la escala, pero, debido a las dimensiones que adquieren las rampas para salvar los desniveles dentro de un edificio, tienden a ser de gran escala.

7. Nido: se utiliza para combinar volúmenes programáticamente específicos con un espacio intermedio fluido e inde-

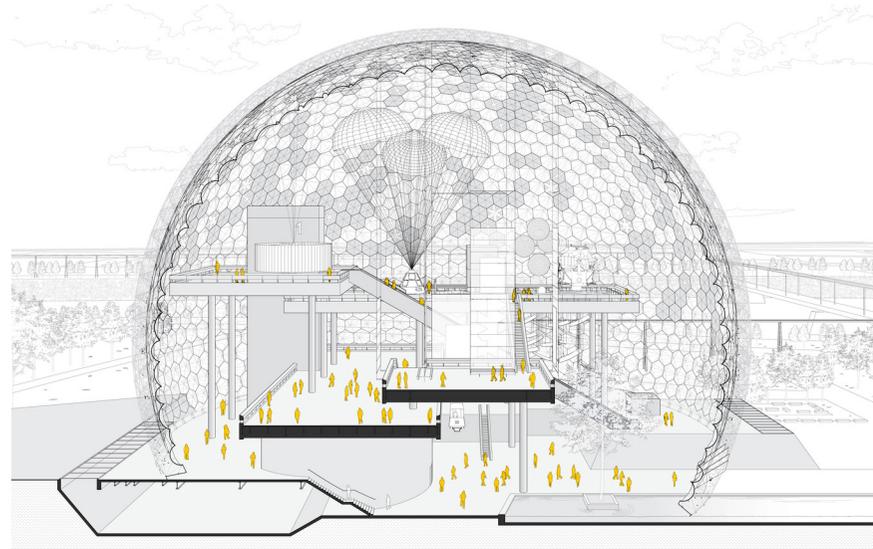


Figura 22. Nido / United States Pavilion at Expo '67, Buckminster Fuller/Shoji Sadao, 1967

Fuente: Elaboración propia en base a planimetría de Manual of Section.

terminado, generando secuencias espaciales complejas en las que la circulación vertical es clave, ya que permite recorrer y experimentar el espacio en su totalidad (Figura 22). Se trata de una configuración particularmente buena para manipular y controlar luz natural, a través de múltiples capas de la envolvente, que a su vez permiten la construcción de una gradiente térmica entre el exterior y el interior. Al igual que en el caso del corte tipo perforación, en esta sección se genera una continuidad visual, lumínica, acústica y térmica entre programas.

8. Híbrido: si bien las siete tipologías se presentan de manera diferenciada, el modelo híbrido es uno de los más comunes, ya que es difícil encontrar tipos "puros" de cortes arquitectónicos, sobre todo en edificios complejos (Figura 23). Lo que si es factible, es encontrar espacios en los que se combinen distintos tipos de sección y donde una predomine sobre los otros, volviéndose el tipo de corte articulador principal de la espacialidad.

Con el fin de relacionar estos tipos de corte con el proyecto, se clasificaron los momentos de la jornada en comunitarios y privados. Los primeros espacios, son los que reciben mayor cantidad de actividad, flujos y usuarios al mismo tiempo, en ellos



Figura 23. Híbrido / Yale Art and Architecture Building, Paul Rudolph, 1963.

Fuente: Elaboración propia en base a planimetría de Manual of Section.

se busca fomentar la interacción social entre los trabajadores, sin perder sus características funcionales. Es por esto que se propone trabajar combinaciones de cortes que involucren perforación, cizalle o nido, los que permiten albergar una serie de programas que interactuen entre sí, favoreciendo conexiones físicas y visuales entre los trabajadores (Figura 24a; 24b, 24d).

En cambio, los espacios privados asociados al descanso y la introspección, se caracterizan por recibir actividades más tranquilas y de menor escala, es por esto que se seleccionan tres tipologías de cortes: primero, apilamiento, ya que permite unir niveles sin que uno influya espacialmente en el otro, segundo, forma, por su capacidad de mediar entre interior y exterior a través de espesores de la fachada, que permiten un paso medido de la luz y por último, cizalle, para generar, en algunos puntos, grados de conexión visual, que predominan sobre la conexión física (Figura 24a; 24c). La figura 24 muestra de manera esquemática la propuesta de cortes que se realiza para cada uno de los momentos de la jornada de los mineros.

Cabe destacar que esta propuesta tiene relación con la construcción de la envolvente desarrollada en los puntos anteriores ya que la disposición en corte del programa se va a articular

con la envolvente y su materialidad, para generar la base de las atmósferas de cada momento. Esta articulación, no sería posible sin una estructura que, por una parte actúe como sostén de los elementos antes mencionados y por otra permita generar un espacio, en que haya libertad constructiva entre la envolvente y el corte -sin volverse una pieza singular dentro del campamento-. Es por esto que a continuación se analizará el sistema constructivo actual del campamento, para luego proponer una estructura acorde a la espacialidad requerida para la llegada, recreación, introspección y salida de los trabajadores.

(a) **Llegada + Descanso (A + B)**



Centro cultural Ex-Cárcel, HLPS Arquitectos.

Tipología de corte: Apilamiento + Cizalle

Se propone un espacio en el que se produzca una **relación indirecta entre niveles**; el nivel superior se destinará a la llegada al campamento y el inferior al acceso a los dormitorios, **uno recibirá un flujo rápido e intenso de personas y el otro es un espacio intermedio con respecto a la tranquilidad de los dormitorios.**

(b) **Recreación (C)**



Axel Springler Campus, OMA.



Edificio Polak, Paul de Ruiter Arquitectos.

Tipología de corte: Perforación + Nido

El momento de recreación es en el que se da la **mayor cantidad de encuentros** entre trabajadores, por esto se propone una espacialidad en que los programas se puedan entender como un todo, en el que existan **relaciones, tanto físicas como visuales, constantes entre un programa y otro.**

(c) **Introspección + Descanso (D + B)**



Capilla en Vallacerón, S.M.A.O.



Museo judío. Daniel Liebeskind, 2001.

Tipología de corte: Forma

El momento de introspección tiene como objetivo fomentar las **actividades “tranquilas” o individuales**. Por esto se propone la construcción de un espacio con conexiones visuales sobre físicas, con lo que se busca **permitir el encuentro entre trabajadores pero al mismo tiempo entregar lugares más privados**.

(d) **Activación + Salida (E)**



Steno diabetes center, COWI A/S y asociados.



Ampliación Museo del Prado, Foster+partners

Tipología de corte: Perforación + Cizalle

Este último espacio, debe **fomentar el encuentro** entre trabajadores junto a su **activación** previo a comenzar la jornada laboral. Se propone un volumen de dos niveles, uno es para el área administrativa y el otro para actividades de esparcimiento. Se propone la **articulación espacial a través de un atrio que conecte visualmente** ambos tipos de programa.

Figura 24. Síntesis de espacialidad propuesta según momentos

Fuente: Elaboración propia (2018).

2.3.3 Reorganización de las secuencias espaciales (para un uso ideal del campamento)

En síntesis, se establece que las condiciones extremas de vida de los trabajadores mineros, que implican estar expuestos a grandes alturas, en un clima y paisaje inhóspito, con un sistema de trabajo de horas extraordinarias, alejados de sus familias, entre otras variables, hacen necesario proponer un cambio en la rutina extra-laboral, diferenciando la manera de usar el campamento entre trabajadores del turno de día y trabajadores del turno de noche, debido a que el cuerpo humano tiene distintas necesidades dependiendo de a qué hora del día se realicen actividades como dormir, comer, recrearse, trabajar, etc. (Aguirre, 2018).

Es por esto que se propone una nueva organización del campamento, que responda a una condición de recorrido⁶, en el que se pasa de una situación espacial, lumínica y programática a otra, según los requerimientos propios de cada turno (Figura 25). De esta manera se presenta una secuencia para el turno de día y otra para el turno de noche, que va a estar determinada por la ubicación de los dormitorios de cada grupo de trabajadores, que a su vez va a dar paso a una manera distinta

de recorrer el campamento, sin la necesidad de duplicar recorridos o de generar espacios exclusivos para cada tipo de turno.

- Recorrido para el turno diurno

Como se ha planteado anteriormente, el turno diurno es aquel que trabaja entre 8:00 y 20:00 horas, por lo que utiliza el campamento aproximadamente entre 20:30 y 07:30 horas -considerando los tiempos de traslado a la faena-. Para este caso, se propone que los trabajadores lleguen lo más rápidamente posible al sector de recreación (C), donde puedan cenar y realizar actividades intensas de esparcimiento, como por ejemplo deportes -idealmente antes de la cena-. Luego que pasen a un área de reposo (previo a los dormitorios), donde puedan relajarse, estando en situaciones de mayor intimidad y tranquilidad (D). Este momento de introspección es seguido del acceso a los dormitorios (B), que deben garantizar condiciones óptimas de temperatura, humedad e iluminación (Aguirre, 2018). Finalmente, y como instancia previa al inicio del turno de día siguiente, los trabajadores pasan por un espacio interactivo (E) en el que usan aparatos electrónicos como computadores, televisión, etc. con el fin de activarlos de manera rápida antes de iniciar la jornada (Ver Capítulo 3).

- Recorrido para el turno nocturno

Para el caso de los trabajadores del turno de noche, que utilizan el campamento entre 08.30 y 19:30 hrs. aproximadamente, se plantea un recorrido menos convencional, que, sin embargo, tiene directa relación con un intento por disminuir los efectos adversos a nivel fisiológico, que implica trabajar en horarios antinaturales (Nogareda, 1993; Aguirre, 2018). Se propone que los trabajadores lleguen al campamento (A), reciban un desayuno ligero y pasen lo más rápidamente posible a sus dormitorios (B), que, al igual que para el caso del turno diurno, garanticen condiciones óptimas de temperatura, humedad e iluminación, para favorecer el descanso. Luego de dormir, pasan al sector de recreación (C), donde puedan almorzar y realizar actividades intensas de esparcimiento. Tras esto, el recorrido los guía al lugar de introspección (D), donde se disminuye la intensidad de las actividades y la escala del espacio, permitiendo generar una pausa previa al inicio de la jornada laboral. Después de este momento, se llega a la sala interactiva (E), donde los trabajadores tienen la oportunidad de usar aparatos electrónicos, para activarse antes de comenzar el turno.

6 Esta nuevo recorrido responde directamente a las indicaciones de Carolina Aguirre, neuróloga especialista en trastornos del sueño que trabajó realizando estudios sobre este tema en la Minera Escondida (Anexo 1).

TURNO DÍA	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	24:00
OCUPACIÓN ACTUAL DEL CAMPAMENTO	Descanso			Salida			Jornada Laboral													Llegada + Recreación		Recreación individual		
OCUPACIÓN PROPUESTA DEL CAMPAMENTO	MOMENTOS (3) Descanso			(4) Salida			Jornada Laboral													(1) Llegada + Recreación		(2) Introspección		
CARACTERIZACIÓN DEL MOMENTO	B. Descanso No exponerse a iluminación intensa o directa. Temperatura y humedad adecuadas.			E. Salida Exponerse a iluminación intensa y directa. Levantarse, desayunar y salir.			A;C. Llegada - Recreación Realizar actividades de alta intensidad / comunitarias. Cena ligera.													D. Introspección Iluminación tenue, indirecta. Actividades tranquilas.				
DESCRIPCIÓN / INTENCIÓN	Lugar más privado, alejado de ruidos molestos, volcado al interior. Prefabricado, modular y escalable. Escala personal.			Lugar de salida, actividades de paso, funcional para flujos rápidos. Conexión directa con el exterior, de preparación para el inicio del turno.			Lugar de acceso, traspaso entre exterior e interior. Diversidad programática, relación fluida entre espacios. Escala comunitaria, de interacción social.													Lugar de programas independientes, vistas enmarcadas para la contemplación (astronomía). Escala individual o grupal.				
PROGRAMA ASOCIADO	Dormitorios			Oficinas - Comedor - Sala interactiva - Sala de espera			Recepción - Cine/Teatro - Sala de juegos - Pub - Comedor - Gimnasio - Cancha - Patios													Oratorio - Talleres - Salas Tranquilas				
CONCEPTOS CLAVE	Descanso - Privacidad - Condiciones de Confort			Espera - Intensidad de uso - Flujos y Permanencia - Funcionalidad			Traspaso Temperie / Intemperie - Interacción - Diversidad Programática - Intensidad de Uso - Conexiones entre programas													Introspección - Privacidad - Tranquilidad - Contemplación				

Figura 25a. Ocupación propuesta para turno de día.

Fuente: elaboración propia, 2018.

TURNO NOCHE	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	24:00
OCUPACIÓN ACTUAL DEL CAMPAMENTO	Jornada Laboral							Llegada + Recreación A		Recreación Individual C			Descanso B					Salida E		Jornada Laboral				
OCUPACIÓN PROPUESTA DEL CAMPAMENTO	MOMENTOS Jornada Laboral							A		⁽¹⁾ Llegada + Descanso B			⁽²⁾ Recreación C		⁽³⁾ Introspección D		⁽⁴⁾ Salida E		Jornada Laboral					
CARACTERIZACIÓN DEL MOMENTO	A. Llegada No exponerse a iluminación intensa o directa. Comida ligera y rápida.							B. Descanso No exponerse a iluminación intensa o directa. Temperatura y humedad adecuada.			C. Recreación Exponerse a iluminación directa. Almuerzo y actividades intensas.			D. Introspección Iluminación tenue, indirecta. Actividades tranquilas o siesta.					E. Salida Exponerse a iluminación intensa y directa. Cena y actividades intensas.					
DESCRIPCIÓN / INTENCIÓN	Lugar de acceso, escala mediana, traspaso entre exterior e interior. Conectar rápidamente con habitaciones							Lugar más privado, alejado de ruidos molestos, volcado al interior. Prefabricado, modular y escalable. Escala personal.			Lugar 'abierto', conexiones visuales y físicas con el exterior. Diversidad programática, relación fluida entre espacios. Escala comunitaria, de interacción social.			Lugar de programas independientes, con conexión visual intermedia, vistas enmarcadas para la contemplación. Escala individual o grupal.					Lugar de salida, actividades de paso, funcional para flujos rápidos. Conexión clara con el exterior, de preparación para el inicio del turno.					
PROGRAMA ASOCIADO	Recepción - Sala de Desayuno - Salas tranquilas							Dormitorios - Salas de fumadores			Cine/Teatro - Sala de juegos - Pub - Comedor - Gimnasio - Cancha - Terrazas/Patios			Oratorio - Talleres - Salas Tranquilas					Oficinas - Comedor - Sala interactiva					
CONCEPTOS CLAVE	Traspaso Temperie / Intemperie - Flujos rápidos - Funcionalidad							Descanso-Privacidad- Condiciones de Confort			Interacción-Diversidad Programática - Intensidad de Uso - Conexiones entre programas			Introspección - Privacidad - Tranquilidad - Contemplación					Espera - Intensidad de uso - Flujos y Permanencia - Funcionalidad					

Figura 25b. Ocupación propuesta para turno de noche
Fuente: elaboración propia, 2018.

Referencias

- Aguirre, C (2018). Entrevista a neuróloga especialista en trastornos del sueño realizada el (fecha), Santiago, Chile.
- Arango, S. (2009). «Los ritmos circadianos y la productividad laboral» p. 4.
- Bustamante, W. (2009) Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social, p 47. Santiago, Chile.
- Carrasco, C., Vega, P. (2011). Una Aproximación a las condiciones de trabajo de la gran minería de altura. Dirección del Trabajo, Cuaderno de Investigación n°40, p. 72. Santiago.
- Correa, E (2018). Charlas sobre experiencia de la oficina Correa3 en minería.
- Henriquez, C. (2018). Charla de trabajador minero sobre condiciones de vida en la minería.
- Latimer, C. «The Top Ten Trends for Mining in 2016». Australian Mining (magazine), 17 de agosto de 2016. <https://www.australianmining.com.au/features/top-ten-trends-mining-2016/>.
- «Bienestar en campamentos mineros». Minería Chilena. Accedido 7 de junio de 2018. <http://www.mch.cl/reportajes/bienestar-en-campamentos-mineros/>.
- «Accidentabilidad minera 2016». Sernageomin. Accedido 9 de junio de 2018. http://sitiohistorico.sernageomin.cl/pdf/mineria/estadisticas/accidentabilidad_Minera/Presentacion-Accidentabilidad-2016.pdf.
- «Informe de Sustentabilidad BHP Chile 2016». BHP Billiton. Accedido 9 de junio de 2018. https://www.bhp.com/-/media/documents/media/reports-and-presentations/2017/170807_bhpinformedesustentabilidadbhpchile.pdf
- «Fuerza Laboral de la Gran Minería chilena 2017-2026» Consejo Minero. (2017), pp. 12-13.
- Nogareda, C., Nogareda, S. (1998) «NTP 455: Trabajo a turnos y nocturno: aspectos organizativos» Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, España, pp. 3-4.
- Marchetti, S. (2016). «Estudio de los Efectos de la Exposición Intermitente a Gran Altitud en la Salud de Trabajadores de Faenas Mineras» p. 31.
- SERNAGEOMIN (2016). Presentación Accidentabilidad | Seguridad Minera. Accedido el 15 de junio de 2018 en http://sitiohistorico.sernageomin.cl/pdf/mineria/estadisticas/accidentabilidad_Minera/Presentacion-Accidentabilidad-2016.pdf
- Jimenez, D. (s/año). Factores condicionantes de sistema de turnos en faena minera remota. Accedido el 10 de abril de 2018 en <http://www.bvsde.paho.org/bvsast/e/fulltext/mineria/mineria.pdf>
- Liendo, A. (Mayo, 2017). Antofagasta, Minería Escondida, Buses en "San Lorenzo" Accedido el 10 de abril de 2018 en <https://www.youtube.com/watch?v=HRbj1PeT8NI>
- Garcés, E. (2007). Las ciudades del cobre. Ediciones Universidad Católica. Santiago.
- Marchetti, S. (2016). Estudio de los Efectos de la Exposición Intermitente a Gran Altitud en la Salud de Trabajadores de Faenas Mineras, p 31.
- Corriere della Sera (2017). Come funziona il ciclo circadiano. Accedido el 8 de abril de 2018 en https://www.corriere.it/salute/neuroscienze/17_ottobre_02/come-funziona-ritmo-circadiano-06b8e982-a785-11e7-8b29-3c19760df94c.shtml

CAPÍTULO 3
**APROXIMACIÓN LUMÍNICA AL SISTEMA DE
TURNOS EN LA MINERÍA**

Glosario⁷

Contraste de luminancia

(de un estímulo) Es una medida de su luminancia relativa al fondo sobre el cual es visto. Cuanto más grande es el contraste de luminancia, más fácil es detectar el estímulo. El contraste de luminancia se puede definir en términos generales de dos maneras diferentes. Para estímulos que son vistos sobre un fondo uniforme, se definen como: $C = (L_o - L_f) / L_f$, en que C es el contraste de luminancia, L_f la luminancia de fondo y L_o la luminancia del detalle. Para estímulos que tiene patrones periódicos de luminancias, por ejemplo redes, el contraste de luminancia se define por: $C = (L_{max} - L_{min}) / (L_{max} + L_{min})$.

Flujo radiante

Medida fundamental de la radiación electromagnética emitida por una fuente por unidad de tiempo. Se mide en watt (W).

Flujo luminoso

Magnitud fotométrica derivada del flujo radiante, se usa para medir el efecto de la luz, su unidad es el lúmen (lm). Caracteriza la cantidad de luz total emitida por una fuente luminosa en todas las direcciones.

Intensidad luminosa

Se define como el flujo emitido por unidad de ángulo sólido

en una dirección especificada, su unidad es la candela (cd). Se usa para describir la distribución de luz proveniente de una fuente o una luminaria.

Iluminancia (I)

Flujo luminoso que incide por unidad de área en una superficie dada, se mide en lux ($I_x = I_m / m^2$). La iluminancia se puede medir en planos horizontales o verticales, permite cuantificar la cantidad de luz que llega a una superficie y sigue la ley inversa de los cuadrados, que para el caso de una fuente puntual es: $E = I / d^2$

Luminancia (L)

Es la intensidad luminosa emitida por la fuente o la superficie, en la dirección de un observador, dividida por el área de la fuente o de la superficie vista por el observador, es decir, por unidad de área proyectada. Su unidad es la candela por metro cuadrado (cd / m^2). Es la unidad que mejor permite indicar la calidad de la iluminación desde el punto de vista del usuario.

Reflectancia

Proporción de la luz que es reflejada por una superficie, se trata de una cantidad no dimensional cuyo valor varía entre 0 y 1.

Factor de iluminación natural (FIN)

Relación entre el nivel de iluminación de cada punto interior del local (E_i) con el nivel de iluminación difusa horizontal al exterior del espacio (E_e): $FIN = E_i / E_e \times 100$ (%). Dicho valor es una constante característica de los huecos, geometría y reflectancia de las superficies del local.

Reflexión

Fenómeno que consiste en un cambio de dirección de los rayos de luz después de incidir sobre una superficie. Puede ser especular, cuando la superficie donde incide la luz tiene pocas o ninguna irregularidad, o difusa cuando esta superficie tiene irregularidades mayores.

Temperatura de color

Se refiere a la apariencia que puede tener la luz dependiendo de la longitud de las ondas que componen su espectro visible. Puede ir desde tonos más calidos (rojos o amarillos) a más fríos (azules) y se mide en Kelvin.

3.1 Relación entre iluminación y sistema de turnos

Hasta el momento se ha estudiado la configuración espacial del campamento minero y su relación con los ritmos de la jornada laboral, evidenciado que esta organización responde a una clasificación programática entre lo comunitario y lo privado, más que a criterios propios del sistema de turnos, como por ejemplo, la necesidad de secuencias de actividades y programas distintos para el turno de día y el turno de noche.

En este contexto, es importante introducir la iluminación como una variable clave para mejorar las condiciones de habitabilidad del campamento, sobre todo si se toma en cuenta la directa relación que existe entre la exposición a la luz y el descanso de los trabajadores del sistema de turnos.

Es por esto que el presente capítulo se centra en la iluminación del campamento, partiendo desde un análisis fisiológico que permite comprender la relación entre iluminación y ciclos circadianos (encargados de los ciclo de sueño y vigilia), tomando en cuenta además variables cualitativas y cuantitativas de la luz, tanto natural como artificial, y asociando los momentos claves de la jornada extra laboral a condiciones lumínicas que van a caracterizar los espacios de esparcimiento del campamento minero.

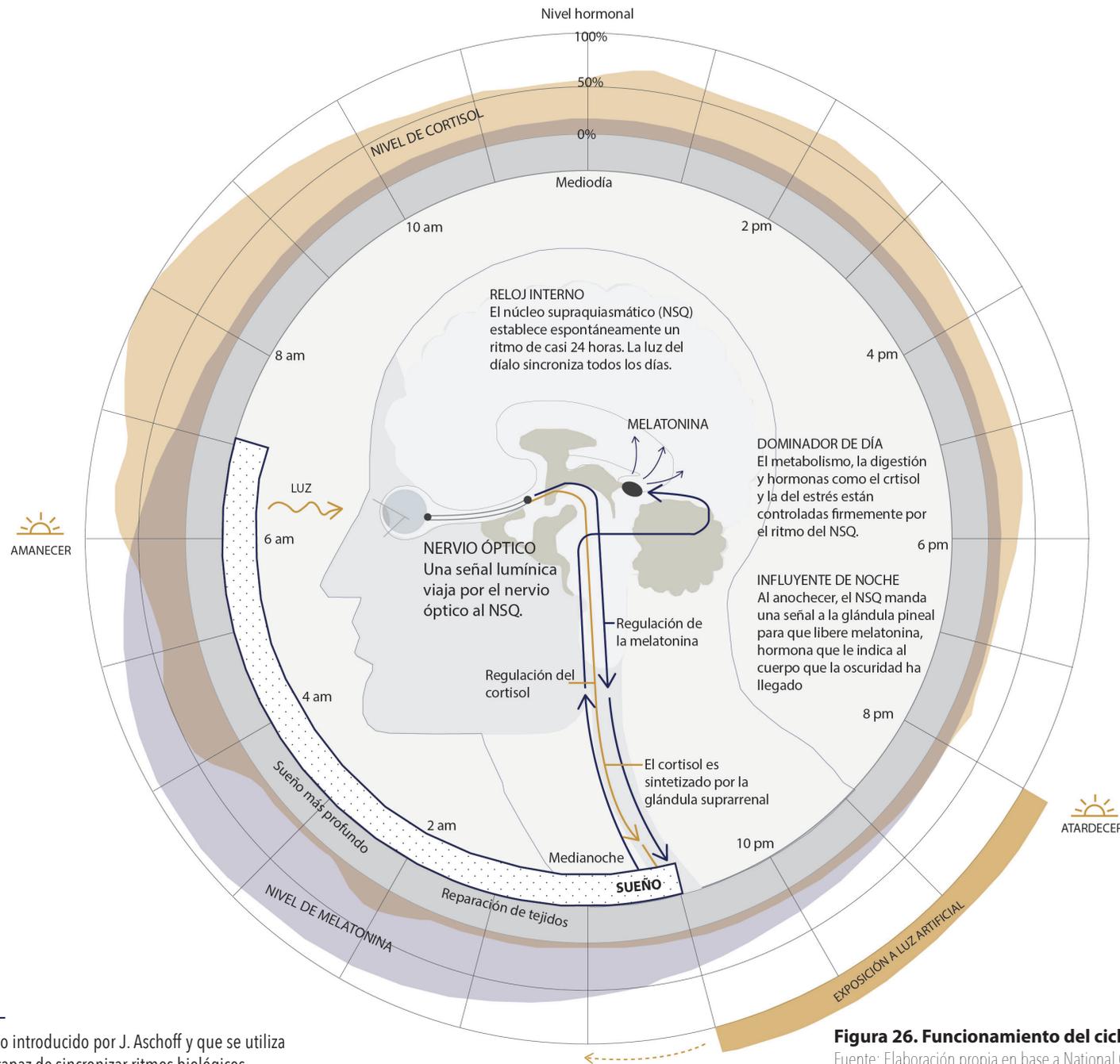
3.1.1 Alteración del ciclo circadiano en el sistema de turnos

-Definición del ciclo circadiano

Como se ha planteado, el trabajo en sistema de turnos genera una serie de alteraciones de los ciclos biológicos, sin embargo, el sistema circadiano (Figura 26) es el que se ve afectado más directamente (Nogareda, 1998). Los ciclos circadianos (del latín circa, alrededor, y dies, día) son ciclos biológicos que se repiten cada 24 horas aproximadamente y que se asocian con la activación de procesos biológicos como la secreción de hormonas, cambios en la temperatura corporal, la regulación del ciclo sueño-vigilia, entre otros. Se trata de ciclos endógenos, es decir, que son producidos por el organismo independiente de las variables externas, y de hecho, en condiciones estables de temperatura y luz, manifiestan su frecuencia intrínseca de 24 horas (Casanueva, 2016), que varía ligeramente entre personas, según factores internos como edad o género (Arango, 2009).

A pesar de esta condición naturalmente endógena, los ritmos biológicos son susceptibles a sincronizarse con el medio ex-

7 Las definiciones fueron elaboradas según Colombo, 2015; Ramos et al., 1998; Martín, 2006.



8 "Dador de tiempo", concepto introducido por J. Aschoff y que se utiliza para designar a todo agente capaz de sincronizar ritmos biológicos.

Figura 26. Funcionamiento del ciclo circadiano
Fuente: Elaboración propia en base a National Geographic, 2018.

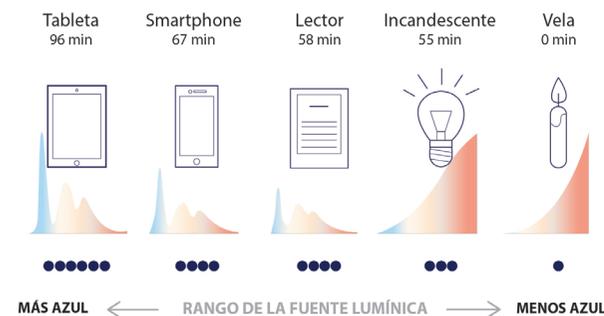


Figura 27. Cambio de fase por uso de dispositivos móviles

Fuente: La ciencia del sueño. National Geographic. Vol 43(02), 30-65.

terno. Esta sincronización, tiene lugar por la intervención de "relojes externos" denominados "Zeitgebers"⁸ (Arango, 2009; Casanueva, 2016). Para el ser humano, estos factores pueden ser, por ejemplo, luz, actividades sociales, comida o ejercicio, sin embargo, el primero es el sincronizador más importante (Lemmer, 2016). Es por esto, que dentro del trabajo en sistema de turnos, el control del ciclo luz-oscuridad, es clave a tener en cuenta para evitar trastornos de sueño, ya que una iluminación deficiente o inoportuna a lo largo de la jornada puede causar alteraciones en el ciclo biológico.

En síntesis,

Qué tan activos nos sentimos en cierto momento depende de la interacción de dos procesos: "presión para dormir", que se sospecha es creada por sustancias promotoras del sueño que se acumulan en el cerebro durante las horas de vigilia, y nuestro ritmo circadiano, el reloj interno que mantiene el cerebro y el cuerpo en sincronía con el sol. La luz puede adelantar y retrasar el reloj. Somos particularmente sensibles a la luz azul (de onda corta), el tipo que emana de la luz solar del mediodía y de las pantallas de

nuestras computadoras, que pueden alterar nuestro ciclo, en especial por la noche, cuando necesitamos oscuridad para inducir el sueño (Finkel, 2018) (Figura 27).

- Fisiología del ciclo circadiano: efectos de la luz en la salud

El ojo es capaz de interpretar los estímulos de la luz gracias a la existencia de fotorreceptores; células nerviosas altamente especializadas ubicadas en la retina (Figura 28). Los fotorreceptores más conocidos son los conos y los bastones, que intervienen en el sentido de la visión, es decir, en la creación de imágenes. Pero, además, existe un tercer tipo de célula, denominada célula ganglionar intrínsecamente fotosensible (ipRGCs) que se relaciona con una serie de funciones que no tienen que ver con la formación de imágenes, llamadas funciones "no ópticas", como la regulación del ciclo circadiano, el reflejo pupilar, entre otros (Pérez-León, 2009).

A su vez, la luz puede seguir dos caminos al llegar a nuestros ojos, el de la formación de imágenes, que involucra el desempeño y la experiencia visual, y el no óptico, relacionado con

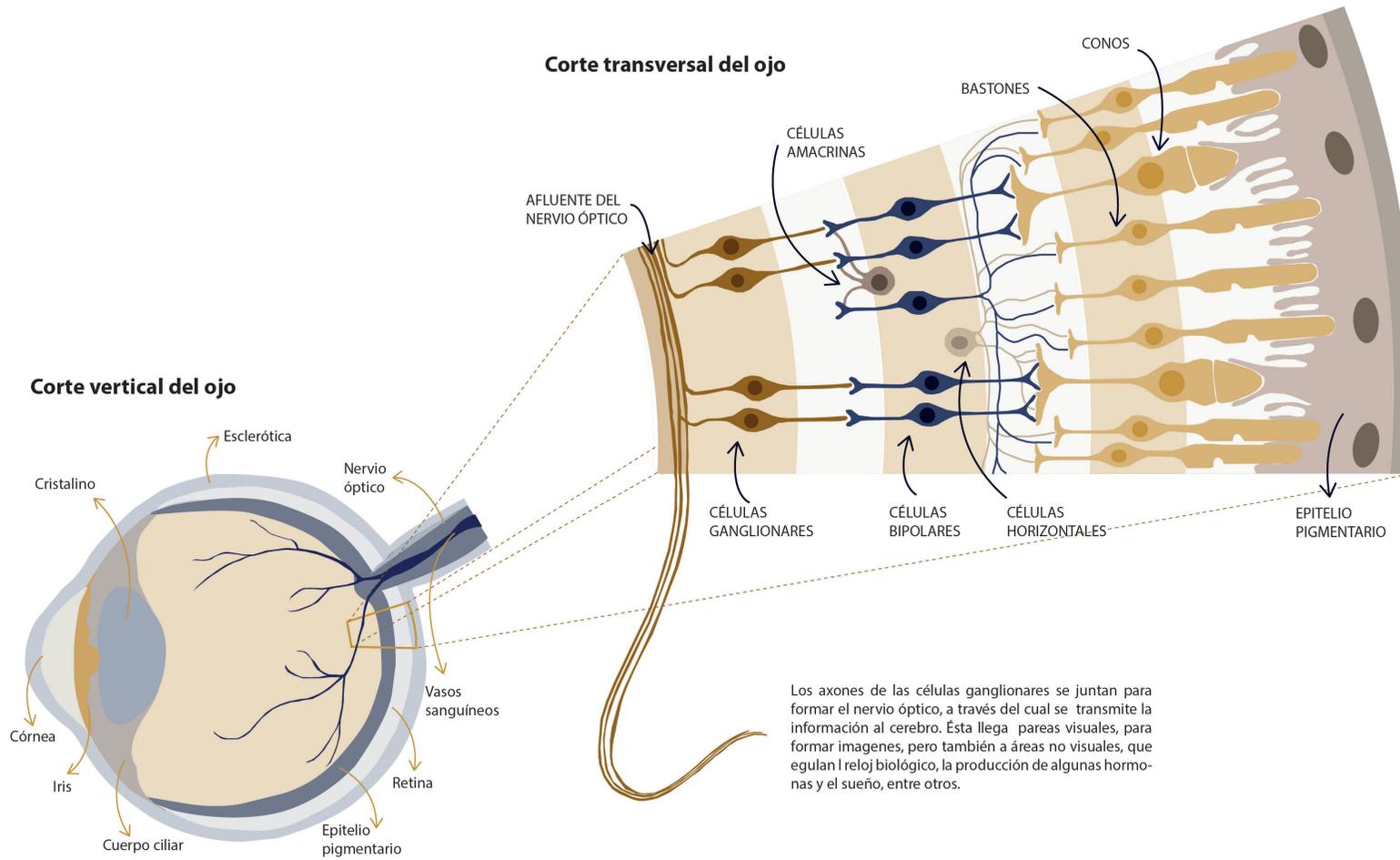


Figura 28. Proceso de percepción visual
 Fuente: Elaboración propia en base a Conicet Córdoba.

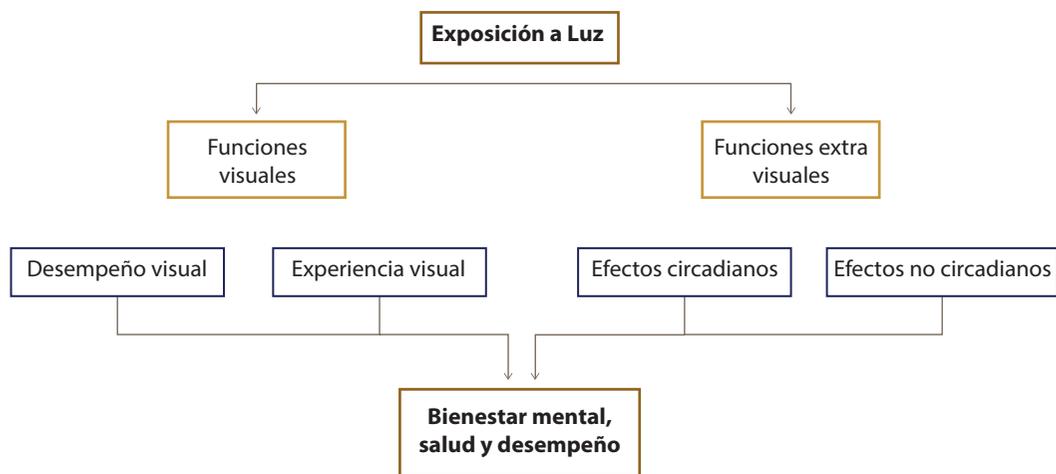


Figura 29. Esquema de funciones visuales y no visuales

Fuente: Elaboración propia en base a Daytime light exposure: effects and preferences (2013).

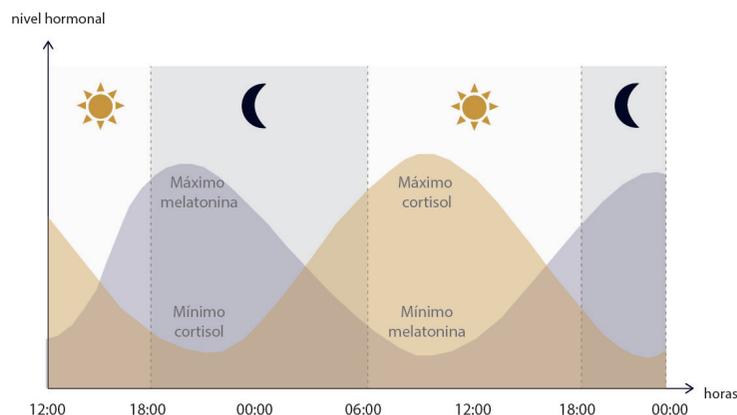


Figura 30. Relación entre melatonina y cortisol a lo largo del día

Fuente: Elaboración propia en base a www.intramed-net

el ciclo circadiano y otros procesos extra-visuales (Figura 29). La suma de ambos procesos tiene relación con en el bienestar mental y la salud de las personas, ya que inciden en procesos psicológicos y fisiológicos que regulan el sueño, el humor, emociones, la memoria, procesos cognitivos, estados de alerta y de vitalidad, entre otros (Smolders, 2013; SCENIHR, 2012).

En cuanto al funcionamiento específico del ciclo circadiano, la luz llega a la retina, donde se generan impulsos nerviosos que viajan a través del nervio óptico hasta el núcleo supraquiasmático (NSQ), denominado también reloj interno, porque es el encargado de sincronizar los ritmos biológicos (Figura 26). Durante la tarde, por ejemplo, el ojo recibe frecuencias de onda larga que indican al NSQ que envíe una señal a la glándula pineal para que libere melatonina, hormona que le indica al cuerpo que es de noche y por ende ha llegado la hora de dormir. Las frecuencias de onda cortas (luz azul) son producidas por el sol alrededor de medio día, por lo que inhiben la liberación de la melatonina y fomentan la liberación de cortisol, hormona encargada de activar nuestro organismo (Figura 30). Las pantallas de aparatos electrónicos también producen este tipo de ondas, por lo que su uso, sobre todo durante la noche, se asocia a desfases en los patrones de sueño y vigilia (Finkel, 2018) (Figura 27).

3.1.1 Percepción visual

La luz hace mucho más que tornar visibles las cosas. La iluminación de un espacio inevitablemente contribuye a la creación, en la gente que hace uso de él, de impresiones sobre ese espacio. Estas impresiones pueden ser buenas o malas, apropiadas o inapropiadas, definidas o vagas, pero existirán siempre y en todos los casos. (Boyce, 1981).

- Parámetros de confort visual

Dentro de los parámetros que determinan el confort visual, encontramos aquellos que tienen que ver con el observador y sus características propias y aquellos relacionados con la tarea que se va a realizar. Para el primero influyen: la sensibilidad del sistema visual de la persona al tamaño, contraste y tiempo de exposición, la susceptibilidad al deslumbramiento, la edad, las características psicológicas y de motivación que tenga cada persona. Para los segundos, en cambio, adquieren valor parámetros de carácter cuantitativo, como que el entorno visual cuente con una iluminación uniforme, luminancia óptima, ausencia de brillos deslumbrantes, condiciones de contraste adecuadas, colores correctos y ausencia de luces intermitentes (Ramos et al., 1998) (Figura 31).

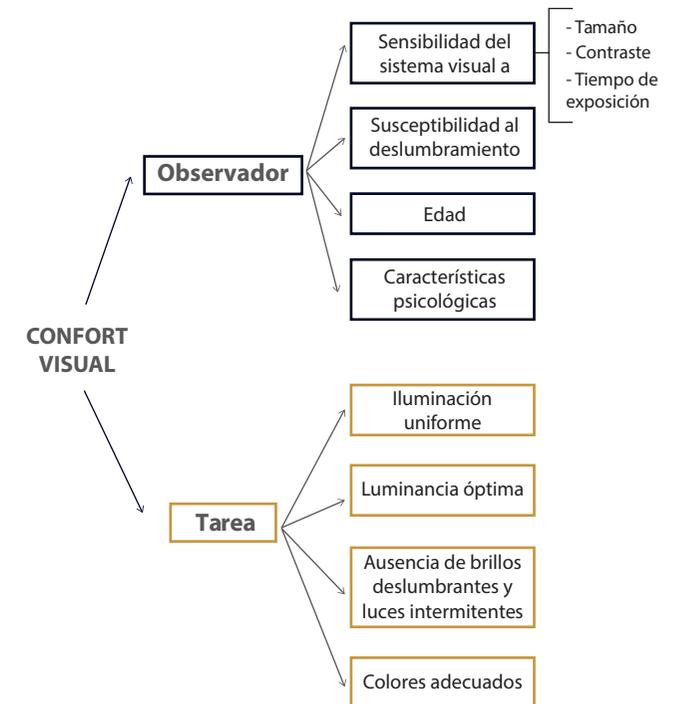


Figura 31. Parámetros de confort visual

Fuente: elaboración propia, 2018.

- Construcción de secuencias lumínicas

Por otra parte, en cuanto a la construcción de secuencias lumínicas, cabe destacar que en climas con una alta radiación solar, como lo es el caso del desierto de Atacama, donde se ubica la gran mayoría de las empresas mineras (Figura 1), es clave el diseño de los espacios de transición⁹, con el fin de evitar excesivas demandas al sistema visual de las personas, que pueden constituir barreras para una adecuada percepción del espacio y desempeño visual (Córica et al., 2015).

En este contexto, existen principalmente dos procesos que inciden en la disminución del confort y rendimiento visual, y que se pueden asociar a la condición de transición antes mencionada, estos son: un tiempo inadecuado de adaptación a distintas iluminancias y el deslumbramiento (Córica et al., 2015).

En relación al primer punto, el ojo humano se adapta a variaciones muy grandes de los niveles de iluminación del entorno, pasando desde más de 100.000 lux en días soleados, hasta menos de 0.1 lux en una noche con luna. De hecho, son frecuentes variaciones bruscas con factores entre 1/10 y 1/100 (Martín, 2006). Estos procesos de adaptación pueden llegar a

ser muy rápidos y hasta dolorosos cuando se pasa de ambientes oscuros a otros excesivamente luminosos, o por otra parte, lentos y poco molestos cuando la transición se da desde la luz a la oscuridad. En general, las variaciones tolerables están dentro del rango 1:3, 1:2 e incluso las transiciones con relación 1:1.5 pueden ser imperceptibles. Por lo tanto, para permitir una adecuada transición visual entre zonas del edificio con distintos niveles luminosos, conviene limitar la relación de iluminancia entre espacios contiguos a un factor de 1:3 o menor (Martín, 2006) (Figura 32).

Cabe mencionar que los niveles de iluminancia para la noche difieren de los requeridos para el día en una relación de 1:3 (Tabla 2) debido a que se asume que los interiores nocturnos serán iluminados con luz artificial y que el ojo se adapta durante la noche a menores niveles de iluminancias (Martín, 2006).

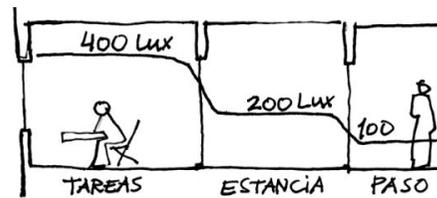
Para la luminancia de día, en cambio, es importante considerar el Factor de Iluminación Natural (Ver Glosario) que según lo planteado en el Manual de Iluminación (Martín, 2006) no debería bajar del 1% ni superar el 9% por el exceso de iluminación y por las grandes ganancias o pérdidas de calor debido a una excesiva superficie de vanos (Tabla 3).

⁹ Se consideran espacios de transición, aquellos entre interior y exterior y entre una condición lumínica espacial y otra, es decir, entre momento de llegada/descanso a recreación, de este a introspección/descanso y de este al momento de activación/salida.

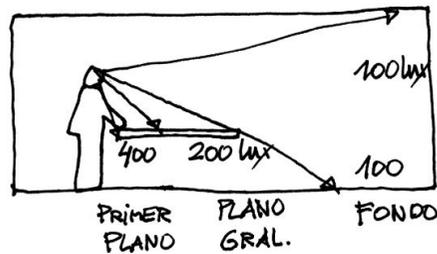
En cuanto al segundo punto, cuando existe un excesivo contraste en el campo visual, en función de la relación que existe entre luminancia de la fuente y luminancia del fondo, el ojo no logra adaptarse lo suficientemente rápido y se produce lo que se conoce como deslumbramiento (Tregenza, 2011). Este proceso puede llegar a causar molestia, incomodidad o pérdida en el funcionamiento visual y la visibilidad (IESNA, 2000). Al respecto, la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) plantea dos tipos diferentes de deslumbramiento: el discapacitante o fisiológico que causa la pérdida de sensibilidad para captar los contrastes y el discomfortante o psicológico, que provoca una sensación desagradable, sin necesariamente impedir la visión (CIE 1987).

Ambos tipos de deslumbramiento deben evitarse, por esto es importante poner atención a cuatro factores: la luminancia de la fuente de luz, el tamaño de la fuente, la luminancia del fondo y el ángulo entre la fuente y el punto de vista del observador (Tregenza, 2011) (Figura 33).

Estos valores serán clave al momento de construir las transiciones lumínicas entre un momento y otro, y se abordarán con más detención en el Capítulo 5: Síntesis proyectual



Transición de la iluminación entre locales según la actividad.



Zonificación de la iluminación entre zonas de un local.

Figura 32. Transición de iluminancias

Fuente: Martín, M. (2006).



Figura 33. Deslumbramiento según ángulo de incidencia

Fuente: Martín, M. (2006).

Tabla 2. Niveles de iluminancia para día y noche

Actividad interior	Día	Noche
(Exceso de luz)	3.000 lux	1.000 lux
Primer plano, actividad detallada	1000 lux	300 lux
Plano medio, actividad media	300 lux	100 lux
Plano general, actividad baja	100 lux	30 lux
(falta de luz)	30 lux	10 lux

Fuente: Elaboración propia en base a Martín, M. (2006).

Tabla 3. Factores de Iluminación natural recomendados según exigencia visual

Exigencia visual	Sensación visual	FIN %	Ei mínimo con Ee= 10.000 lux	Ei máximo con Ee= 100.000 lux
Muy alta	Muy luminoso	>10 %	>1.000 lux	> 10.000 lux
Alta	Luminoso	6 %	600 lux	6.000 lux
Normal	Normal	3 %	300 lux	3.000 lux
Baja	Oscuro	1 %	100 lux	1.000 lux
Muy baja	Muy oscuro	< 0.3 %	< 30 lux	< 1.000 lux

Fuente: Elaboración propia en base a Martín, M. (2006).

3.2 Análisis de iluminación en campamentos mineros

3.2.1 Relación entre Iluminación natural y artificial en campamentos mineros

Como se observó en el Análisis de campamentos mineros (punto 2.2.2), actualmente la orientación de los campamentos tiene mayor relación con una disposición de los volúmenes de dormitorios en torno a un núcleo de programa comunitario, que con un diseño solar asociado a los requerimientos lumínicos de los distintos momentos dentro de la jornada extra laboral. Al respecto y tomando en cuenta la importancia de la luz para la regulación de los ciclos circadianos, se plantea considerar tres variables al momento de proyectar:

- Orientación geográfica
- Posición solar a lo largo del día / año
- Ritmo circadiano

La síntesis de estas tres variables se puede observar en el "Circadian Light Clock" (Figura 34), que relaciona precisamente luz, oscuridad y orientación geográfica con el ciclo circadiano, para dar paso a una arquitectura asimétrica, que toma en cuenta manera directa la condición variable de la luz natural y sus efectos en la salud (Volf, 2013).

Por otra parte, en cuanto a la iluminación artificial, esta se basa en cumplir con la normativa vigente (Tabla 4) que tiene relación con la iluminancia (Ver glosario) necesaria para desarrollar distintas actividades, y que, al medirse según valores cuantitativos estándar, tiende a homogeneizar los espacios (Ganslandt, s.a.). Por lo mismo, no toma en cuenta la importancia del traspaso gradual entre una condición lumínica o espacial y otra, alterando de esta manera el ciclo circadiano, que se ve desfasado por la sobre exposición a luz artificial, sobre todo durante la noche (Finkel, 2018).

En este contexto, se plantean los niveles de iluminancia (Tabla 5), que tienen directa relación con los programas específicos de cada uno de los momentos antes descritos y que surgen del estudio de diversas normativas internacionales en materias de iluminación (Anexo 2).

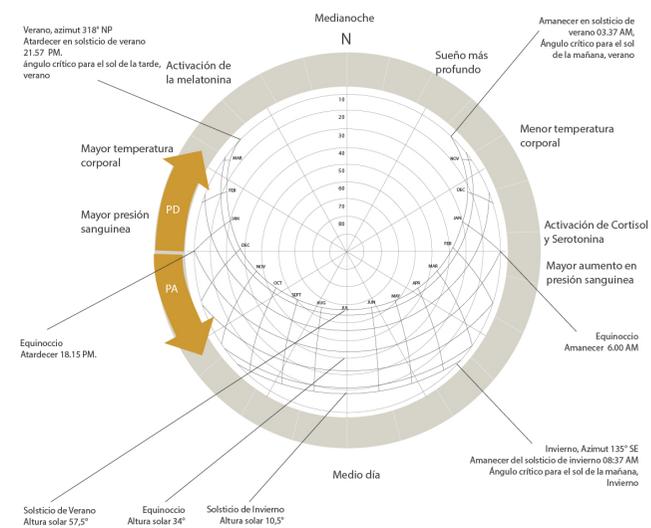


Figura 34. Circadian Light Clock

Fuente: Elaboración propia en base a Light, Architecture and Health – A method, C. Volf (2016, p101)

Tabla 4. Iluminancias mínimas para locales comerciales, industriales, educacionales y asistenciales

Tipo de local	Luminancia (Lux)
Auditorios	300
Bibliotecas públicas	400
Casinos, restaurantes, cocina	300
Comedores	150
Oficinas en general	400
Pasillos	50/100
Atención administrativa	300
Gimnasio	200
Salas de espera	150
Salas de clases, educación media	250
Salas de clases, educación superior	300

Fuente: Elaboración propia en base a NCh 4/2003.

Tabla 5. Síntesis iluminancias mínimas para recintos asociados a momentos propuestos

Momentos / Programas asociados	Luminancia (Lux)
Llegada + Descanso	50 / 100
Recepción	
Circulaciones	
Estancias breves	
Recreación	200 / 250
Salas multiuso	
Comedor Gimnasio	
Introspección + Descanso	100 / 150
Tareas rápidas	
Oratorio Trabajos con baja exigencia visual	
Activación + Salida	350 / 400
Oficinas	
Salas de informática Biblioteca	

Fuente: Elaboración propia en base Anexo 2.

3.2.2 Relación entre turnos, programas y estrategias de iluminación

Al analizar las horas de ocupación de los campamentos mineros para el turno nocturno y el turno diurno, se puede observar que los trabajadores del turno nocturno usan el campamento entre las 8:30 y las 19:30 horas (Figura 35a), alternándose con aquellos del turno diurno que están en las instalaciones entre 20:30 y 7:30 aproximadamente (Figura 35b).

Del cruce entre estos horarios y las horas de luz natural para el lugar de estudio (Minera Escondida: Lat 24,2°S; Lon 69,0°O), se concluye que para el turno nocturno se debe diseñar tomando en cuenta, principalmente, la posición del sol respecto a los espacios utilizados a lo largo del día por los trabajadores, y por ende, es importante considerar la orientación geográfica del campamento y la relación con el exterior de los lugares comunitarios. En cambio, para el turno diurno, adquiere importancia el uso adecuado de la luz artificial, considerando el uso de las temperaturas de color más beneficiosas para cada uno de los momentos de permanencia de los trabajadores en el campamento, su relación con el ciclo circadiano y la planificación de la iluminación con énfasis en tomar decisiones que potencien los efectos cualitativos de la luz artificial.

TURNO DIA		01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	24:00						
OCUPACIÓN ACTUAL DEL CAMPAMENTO		Descanso					Salida												Jornada Laboral					Llegada + Recreación		Recreación individual					
OCUPACIÓN PROPUESTA DEL CAMPAMENTO		(3) Descanso					(4) Salida												Jornada Laboral					(1) Llegada + Descanso		(2) Introspección					
NECESIDADES DE ILUMINACIÓN (ESPACIOS DE PERMANENCIA)		Sin luz					Luz directa												Luz directa		Luz indirecta										
CONDICIONES DE DISEÑO C/ ILUMINACIÓN NATURAL		ALT / AZM					Horas de luz diurna		ALT / AZM																						
21 marzo		--/--	--/--	--/--	--/--	--/--	--/--	3,6 / 88,0	17,2 / 81,5	30,5 / 74,0	43,3 / 64,1	54,8 / 49,1	63,1 / 24,6	64,9 / 350,1	59,0 / 320,3	48,6 / 301,8	36,3 / 290,1	23,1 / 281,7	9,6 / 274,9	--/--	--/--	--/--	--/--	--/--	--/--	--/--					
22 junio		--/--	--/--	--/--	--/--	--/--	--/--	--/--	7,3 / 60,1	18,7 / 52,1	28,7 / 41,8	36,6 / 28,3	41,3 / 11,7	41,9 / 353,3	38,2 / 335,9	31,1 / 321,5	21,6 / 310,4	10,6 / 301,9	--/--	--/--	--/--	--/--	--/--	--/--	--/--						
23 septiembre		--/--	--/--	--/--	--/--	--/--	--/--	6,9 / 86,5	20,5 / 79,9	33,8 / 72,0	46,3 / 61,3	57,3 / 44,5	64,5 / 17,0	64,3 / 341,7	57,0 / 314,6	46,0 / 298,1	33,4 / 287,4	20,1 / 279,6	6,5 / 273,0	--/--	--/--	--/--	--/--	--/--	--/--						
22 diciembre		--/--	--/--	--/--	--/--	--/--	2,2 / 114,7	14,9 / 109,3	27,9 / 104,7	41,3 / 100,5	54,8 / 96,6	68,4 / 92,4	82,0 / 85,2	84,0 / 277,4	70,4 / 268,2	56,8 / 263,9	43,2 / 260,0	29,9 / 255,9	16,8 / 251,3	4,0 / 246,0	--/--	--/--	--/--	--/--	--/--						
CARACTERIZACIÓN DEL MOMENTO		B. Descanso No exponerse a iluminación. Temperatura y humedad adecuada.					E. Salida Exponerse a mucha iluminación. Despertar y desayunar.												A; C. Llegada + Recreación Realizar actividades de alta intensidad / comunitarias. Cena ligera		D. Introspección Iluminación tenue. Actividades tranquilas.										
DESCRIPCIÓN / INTENCIÓN		Lugar más privado, alejado de ruidos molestos, volcado al interior. Prefabricado, modular y escalable. Escala personal.					Lugar de salida, actividades de paso, funcional para flujos rápidos. Conexión clara con el exterior, de preparación para el inicio del turno.												Lugar de acceso, traspaso entre exterior e interior. Diversidad programática, relación fluida entre espacios. Escala comunitaria, de interacción social.		Lugar con programas independientes, conexión visual intermedia, contemplación (astronomía). Escala individual o grupal.										
PROGRAMA ASOCIADO		Dormitorios					Oficinas - Auditorio - Comedor - Sala interactiva												Recepción - Cine/Teatro - Sala de juegos - Pub - Comedor - Gimnasio - Cancha - Terrazas/Patios		Oratorio - Biblioteca - Talleres - Salas Tranquilas										
CONCEPTOS CLAVE		Descanso - Privacidad - Condiciones de Confort					Espera - Intensidad de uso - Flujos y Permanencia - Funcionalidad												Traspaso Temperie / Intemperie - Interacción - Diversidad Programática - Intensidad de Uso		Introspección - Privacidad - Tranquilidad - Contemplación										
ORIENTACIONES FAVORABLES (azimut)		<p>SUR - ORIENTE</p>																													

Figura 35b. Análisis orientación solar para turno diurno.

Fuente: Elaboración propia (2018).

3.3 Estrategias de diseño

3.3.1 Criterios de diseño para la iluminación natural del campamento minero

A nivel de proyecto, la iluminación natural se relaciona directamente con la envolvente del campamento, es por esto que se analizarán tres variables claves a tener en cuenta al momento de diseñar: orientación geográfica, relación interior-exterior y percepción de la luz en el espacio.

- Orientación geográfica

Con el fin de comprender de mejor manera la relación entre variables de carácter geográficas, temporales, de orientación y de uso, asociadas al sistema de turnos en la minería, se han elaborado tres gráficos (Figura 36) en que se superponen cuatro variables; la carta solar¹⁰ para la Minera Escondida (24,2°S; 69,0°O), el asoleamiento del lugar -tanto en solsticios (a,c) como en equinoccios (b)-, los momentos clave para el turno nocturno y diurno -llegada, descanso, recreación, introspección y salida-, y el tipo de luz necesaria para estos momentos según los requerimientos del ciclo circadiano.

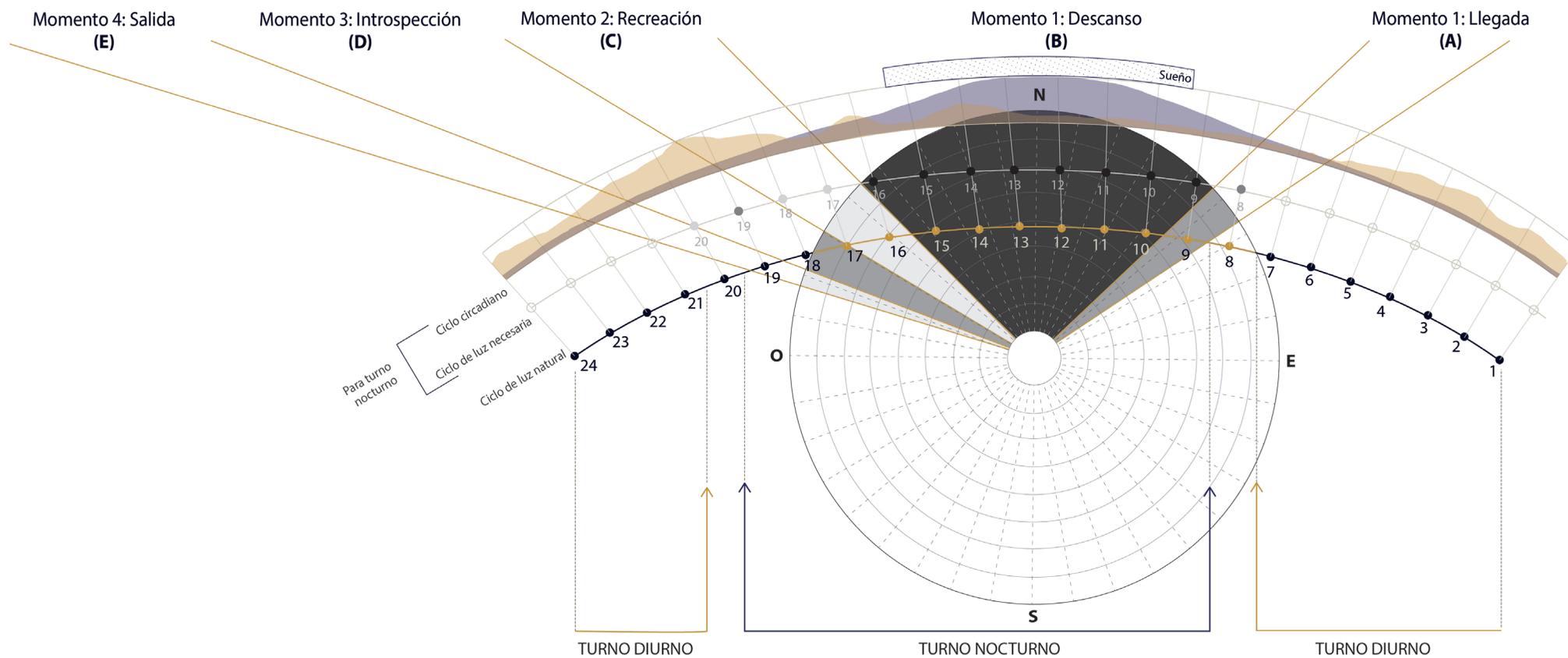
Siguiendo el ciclo circadiano, dependiendo de la hora en la que se usa cada recinto (momentos) cambia la cantidad y tipo

de luz ideal que deben recibir los trabajadores. Considerando las horas de sol a lo largo del año, y tal como lo muestran las tres figuras siguientes (Figura 26), la orientación adquiere mayor importancia para el turno de noche, ya que son estos trabajadores los que van a usar el campamento de día y por ende estarán expuestos a luz natural. Es por esto, que el siguiente análisis considera solo los momentos clave y horas de uso del campamento para dicho turno (nocturno), mientras que para el turno diurno, se concentrarán los esfuerzos en el diseño de iluminación artificial.

El diseño para el turno nocturno considera el paso por 5 momentos-espacios a lo largo del día. Se trata de lugares que, como se ha mencionado anteriormente, tienen distintos requerimientos lumínicos y que se usan en horarios diferentes, -en los que el sol va variando su posición-. En orden, a partir de la llegada al campamento estos momentos son: llegada (20.30-21:30), descanso (21:30-15:30), recreación (15:30-17:00), introspección (17:00-18:30) y activación / salida (18:30-19:30).

Para el primer momento (A), se busca tener una luz tenue, por lo que se evitará la orientación oriente -desde donde viene el sol en la mañana-. Luego, para el segundo momento; de

¹⁰ La carta solar consiste en una representación gráfica que nos permite obtener la posición del sol para una latitud específica, tanto en planta (azimut) como en altura para una determinada hora de un día específico.



- Luz directa - hacia el sol
- Luz indirecta - contral el sol
- Sin luz - contra el sol
- Nivel de Cortisol
- Nivel de Melatonina

Figura 36a. Análisis de asoleamiento para solsticio de invierno.
Fuente: Elaboración propia (2018).

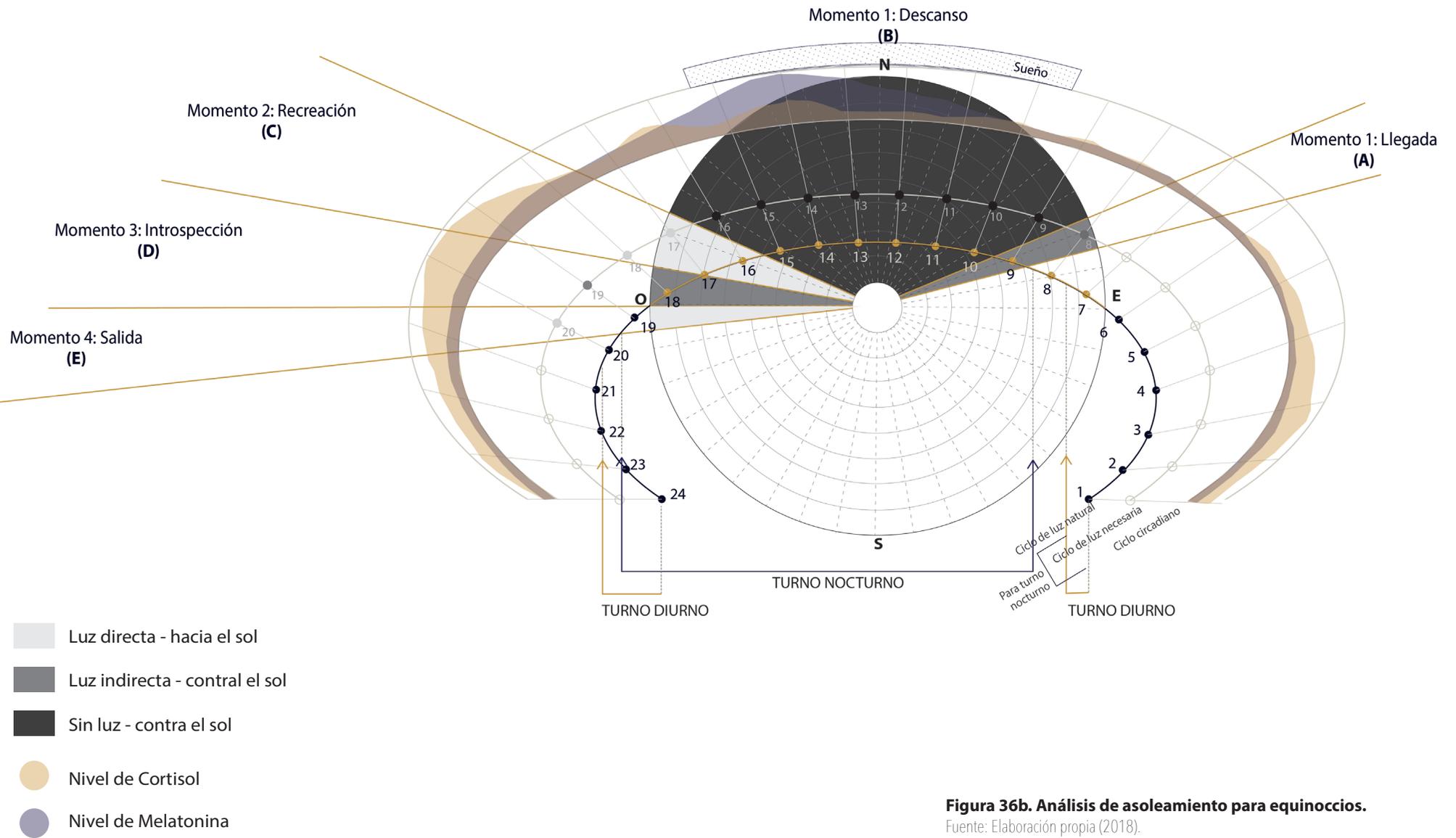
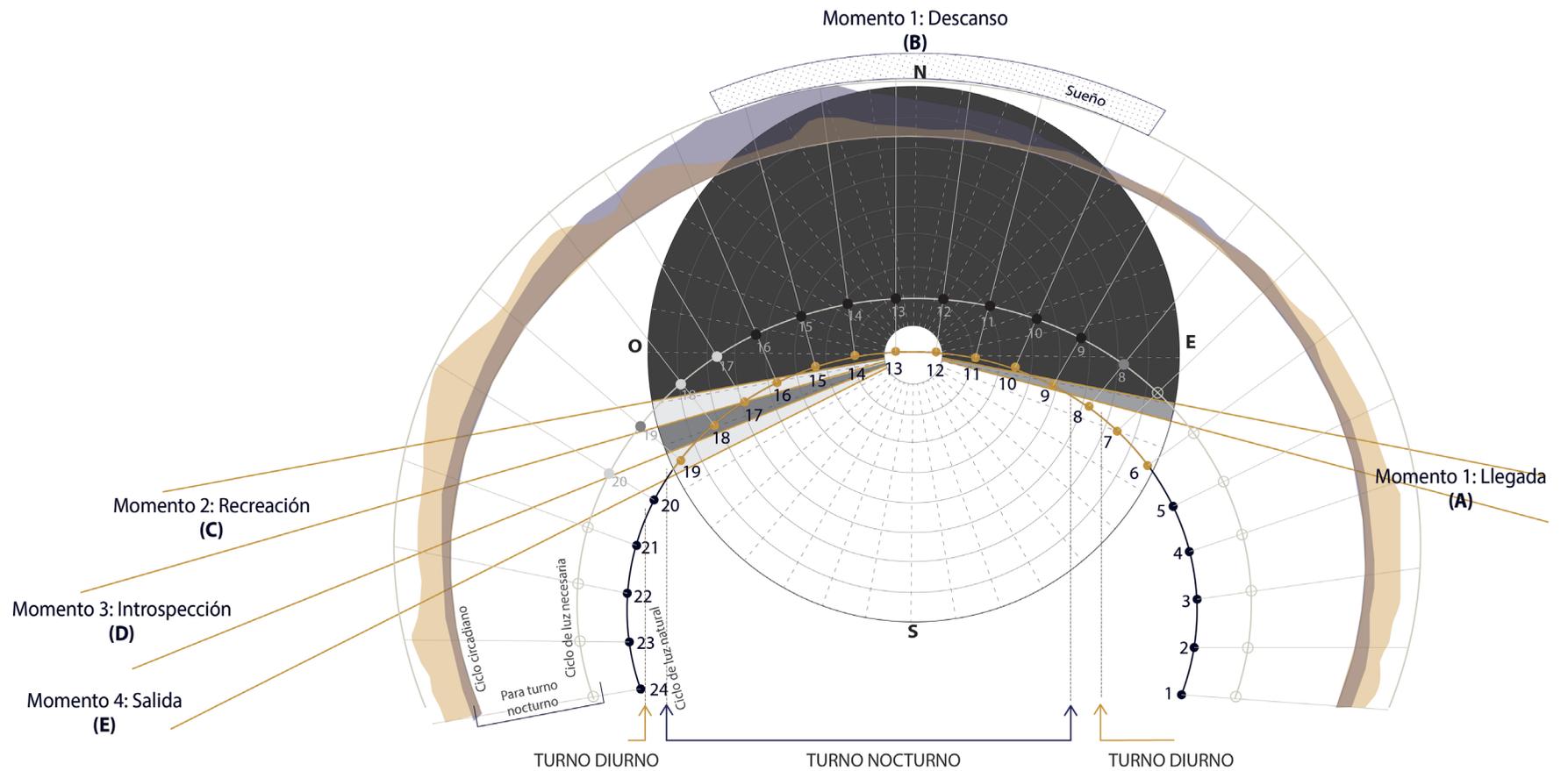


Figura 36b. Análisis de asoleamiento para equinoccios.

Fuente: Elaboración propia (2018).



- Luz directa - hacia el sol
- Luz indirecta - contral el sol
- Sin luz - contra el sol
- Nivel de Cortisol
- Nivel de Melatonina

Figura 36c. Análisis de asoleamiento para solsticio de verano.
Fuente: Elaboración propia (2018).

descanso (B), se propone una orientación sur, evitando la exposición a la luz del sol y permitiendo una transición hacia la oscuridad total de los dormitorios. Cabe destacar que el centro de este análisis está en los espacios comunitarios del campamento, por lo que no se entrará en un diseño detallado de la configuración espacial y lumínica de los dormitorios.

En el momento de recreación (C), se tiene que recibir la mayor cantidad de luz posible, por lo que se propone un volumen orientado al poniente, con conexiones directas hacia el exterior, en el que se combinen luces directas con luces indirectas difusas. En cambio, el momento de introspección (D) se orientará al sur para poder generar conexiones visuales con el exterior, que permitan la contemplación del exterior, sin que esto signifique entradas de luz directa a los recintos. Finalmente, para el momento de activación / salida (E), se busca nuevamente exponer a los trabajadores a la mayor cantidad de luz posible, por lo que se privilegia la orientación poniente, aun cuando a la hora en la que se utiliza este espacio se hace necesario el uso de luz artificial como complemento a la luz natural.

En síntesis, se propone la orientación del campamento principalmente hacia el sur para las zonas de descanso y de introspección, y al poniente para aquellas de llegada, recreación y

activación / salida (Figura 37). Esto da paso a una distribución del campamento en forma de anillo, en el que se van alternando programas con orientación norte sur, con recintos con orientación oriente poniente (Figura 38).

- Percepción de la luz en el espacio: Architecture contrast Matrix

Por último, es importante destacar que las condiciones de iluminación perseguidas a nivel proyectual responden sobre todo a criterios cualitativos, por sobre aquellos cuantitativos. Es decir, la atención radica en la percepción del espacio a través de distintos tipos de iluminación, más que en satisfacer criterios de iluminancias mínimas según las actividades que se desarrollarán en cada espacio. Lo que se busca es orientar el proyecto hacia la generación de atmósferas lumínicas y espaciales que sean un aporte a la calidad de vida de los trabajadores del sistema de turnos.

En este contexto y con el fin de tener una referencia lumínica de las condiciones que se buscar recrear, se utilizará la "Architecture Contrast Matrix" desarrollada por Rockcastle y Andersen (2013) (Figura 39), en la que se establecen diez categorías asociadas a características de contraste y variabilidad lumínica

que afectan la percepción del espacio. Estas van desde proyectos con alto contraste y variabilidad a lo largo del día/año a espacios con condiciones más uniformes. A continuación se describen brevemente dichas categorías:

1 *Directo y Exagerado*: comprenden espacios con alto contraste y variabilidad en cuanto a la percepción que se tiene del espacio a lo largo del año, esto se debe principalmente al uso de cielos o grandes fachadas vidriadas, que generan una relación directa con el exterior en términos de iluminación.

2 *Directo y Dramático*: incluye volúmenes iluminados lateralmente a través de aperturas que actúan como "parches" de luz de alto contraste, lo que genera cierta teatralidad en la configuración del espacio, destacando la presencia de luces y sombras.

3 *Directo y Tamizado*: considera fachadas o techos con zonas pequeñas pero uniformes de luz directa, dando paso a un tamiz de iluminación natural al interior de los recintos. Puede ser utilizado para realizar transiciones de luz entre ambientes.

4 *Parcialmente Directo*: en la sección intermedia de la categorización, corresponde a espacios iluminados lateralmente a

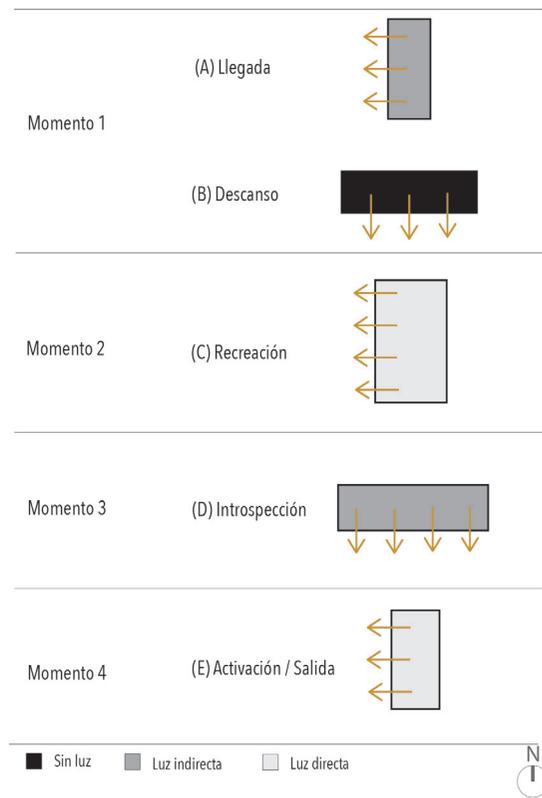


Figura 37. Orientaciones favorables para turno de noche.
Fuente: Elaboración propia (2018).

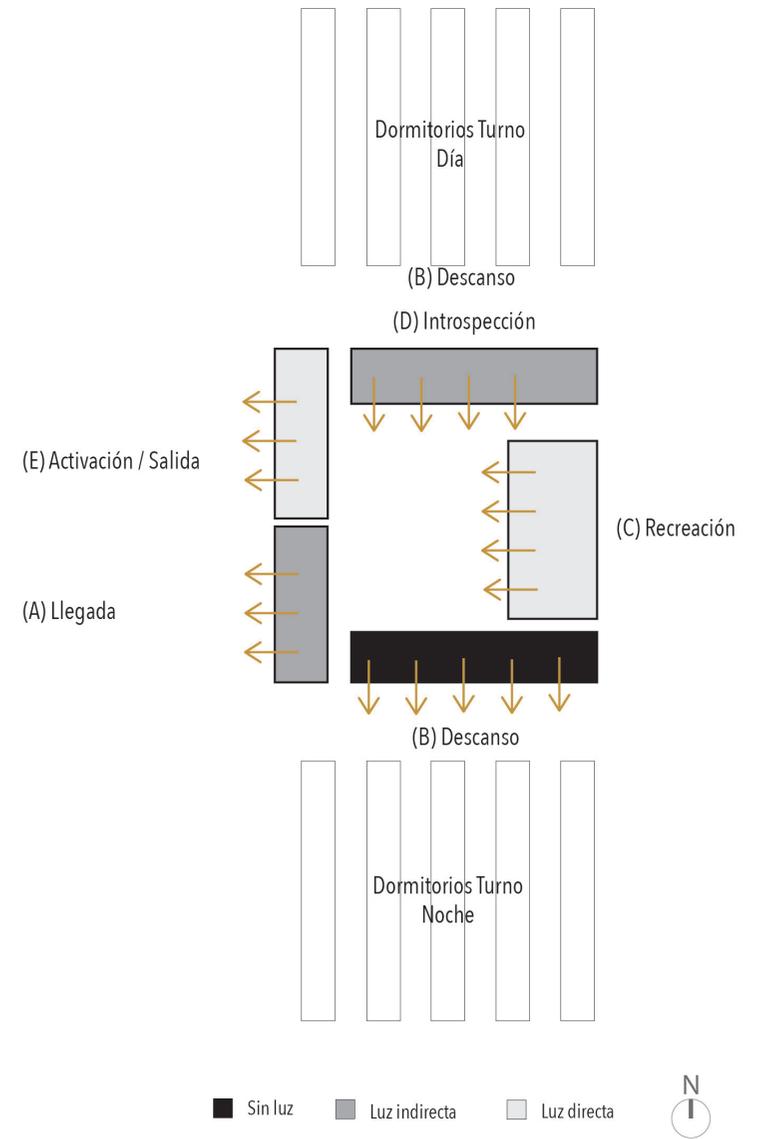


Figura 38. Esquema de distribución del campamento
Fuente: Elaboración propia (2018).

través de elementos repetitivos de la fachada como ventanas modulares o celosías. La orientación de dichos componentes es clave para determinar el tipo de luz y la hora en la que esta ingresa al recinto.

5 *Directo*: asociado a espacios con aperturas laterales y con mínimas obstrucciones ante el paso de la luz que, por ende, dan paso a una conexión visual continua y directa con el exterior. En esta categoría se encuentran, por ejemplo, grandes ventanales.

6 *Selectivamente Directo*: comprende volúmenes en los que la luz natural penetra en el espacio a través de pequeñas aperturas que permiten destacar la entrada de luz sobre el espacio en general, estas aperturas tienden a actuar como rendijas de luz.

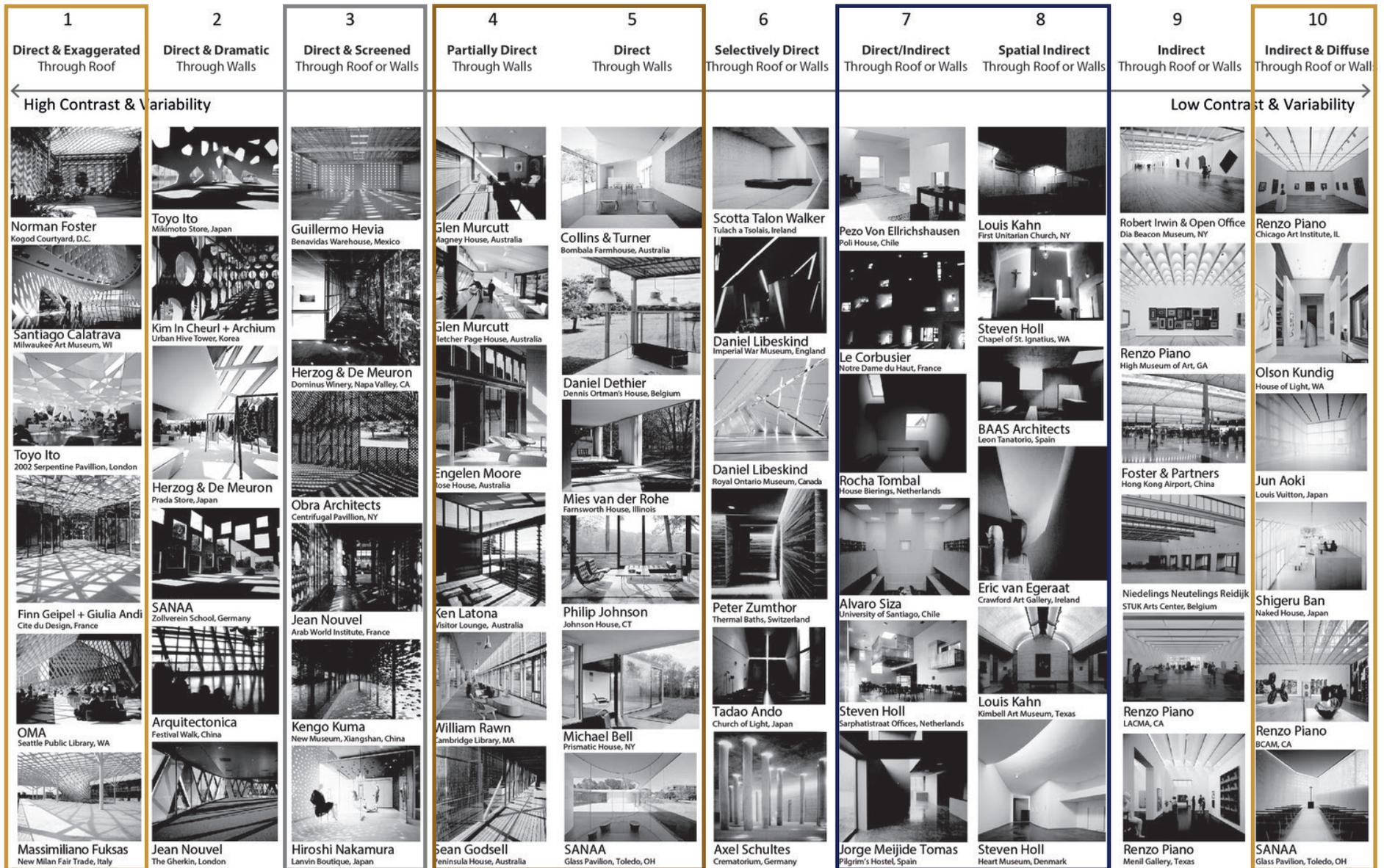
7 *Directo e Indirecto*: compuesto por pequeñas aperturas en la envolvente que dan como resultado iluminación directa en ciertas aperturas e indirecta en otras, dependiendo de la hora del día en que se use el espacio.

8 *Indirecto Espacial*: esta categoría constituye espacios con grandes superficies de muros o cielos iluminados indirectamente, permite una iluminación uniforme del interior.

9 *Indirecto*: se trata de proyectos en los que la iluminación se da mediante aperturas en el lado sur del volumen o cuya geometría no permite el ingreso directo de la luz. Para llegar a esta configuración es común el uso de lucernarios o repisas que redireccionen la llegada de luz.

10 *Indirecto y Difuso*: contempla espacios en los que se incluyen superficies difusoras para minimizar los efectos dinámicos de luces y sombras, de esta manera se logra una percepción uniforme del espacio gran parte del día.

Considerando esta categorización y retomando el análisis de la iluminación necesaria para los trabajadores, se opta por asociar un tipo de atmósfera de iluminación a cada momento clave de la jornada laboral (Figura 40), de acuerdo a la relación que se busque con el exterior y a la variabilidad y contraste lumínico propuesto para cada uno.



- Momento 1: Llegada + Descanso
- Momento 2: Recreación
- Momento 3: Introspección + Descanso
- Momento 4: Salida

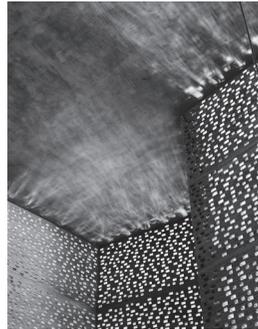
Figura 39. Architecture contrast matrix.

Fuente: Elaboración propia en base a Rockastle & Andersen (2013)

Llegada + Descanso (A + B)



Louvre Abu Dhabi, Jean Nouvel.



Kolumba Diocesan Museum, Peter Zumthor.

Luz directa tamizada

50 - 100 lux

Se propone que para el volumen de **llegada**, al ser un momento de transición entre el exterior y el interior, se utilicen elementos en la envolvente que permitan un paso tamizado de luz natural, sin cerrarse ni abrirse completamente al exterior, y que este traspaso se vaya cerrando a medida que se llega a los dormitorios.

Recreación (C)



Ala moderna del Instituto de Arte de Chicago, Renzo Piano.



Biblioteca pública de Seattle, OMA.

Luz indirecta difusa + Luz directa exagerada

200 - 250 lux

Para el momento de **recreación**, se busca destacar, la percepción del paso del tiempo, proponiendo aperturas en directa relación con el exterior. A la vez, mediante el uso de lucernarios se evita la llegada directa de radiación al interior, permitiendo una iluminación más continua a medida que el observador se aleja de las fuentes directas de luz natural.

Introspección + Descanso (D + B)



Monasterio de los Benedictinos, Gabriel Guarda y Martón Correa.



Museo Neanderthal, Barozzi Veiga arquitectos.

Luz espacial indirecta + Luz directa indirecta

100 - 150 lux

Para el momento de **introspección** se propone trabajar aperturas en el cielo de los volúmenes y con inclinaciones de planos que permitan iluminar de manera indirecta el espacio. Al mismo tiempo se busca ver al exterior, favoreciendo el confort visual, sin que esto implique la llegada de luz directa al observador, para estos casos se propone el uso de espesores de la envolvente que permitan tomar cierta distancia física con el exterior.

Activación + Salida (E)



Casa Farnsworth, Mies van der Rohe



Biblioteca pública de Cambridge, William Rawn y Asociados.

Luz directa + Parcialmente directa

350 - 400 lux

Se plantea que en el último momento, de **salida**, es clave la activación de los trabajadores y, a pesar de que por la hora en la que se utiliza probablemente se deba complementar la luz natural con luz artificial, se propone generar una relación más directa con el exterior, a través de aperturas continuas, como antesala de la salida definitiva del campamento para comenzar la jornada laboral.

Figura 40. Atmósferas propuestas

Fuente: elaboración propia, 2018.

3.3.2 Criterios de diseño para la iluminación artificial del campamento minero

Para efectos del proyecto y en respuesta al análisis de ocupación del campamento por el turno diurno y nocturno, la iluminación artificial será clave en el diseño de los espacios que serán utilizados por el primer turno, es decir, por los trabajadores que están en el campamento durante la noche. Para la planificación de esta iluminación es clave tener en cuenta tres conceptos; primero, que la luz artificial puede iluminar el espacio desde un punto cualitativo que va más allá del cumplimiento de estándares; segundo, que es clave tener en cuenta cual es el objetivo que se persigue con esta iluminación para saber que luminaria es la más adecuada para cada espacio; y finalmente, que así como la luz natural, también la luz artificial tiene una temperatura de color que va a ser clave al momento de generar atmósferas para cada momento propuesto en el campamento.

- Luz artificial: fenómeno cuantitativo y cualitativo

La iluminación artificial, tal como la iluminación natural, tiene una componente cuantitativa que tiene que ver, por ejemplo,

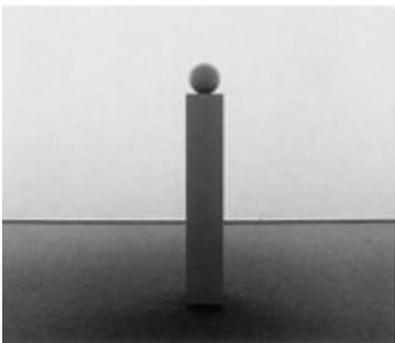
con satisfacer ciertos estándares que permitan desarrollar "tareas" específicas en un entorno visual dado. Por otra parte, tiene una condición cualitativa, en que el observador adquiere importancia, al ser él quien construye el entorno visual, combinando estímulos lumínicos y espaciales con las necesidades que tiene respecto al lugar que habita (Glandslandt, s.a., p 115). En este contexto, es clave diferenciar las funciones de la luz como mediador de información. A continuación se presentan tres funciones de la luz propuestas por Richard Kelly, seguidas de dos tipos de exigencias de la iluminación planteadas por William Lam, ambos pioneros en la comprensión de la luz como un fenómeno cualitativo.

Para Kelly, la luz para ver o "ambient light" (Figura 41a), constituye una luz base, que asegura que los objetos y personas dentro de un espacio sean visibles, se puede asociar a una luz indirecta o difusa que no genera sombras. La luz para mirar o "focal glow" (Figura 41b) es una segunda capa, que tiene como objetivo transmitir información del entorno, por ejemplo, se acentúa la iluminación en ciertas zonas para destacar un área u objeto sobre otro, o para guiar al usuario a través de un sala. Finalmente, la luz para contemplar o "play of brilliants"(Figura 41c) se centra en que la luz en sí misma trans-

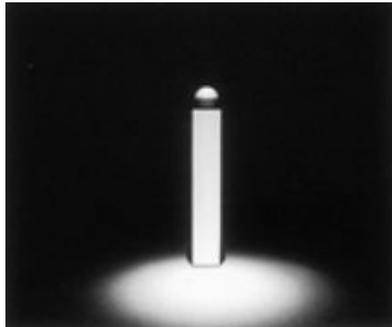
mite información, para ello se utilizan luminarias o superficies reflectantes (Kelly, 1952).

Por otra parte, William Lam aporta con los criterios que permiten saber cuándo generar un tipo de iluminación u otra. Para esto plantea dos grupos de actividades, primero las "activity needs" o exigencias, en las que la persona está desarrollando activamente una tarea y que, pone ende, se asocia fácilmente a una iluminación funcional de carácter cuantitativo. En este caso, no se trata de llegar a iluminación uniforme para todo el espacio, sino que se debe estudiar cada tarea y el lugar donde se van a realizar, para planificar la luz de dicho ambiente visual. Las "biological needs" en cambio, "abarcan ampliamente necesidades inconscientes, que son fundamentales para la evaluación emocional de una situación; apuntan al bienestar de un entorno visual" (Glandslandt, s.a., p 117). Se basan en que las personas pasan la mayor cantidad de tiempo observando el contexto, por sobre un lugar o tarea específica. Es por esto que es importante que la arquitectura permita una orientación espacio temporal clara para el usuario, asistida obviamente por la distribución de la iluminación.

(a) Luz para ver



(b) Luz para mirar



(c) Luz para contemplar

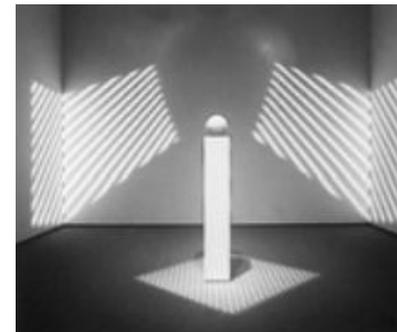


Figura 41. Funciones de la luz según R. Kelly.

Fuente: Cómo planificar con luz, Erco (s.a.), pp 24-25.

- Temperatura de color

Una de las ventajas que presenta la iluminación artificial, respecto de la luz natural, es su estabilidad, ya que sus cualidades no dependen de la hora o de fenómenos climáticos. Por lo mismo, su control es mucho más fácil que el de la luz natural. No obstante las posibilidades que entrega la iluminación artificial, en la actualidad los campamentos mineros basan sus proyectos de en una luz estandarizada, que no permite generar atmósferas particulares según los distintos momentos de la jornada de los trabajadores. En este contexto la temperatura del color (Ver Glosario) de la luz artificial va a ser clave, ya que además de construir atmósferas, permite estar en sincronía con el ciclo circadiano de los trabajadores (Figura 42).

Respecto a este último punto, se propone que a cada momento de la jornada se le asocie una temperatura de color característica; para el momento de llegada por ejemplo se utilizará una temperatura de frecuencia neutra-baja (entre 3200 y 4000K), que se asocia al sol del atardecer; luego, para el momento de recreación se opta por una exposición breve a luces de onda corta (entre 5000 y 5500 K) que activan a los trabajadores, al estar asociadas a la luz del medio día, para después pasar al momento de introspección, cuyo objetivo es generar atmós-

feras de mayor intimidad y tranquilidad, y donde se utilizarán luces de onda larga (2000-3200 K) -parecidas a las de la puesta de sol y a la luz de una vela-, que le dicen al cerebro que es hora de dormir. Esta misma iluminación, pero en un nivel más tenue es la que se propone para los dormitorios. Finalmente, para el momento de salida, en el que se busca activar a los trabajadores antes de iniciar su jornada laboral, se utilizarán nuevamente luces de onda corta (5000 a 5500 K).

- Geometría de la luz: elección de luminarias

A diferencia de la luz natural, que depende de las aperturas que se proyecten en la envolvente para entrar en los espacios, para el caso de la iluminación artificial, se observa que la manera en que se percibe el flujo luminoso (Ver Glosario), va a depender, en gran parte, de la forma de la luminaria, de su posición, la dirección en la que se oriente (Figura 43a) y las características del flujo luminoso (Figura 43b). El juego de estas variables va a permitir generar una iluminación acorde a cada atmósfera. En este contexto, cabe mencionar que, a grandes rasgos existen dos clasificaciones de la luminarias que permiten definir cuál es más adecuada para cada espacio: la primera

es según el haz de luz, por ejemplo, si este es directo, semi directo, indirecto, etc. y la segunda, según la estructura de la luminaria, que va a determinar su ubicación y orientación del flujo luminoso.

A continuación se proponen las luminarias para cada momento, haciendo un paralelo entre lo que se busca lograr con la luz natural y el tipo de luminaria que permite lograr un efecto similar.

La Figura 44 muestra una síntesis esquemática de esta propuesta, haciendo énfasis en los objetivos que se buscan con cada tipo de luminaria, su ubicación, dirección del flujo luminoso y características de la fuente luminosa. Cabe destacar que se propone utilizar los mismos elementos arquitectónicos que permiten el paso de luz natural para generar la iluminación artificial, por ejemplo pantallas para la luz tamizada, difusores para la luz indirecta difusa o los mismos espesores de la envolvente para la luz espacialmente indirecta. De esta manera, el proyecto de iluminación artificial se incorpora al de arquitectura, siguiendo las mismas lógicas que la iluminación natural

(a) Temperatura de color: luz natural



(b) Temperatura de color: luz artificial



(c) Escala de Temperatura de color (Kelvin)

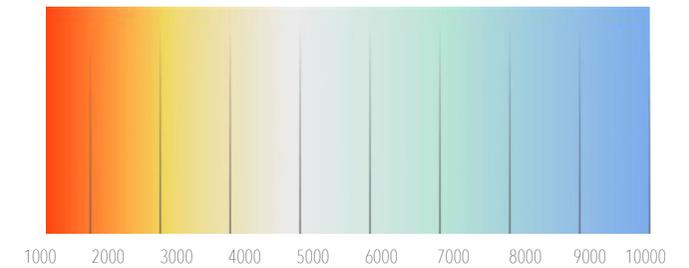
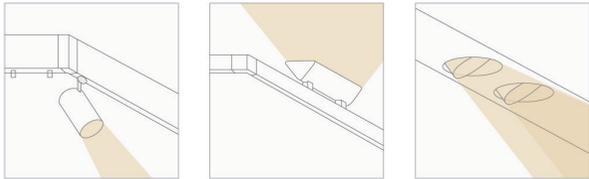


Figura 42. Temperaturas de color: Luz natural (a), luz artificial (b) y escala de temperaturas de color (c).

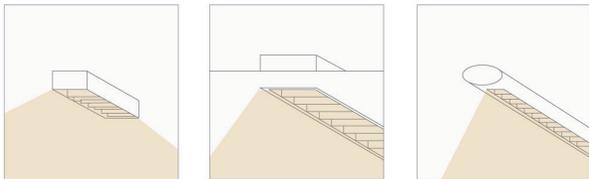
Fuente: (a) ARQ3620 Iluminación arquitectónica, Clase 03: Fuentes luminosas; (b) pdled.com.br; (c) www.3minstalaciones.com.

Estructuras luminosas



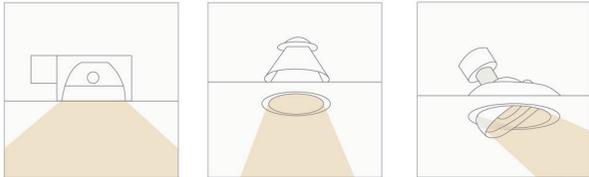
Son sistemas que se componen de elementos modulares, que unen luminarias integradas y que posibilitan la fijación de y el suministro eléctrico a luminarias orientables (...) se pueden componer de rieles, vigas, perfiles tubulares o paneles.

Luminarias de retícula



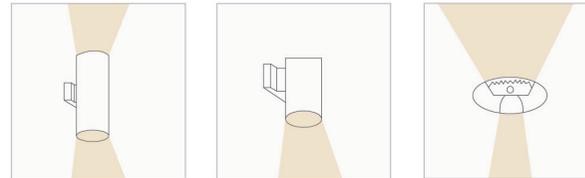
Poseen reflectores de rejilla que sirven para reducir la luminancia y mejorar la relación de contraste (...) disponen de rejillas de apantallamiento para la limitación del ángulo de irradiación. No obstante se consigue un grado de rendimiento mayor de la luminaria mediante rejillas reflectantes de luz.

Luminarias empotradas (downlight y downlight orientable)

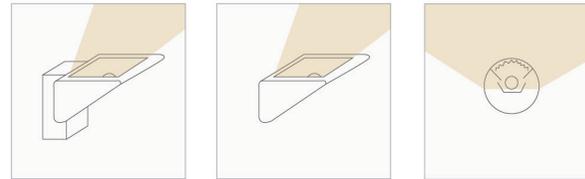


Dirigen la luz hacia abajo y habitualmente se montan en el techo. En su forma básica radian un cono luminoso sobre superficies verticales (...) ofrecen una variada distribución luminosa. El downlight orientable sirve para la iluminación acentuada de distintas áreas y objetos. Mediante la orientación del cono luminoso se pueden adaptar a diferentes tareas de iluminación.

Bañadores de muro

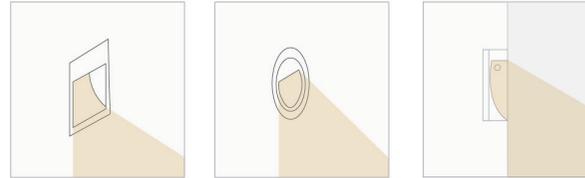


Bañadores de cielo



Sirven para iluminar o dar luminosidad a techos, así como para la iluminación general indirecta. Se montan en la pared por encima del nivel de visión o suspendidos. Se utilizan principalmente con lámparas de alto flujo luminoso.

Bañadores de piso

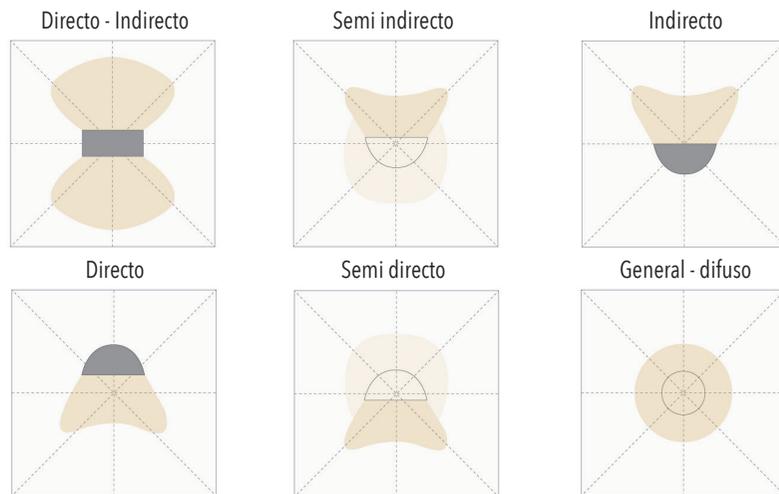


Se utilizan principalmente para la iluminación de pasillos y otros pasos de circulación. Se montan relativamente bajos empotrados en la pared o por encima del suelo.

Figura 43a. Clasificación según tipo de luminarias

Fuente: Elaboración propia en base a Gandslandt, s/a. y a Leonard, 2018.

Clasificación según haz de luz



Anchos de haz para lámparas reflectores

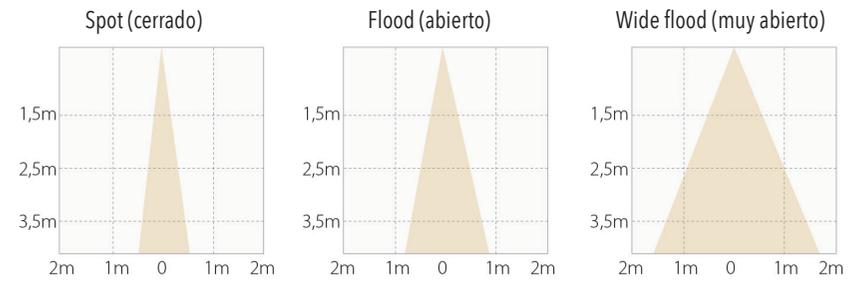
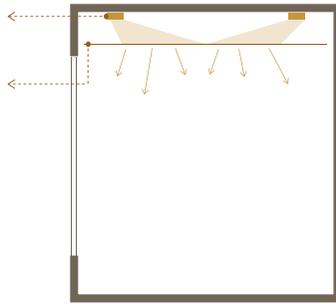


Figura 43b. Clasificación según flujo luminoso
 Fuente: Elaboración propia en base a Gandslandt, s/a. y a Leonard, 2018.

Llegada + Descanso (A + B)

Luminaria empotrada
Downlight orientable
Terciado perforado



Luz directa tamizada

3200 - 5000 K

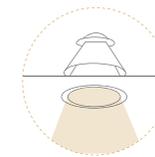
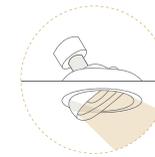
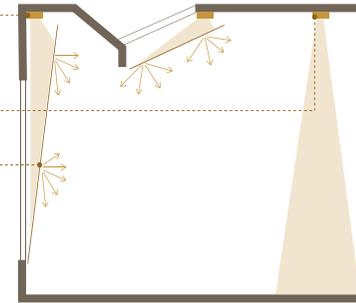
Haz de luz muy abierto - directo

Downlight orientable

Se propone que se usen **luminarias en el cielo orientadas hacia abajo**, cuyo flujo luminoso pase a través de un terciado perforado irregularmente (luz tamizada). Además se plantea que **a medida que se avanza en el recorrido la luz vaya subiendo su intensidad y cambiando la T° de color de tonos cálidos a fríos**. La transición para el turno de día es desde el exterior oscuro al espacio de recreación iluminado, al contrario de la transición que se busca para el turno de día con la luz natural

Recreación (C)

Luminaria empotrada
Downlight orientable
Luminaria empotrada
Downlight
Malla de PVC



Luz indirecta difusa + Luz directa exagerada

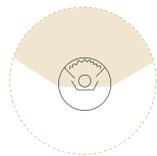
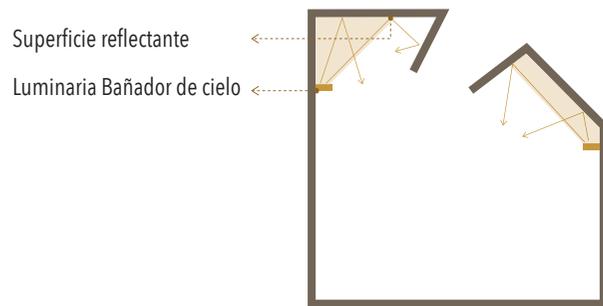
5000 - 5500 K

Haz de luz abierto - directo

Downlight - Downlight orientable

En el caso del momento de recreación, con el fin de tener una luz indirecta difusa y una luz directa, se utilizan **luminarias empotradas orientables** de flujo abierto que en las partes en que la **envolvente es opaca se dirigen hacia abajo** (luz directa) y en aquellas **donde hay difusores de luz se orientan hacia estos elementos** para dispersar del flujo luminoso.

Introspección + Descanso (D + B)



Luz espacial indirecta + Luz directa indirecta

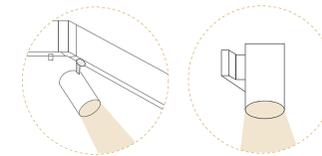
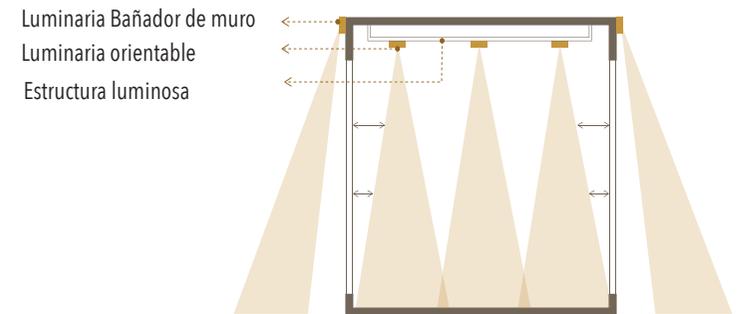
2000 - 3200 K

Haz de luz muy abierto - indirecto

Bañador de cielo

Para el momento de introspección, por otra parte, se propone una luz indirecta que permita crear un ambiente de intimidad y tranquilidad, para esto se utilizarán **luminarias bañadoras de cielo de flujo abierto, que permitan generar una luz espacialmente indirecta**. Para este caso es importante que la superficie sobre la que va a orientar el flujo luminoso permita reflejar la luz.

Activación + Salida (E)



Luz directa + Luz parcialmente directa

5000 - 5500 K

Haz de luz abierto - directo

Estructura luminosa - Bañador de muro

Finalmente, para el momento de activación y salida se propone una luz directa que permita la activación de los trabajadores, por ende, se proyecta una **iluminación a través de luminarias orientables de flujo ancho, ancladas a una estructura y distribuidas siguiendo una grilla** que permita una iluminación general neutra. Además se busca evitar que el flujo luminoso genere reflejos molestos con las ventanas, por lo que se toma distancia de estas..

Figura 44. Síntesis de iluminación artificial

Fuente: Elaboración propia (2018).

Referencias

- Boyce, P. (1981). *Human Factors in Lighting*, Applied Science Publishers, London.
- Casanueva, M. (2016). Alteraciones del sueño, obesidad y resistencia a la insulina. Disponible en <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/91117/Casanueva%20Garcia%20de%20Alvear%20Maria%20Asuncion.pdf?sequence=4> [Accedido el 28 de oct. de 2018].
- CIE (1987). *Vocabulaire international de l'éclairage*. CEI Publication Geneve, Suisse, CIE 50(845): 379.
- Colombo, E., O'Donell, B. y Kirschbaum, C. (2002). Iluminación eficaz, calidad y factores humanos. En: *Manual de Iluminación Eficiente*, Argentina. Disponible en <http://www.edutecne.utn.edu.ar/eli%2Diluminacion/> [Accedido el 6 de nov. de 2018]
- Córica, L., Lasagno, C., Colombo, E. y Pattini, A. (2015) Análisis y caracterización fotométrica de un espacio de transición iluminado con luz natural: sus implicancias en la visión funcional. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/280238805_Analisis_y_caracterizacion_fotometrica_de_un_espacio_de_transicion_iluminado_con_luz_natural_sus_implicancias_en_la_vision_funcional [Accedido el 6 de oct. de 2018]
- CrossLam CLT - Technical Design Guide (2018). Disponible en <https://www.structurlam.com/wp-content/uploads/2016/10/US-Design-Guide-2018.pdf> [Accedido el 13 de nov. de 2018].
- Finkel, M. (agosto de 2018). La ciencia del sueño. *National Geographic*. 43 (2), 30-65.
- Ganslandt, R.; Hofmann, H. (s.a.). *Manual - Cómo planificar con luz*. Disponible en <https://www.erco.com/download/content/30-media/2-handbook/erco-handbook-of-lighting-design-es.pdf> [Accedido el 10.nov.2018]
- IESNA Illuminating Engineering Society of North America (2000). *The IESNA Lighting Handbook*, 9th ed. New York.
- Kelly, R. (1952) *Lighting as an Integral Part of Architecture*. En *College Art Journal*, Vol. 12, No. 1, (Autumn, 1952), pp. 24-30. Disponible en http://www.mpcfaculty.net/mary_nelson/facs/coursework/intd52/assignments/Richard%20Kelly--Lighting%20as%20an%20Integral%20Part%20of%20Architecture.pdf [Accedido el 14 de nov. de 2018]

Leonard, D. (2018). Luminarias. En Manual práctico de Iluminación. Santiago, Chile: Ediciones UC.

Lemmer, B. (2016). Chronobiology and chronopharmacology. 9th Course in Safety Pharmacology, Basel, Alemania. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Bjoern_Lemmer2/publication/292990133_Chronobiology_and_Chronopharmacology/links/56b4a16508ae922e6c020412/Chronobiology-and-Chronopharmacology.pdf. [Accedido el 28 de oct. de 2018]

Martín Monroy, M. (2006). Manual de Iluminación. Disponible en <https://m2db.files.wordpress.com/2014/09/manual-1-iluminacion.pdf> [Accedido el 13.nov.2018]

Munch, M.; Bromundt. V. (2012). Light and chronobiology: implications for health and disease. Disponible en http://www.chronobiology.ch/wp-content/uploads/publications/Muench_et_Bromundt_2012.pdf [Accedido el 29 de oct. de 2018]

Pérez-León, J. (2009). Las células con melanopsina: nuevos fotoreceptores en la retina de los vertebrados. Disponible en <http://www.medigraphic.com/pdfs/revedubio/reb-2009/reb091c.pdf> [Accedido el 10 de oct. de 2018]

Ramos, F y Hernandez, A. (1998). *Condiciones necesarias para el confort visual*. En: Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo, Madrid. Disponible en <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/46.pdf> [Accedido el 7 de nov. de 2018]

Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (2012). Health effects of artificial light. Disponible en http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenih_r_o_035.pdf [Accedido el 11 de oct. de 2018]

Smolders, K. C. H. J. (2013). Daytime light exposure: effects and preferences Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven. Disponible en <https://pure.tue.nl/ws/portalfiles/portal/3872994/762825.pdf> [Accedido el 15 de oct. de 2018]

Volf, C. (2013). Light, Architecture and Health – A method. Aarhus, Denmark. Disponible en http://thedaylightsite.com/wp-content/uploads/2014/02/Carlo-Volf_phd_uk_low_res.pdf [Accedido el 15 de oct. de 2018]

Tregenza, P., Wilson, M. (2011). Daylighting, architecture and lighting design. Nueva York. (p 25)

CAPÍTULO 4
APROXIMACIÓN CONSTRUCTIVA AL PROYECTO

4.1 Caracterización de atmósferas para los momentos clave

Tal como se ha mencionado en puntos anteriores, la intención de esta tesis proyectual es proponer una configuración espacial y lumínica del campamento minero que permita mejorar la calidad de vida de los trabajadores en sistema de turnos, con énfasis en construir espacios comunitarios que permitan la interacción y al mismo tiempo consideren una iluminación -natural y artificial- adecuada para cada momento de la jornada, tomando en cuenta los requerimientos propios del turno de día y de noche.

Al respecto, cabe destacar que la iluminación puede tener un carácter indiferente, como cuando se destina sólo a permitir la realización de tareas, o tener un rol más activo, incidiendo sobre el comportamiento de los usuarios, reforzando impresiones como relajación o privacidad, entre otras (Colombo et al., 2015). Esta última condición es la que se persigue con la caracterización de las atmósferas para los momentos de la jornada de los trabajadores, que se relacionarán con tres aspectos fundamentales: primero, la envolvente y su condición de mediadora entre interior y exterior; segundo, la materialidad de la misma, que incide en la percepción que se tiene de la luz y el espacio; y tercero el sistema constructivo, con las restricciones que implica el transporte y montaje de campamentos por

sobre los 3000 m.s.n.m. A continuación se desarrollan estos cuatro puntos y se proponen estrategias en cada uno de ellos.

- **Envolvente: mediadora entre interior y exterior**

La manera en que la luz natural se percibe dentro del ambiente construido va a estar, en gran parte, determinado por la relación que se establezca entre interior y exterior. Partiendo del hecho de que la arquitectura se encarga de construir esta relación -al crear un interior como opuesto al exterior que lo rodea-, es clave tener en cuenta que una clara percepción del espacio interior va a estar necesariamente mediado por la presencia del exterior, que va a su vez, va a permitir reconocer, por ejemplo, el paso del tiempo (orientación temporal) o el cambio en las condiciones climáticas. En este contexto, es importante la concepción de la envolvente como elemento mediador entre interior y exterior, que permite generar conexiones físicas y visuales con el contexto, dando paso a espacios que son sostenibles y saludables tanto física como psicológicamente (Prieto, 2012).

A grandes rasgos se han identificado tres maneras en que se puede dar esta relación entre interior y exterior¹¹; mediante

11 Debido a que el tema principal de este punto es la luz, se concentrará el análisis en conexiones visuales por sobre físicas. A modo de ejemplo, no se considerarán puertas como conexiones directas con el exterior, solo ventanas. Se dejan de lado una cuarta relación que sería la de un espacio cerrado completamente hacia el exterior, tanto física como visualmente

12 El heliodón es un instrumento que sirve para simular de manera análoga la trayectoria del sol en la bóveda celeste, permitiendo visualizar el asoleamiento de un modelo a escala.

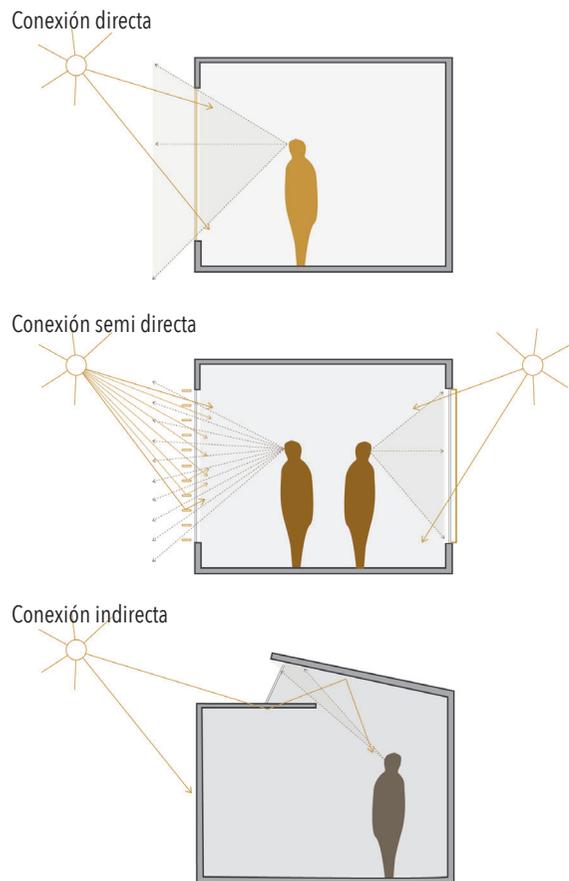


Figura 45. Relación interior - exterior

Fuente: elaboración propia, 2018.

conexiones directas (visión total), semi directas (visión parcial) o sin conexión (visión indirecta o nula) (Figura 45). La relación directa, se produce por la presencia de elementos transparentes en la envolvente, como ventanas que permiten una visión total del exterior. La relación semi directa, comprende aquellos espacios en que se puede distinguir el exterior pero a través de elementos translúcidos o celosías que impiden un paso directo de la luz hacia el interior y, por lo mismo, no permiten una visión directa al exterior. Finalmente, cuando no se genera conexión con el exterior es porque estamos ante elementos opacos o ante aperturas que, debido a su geometría o ubicación, no permiten vistas hacia afuera.

Cabe mencionar que en el contexto de la minería las vistas hacia el desierto, que en otros casos podrían ser anheladas por los usuarios, no tienen mayor relevancia debido a que los trabajadores pasan muchas horas al día en la intemperie, por lo que prefieren espacios más cerrados (Henriquez, 2015). En este contexto, se propone aprovechar la condición de anillo, planteada anteriormente, para generar un "patio" en torno al que se distribuyen los cuatro volúmenes programáticos (llegada, recreación, introspección, salida), permitiendo, tener vistas hacia un exterior más controlado que las que presenta el desierto.

Teniendo en consideración estas posibilidades, se propone que la envolvente de cada momento propuesto tenga una relación interior-exterior de acuerdo al programa que alberga y a su requerimiento de luz. De esta manera se busca una relación semi directa para el momento de llegada, semi directa para el de recreación, directa e indirecta para el momento de introspección y directa y semi directa para la salida.

A continuación, la figura 46 sintetiza las estrategias para la configuración de la envolvente en cada momento y se presentan fotografías tomadas en el heliodón¹² en tres días del año: solsticio de verano, equinoccios y solsticio de invierno, a las horas en las que se utiliza cada espacio. Se parte de la premisa de que los solsticios son los puntos extremos para la trayectoria solar, y por ende los momentos más favorables o desfavorables según la intención que se tenga en cada momento (mayor o menor asoleamiento), mientras que el equinoccio permite tener una idea de como funcionarían estas envolventes en un punto intermedio del año.

Llegada + Descanso (A + B)

Solsticio de Verano

08:30



Equinoccios

08:30



Solsticio de Invierno

08:30



N ⊖

La envolvente del momento de llegada se construye con el fin de **dejar pasar la luz de la mañana durante todo el año**. Se busca construir una **relación semi directa con el exterior, para que la luz pase de manera tamizada al interior del volumen**, por lo que se utiliza un elemento que actúa como pantalla o filtro de luz en las partes abiertas de la envolvente, evitando el deslumbramiento de los trabajadores.

Recreación (C)

Solsticio de Verano

15:30



Equinoccios

15:30



Solsticio de Invierno

15:30



N
⊕

El volumen de recreación se orienta hacia el poniente con el fin de **captar la mayor cantidad de luz** entre las 15:30 y 17:30 hrs., su envolvente se construye siguiendo tres estrategias. Primero, **se cierra hacia el oriente** para evitar pérdidas innecesarias de calor durante la jornada. Segundo, **se abre el cielo incorporando elementos difusores de luz** para permitir iluminar toda la crujía del volumen. Y tercero, para la fachada **poniente** se genera un **ritmo entre muros con aperturas directas al exterior y ventanales con elementos difusores de luz**.

Figura 46. Síntesis de caracterización de la envolvente

Fuente: elaboración propia, 2018.

Introspección + Descanso (D + B)

Solsticio de Verano

17:30

Equinoccios

17:30

Solsticio de Invierno

17:30



Para la envolvente del momento de **introspección** se propone generar **espesores cuya geometría evite la llegada de luz directa al interior**. Cabe destacar que este volumen se orientará hacia el sur por lo que la luz natural que llega sobre dicha fachada es mínima, es por esto que se opta por abrir esta parte de la envolvente que, a su vez está orientada hacia el patio del campamento, con la intención de **generar una conexión visual directa con el exterior sin que esto implique la llegada de luz al observador**. La parte **norte** de la envolvente -que recibe mas luz- **se cierra evitando la conexión con el exterior**.

Activación + Salida (E)

Solsticio de Verano

18:30



Equinoccios

18:30



Este volumen **se abre al oriente y al poniente, generando una conexión visual directa con el exterior**, esto como antesala de la salida del campamento. Con el fin dar continuidad a estas aperturas se utiliza la estructura del volumen como único paramento vertical que modula las conexiones con el exterior. Cabe destacar que el nivel superior de este volumen comprende el programa administrativo del campamento que se utiliza durante todo el día, por esto se propone el **uso de elementos difusores de luz en la fachada poniente del segundo nivel, con el fin de disminuir los niveles de radiación directa en el interior.**

Figura 46. Síntesis de caracterización de la envolvente

Fuente: elaboración propia, 2018.

- Color y materialidad

Como segundo tema respecto a la construcción de las atmósferas para cada momento, es clave considerar la materialidad y los colores de la envolvente interna del espacio construido. Esto se debe, por una parte, a que los materiales tienen distintas propiedades reflectantes (Ver Glosario) y por ende van a determinar que tan luminoso se percibe un espacio. No es lo mismo, por ejemplo, un lugar construido en hormigón a la vista que el mismo recubierto con estuco blanco. Ambos materiales tienen índices de reflexión muy distintos (Tabla 6), lo que genera que el primer espacio se perciba como mucho menos luminoso que el segundo, esto independientemente de la geometría o disposición de las aperturas en la envolvente. Por otro lado, la materialidad del espacio construido determina la percepción que se tiene de los recintos, por ejemplo, un lugar con madera a la vista se percibe como más confortable y ayuda, entre otras cosas, a reducir el estrés y a mejorar el estado de ánimo de las personas (Laukkanen, *s/a*).

En cuanto a los colores de la envolvente, estos también influyen en como se percibe el espacio, ya que sus tonalidades pueden modificar la temperatura de color de la luz. En la Tabla

7, se observa un paralelo entre color y temperatura de color, que permite tener una idea de qué colores son más adecuados para cada espacio, asociándolo a las horas del día en que la luz del sol tiene determinada temperatura de color.

Se propone entonces que el volumen de llegada cuente con materiales poco reflectivos y colores con una temperatura inferior a 4000 K; que el volumen para el momento de recreación se construya con elementos con un alto índice de reflectancia y con colores que propicien una percepción de la luz en tonalidades blanco neutro; en cuanto al espacio para la introspección -así como el de llegada-, este debe contar con elementos poco reflexivos, que propicien un ambiente cálido, de descanso y tranquilidad; finalmente, la envolvente interior del volumen de salida se debe construir con materiales reflectantes, buscando que la temperatura de color de la luz sea superior a los 5500 K, es decir en tonos blancos y azulados.

La figura 47 plantea la síntesis de esta propuesta, especificando los materiales y colores escogidos para cada momento de la jornada.

Tabla 6. Índices de reflectancia según materialidad

Metales	Coef. Reflexión
Aluminio, alto brillo	0,80 - 0,85
Aluminio, mate anodizado	0,75 - 0,85
Aluminio, mate	0,50 - 0,75
Plata, pulido	0,90
Cobre, pulido	0,60 - 0,70
Cromo, pulido	0,60 - 0,70
Acero, pulido	0,50 - 0,60

Materiales de construcción	Coef. Reflexión
Revoque	0,70 - 0,85
Óleo blanco	0,75 - 0,85
Yeso	0,70 - 0,80
Estuco blanco	0,70 - 0,80
Esmalte, blanco	0,60 - 0,70
Mortero, claro	0,40 - 0,50
Hormigón nuevo	0,40 - 0,50
Hormigón viejo	0,05 - 0,15
Mármol pulido	0,30 - 0,71
Madera roble claro	0,40 - 0,50
Madera roble oscuro	0,15 - 0,40
Granito	0,10 - 0,30
Ladrillo, rojo	0,10 - 0,20
Vidrio, claro	0,05 - 0,10

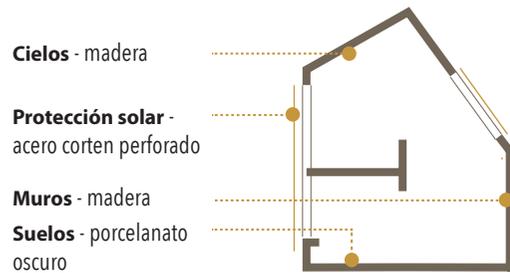
Fuente: Elaboración propia en base a Cómo planificar con luz, ERCO y ARQ3621 Laboratorio Solar - Clase Iluminación Natural (2017).

Tabla 7. Relación color y temperatura de color

Fuente de color	Temperatura	Color
Llama de fósforo	1700 K	Rojo
Llama de vela	2000 K	Naranja
Bombilla de tungsteno	3200 K	Amarillo
Salida o puesta de sol	4000 K	Amarillo pálido
Sol mañana o tarde	5000 K	Marfil
Sol mediodía. Flash	5500 K	Blanco
Cielo con niebla	6000 K	Azul suave
Cielo nublado y sombra suave	6500 K	Azul claro
Sombra fuerte	7300 K	Azul
Nublado totalmente	9000 K	Azul intenso

Fuente: Blog Fotografía Esencial. [<https://www.fotografiaesencial.com/blog/2014/12/02/consigue-extraordinarias-fotos-en-la-hora-azul/>]

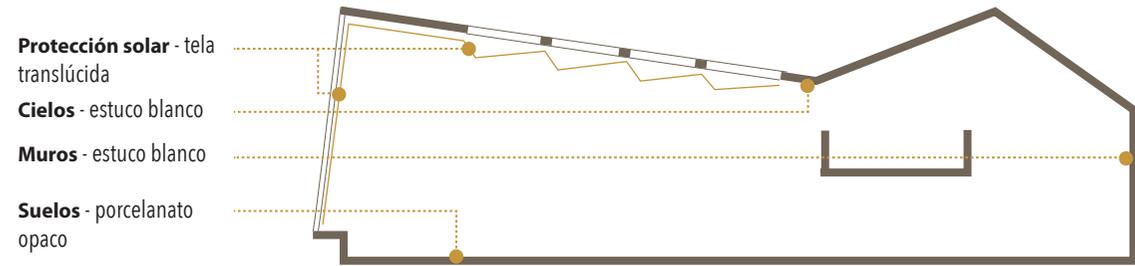
Llegada + Descanso (A + B)



Materiales opacos

Se propone que para el volumen de **llegada**, se utilicen **materiales poco reflectantes** con el fin de intensificar la percepción de la luz en el espacio y evitar reflejos molestos producto de del reflejo de las superficies interiores del módulo.

Recreación (C)

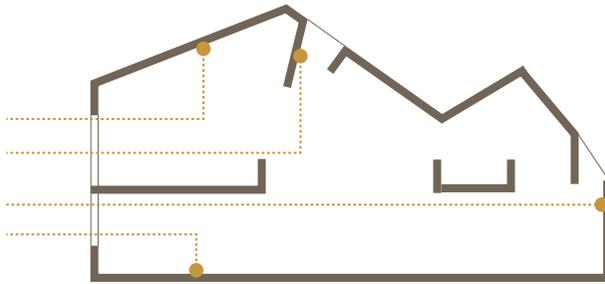


Materiales reflectantes + opacos

Para el momento de **recreación**, se propone utilizar **materiales reflectantes y opacos**. Los primeros en cielos y muros, mientras que para el suelo se plantea el uso de materiales opacos que eviten reflejos molestos.

Introspección + Descanso (D + B)

Cielos - madera oscura
Entrada de luz - esmalte amarillo/naranja
Muros - madera oscura
Suelos - porcelanato opaco oscuro

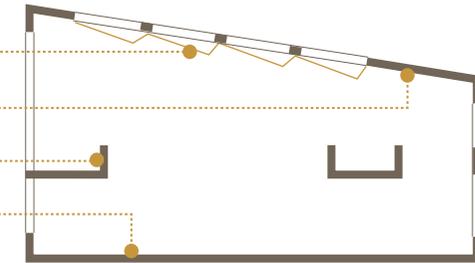


Materiales opacos

Para el momento de **introspección**, se propone nuevamente utilizar **materiales opacos y oscuros**, intensificando la percepción de la luz en el espacio. Además se plantea usar **materiales en colores brillantes y claros** para las superficies que permiten el ingreso de luz en tonos calidos.

Activación + Salida (E)

Protección solar - tela translúcida
Cielos - estuco blanco
Muros - estuco blanco
Suelos - porcelanato brillante blanco



Materiales reflectantes

Se plantea que en el último momento, de **salida**, se construya con **materiales reflectantes** con el fin de generar un espacio luminoso que permita la activación antes de iniciar la jornada.

Figura 47. Propuesta de materialidad y color para cada momento

Fuente: elaboración propia, 2018.

- Sistema constructivo

Un último punto a tener en cuenta, para la configuración de las atmósferas de los momentos clave de los mineros, es el sistema constructivo. Actualmente, la construcción en minería se basa en el uso de módulos prefabricados de estructura metálica o de madera. A nivel nacional, la empresa constructora que desarrolla más campamentos es Tecnofast, que cuenta con más de 40 proyectos en el área de la minería (Tecnofast, 2018). Dentro de las principales ventajas de la construcción modular prefabricada -sobre todo si se considera que los campamentos mineros se emplazan en zonas de difícil acceso-, están:

- Construcción y ensamblado en una fábrica, lo que disminuye posibles problemas al momento del montaje y permite mejorar la calidad de la obra.
- Montaje rápido, lo que disminuye la mano de obra en la faena, reduciendo costos y bajando además el riesgo de accidentabilidad en la construcción.

Se observa que el sistema constructivo actual es muy adecuado para las alas de dormitorios, ya que se trata de espacios de una escala pequeña, basados en la repetición de núcleos de

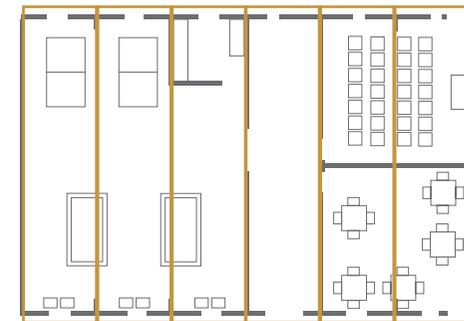
dormitorios y baños. Sin embargo, no ocurre lo mismo para el caso de los espacios comunitarios, donde los esfuerzos han estado puestos en generar interiores de mayor escala, más que en construir espacios con una calidad arquitectónica que invite a los trabajadores a quedarse.

Estructuralmente, los programas de escala mediana, se construyen uniendo de manera consecutiva varios módulos (Figura 48), mientras que los programas de escala grande se basan en el uso de estructuras de madera laminada que son particulares para cada campamento.

Al respecto, se propone que el proyecto se base en una estructura mixta de vigas y pilares de madera laminada -que permiten alcanzar grandes luces-, junto a paneles en base al sistema de marco plataforma. Esta combinación permitirá construir una envolvente que permita mayor libertad a la modulación de elementos horizontales y verticales internos, diferenciando los sistemas constructivos base para la envolvente y para la sección del proyecto.

La elección de la madera como material constructivo tiene relación con tres puntos; primero se trata de un material sus-

(a) Sala de juegos



(b) Oficinas

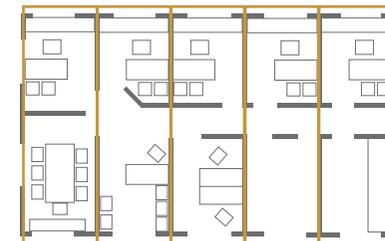


Figura 48. Modularidad en campamentos actuales

Fuente: Elaboración propia en base a planimetría de Tecnofast, 2018.

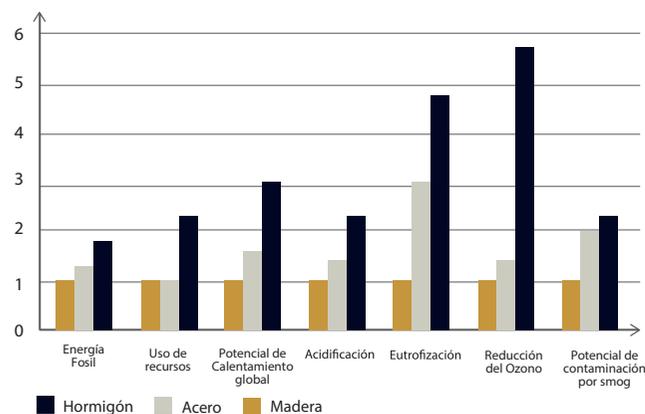


Figura 49. Impacto ambiental de la madera versus acero y hormigón.

Fuente: Elaboración propia en base a

tentable, ya que proviene de fuentes renovables de energía, que además tienen una baja huella de carbono (Figura 49); segundo, al tratarse de un material constructivo prefabricado, liviano, tienen la ventaja de montarse casi totalmente en seco y de requerir fundaciones menos profundas que otras estructuras -lo que implica una menor invasión en el territorio-; y por último, esta posibilidad de prefabricación permite un montaje más rápido y con menos mano de obra in situ, reduciendo costos y riesgos de accidentes.

Prefabricación y definición de módulos

En este sentido, la posibilidad de prefabricar los elementos que van a configurar los espacios comunitarios es una gran oportunidad para abaratar costos y tiempo, por lo que se propone generar estructuras tipo, que se puedan utilizar para los distintos momentos de esparcimiento de los trabajadores, dentro de los que se diferencian los elementos de envolvente (marcos) y de espacialidad interna (paneles). El desarrollo de estas estructuras permite generar todo el proyecto de espacios de esparcimiento con los mismos elementos, reforzando la condición de prefabricación dentro del campamento, sin perder la escala de lo comunitario.

Con respecto a la envolvente y tomando en cuenta las superficies actuales dedicadas a programas de recreación (Figura 8 - Capítulo 2), se propone que el proyecto se base en el uso de tres tipos de marco de madera laminada, cuya combinación permite responder a la escala de cada uno de los momentos clave de la jornada laboral generando módulos base de 14,64 metros de profundidad (Figura 50). Esta medida surge de la sucesión de 5 marcos de madera laminada que están distanciados 3,66 metros entre sí (a eje), lo que a su vez responde a la modulación en base a las planchas de OSB disponibles en el mercado (de 1,22 por 2,44 metros).

Siguiendo la misma lógica de modulación, un primer módulo (A) permite salvar una luz de 17,08 metros, un segundo módulo (B) genera un espacio de 10,98 metros de ancho y un tercer módulo (C) cubre una luz de 7,32 metros. Por otra parte, las cubiertas de los módulos tienen inclinaciones que responden a los requerimientos de luz de cada espacio, por ejemplo, los módulos para la recreación y la salida permiten una gran apertura en una de sus caras (Módulo A), los módulos utilizados para el espacio de introspección tienen dos aguas para abrirse en algunas partes y cerrarse en otras (Módulo B+Módulo C), lo mismo ocurre para el módulo de llegada que se construye en base al módulo C.

Los paneles para construir la espacialidad interna de cada módulo se transportarán siguiendo la modulación del módulo, intentando generar la menor cantidad de elementos a ensamblar in situ.

Con este fin, y considerando que los campamentos mineros se ubican en zonas remotas, aislados de áreas urbanas, y que por ende es importante considerar el transporte de los elementos constructivos hasta la obra, se propone que las dimensiones máximas de vigas, pilares y paneles estén determinadas por el tamaño máximo transportable por camiones de carga por las carreteras nacionales sin necesidad de contar con escolta (Tabla 8 y 9), a lo que se le suma la modulación, antes mencionada, del OSB.

En cuanto a la altura de los espacios, se proyectan programas con alturas de 2,44 y de 3,66 metros, según la intensidad de uso y escala de cada recinto, es decir, los recintos que buscan una alta interacción y actividades comunitarias serán más grandes que aquellos para actividades más tranquilas o de carácter individual.

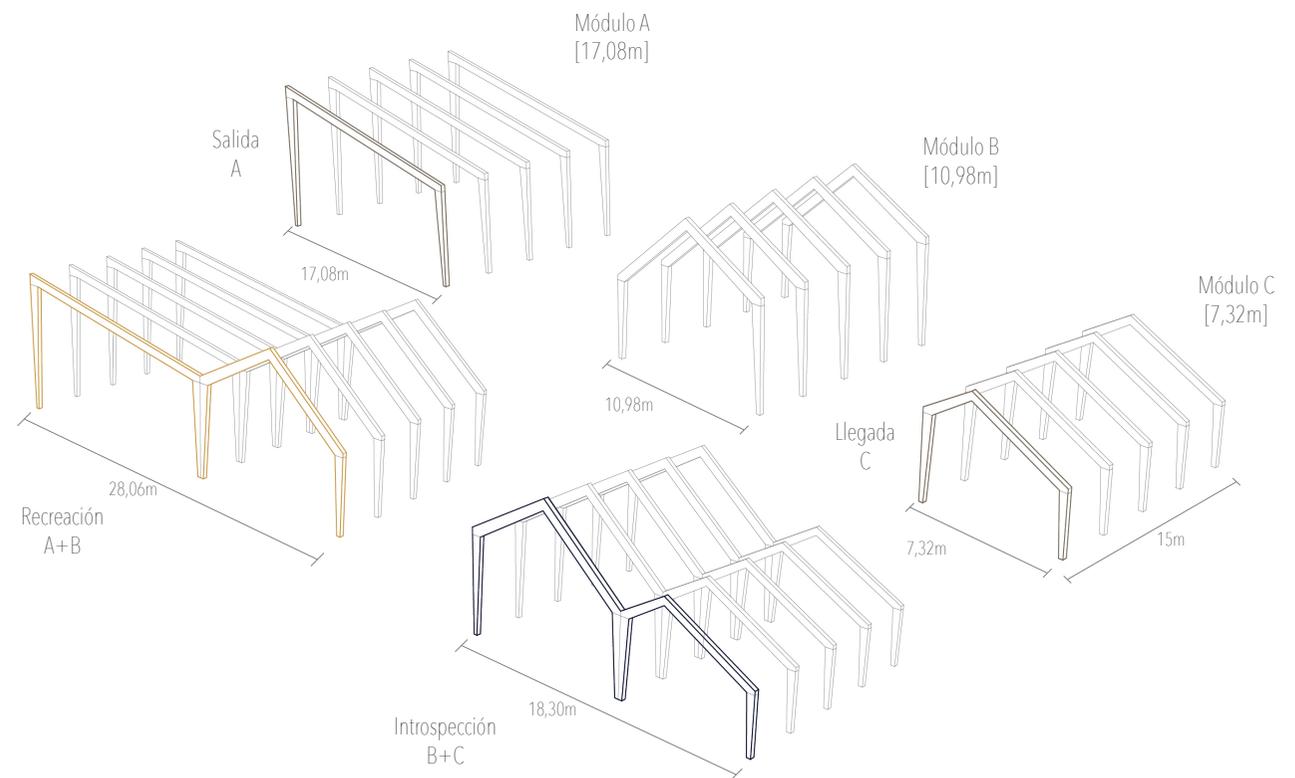


Figura 50. Tipos de marcos de madera laminada según los momentos clave de la jornada.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 8. Límites de permisos para transporte de carga sobre dimensionada.

Medidas (m)		Ancho	Alto	Largo
Sin Permiso	Desde			
	Hasta	2,60	4,20	18,00
Con Permiso / Sin Escolta	Desde	2,61	4,21	18,01
	Hasta	3,59	4,84	29,00
Con Escolta en zonas urbanas	Desde	3,60		
	Hasta	3,79		
Con Escolta todo el trayecto	Desde	3,80	4,85	30,00
	Hasta	(*)	(**)	

(*) Ancho mayor a 4,50 m. exigirá estudio de ruta. (**) Altura igual o mayor a 5,00 m. debe solicitar autorización a empresas de cableado.

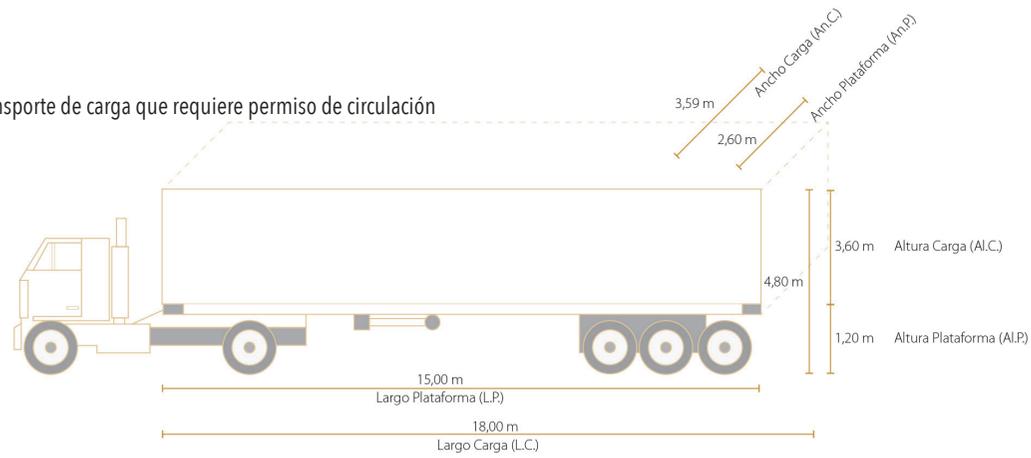
Tabla 9. Medidas máximas permitidas en relación a tamaño del camión.

		Medidas (m)					
Anchos máximos permitidos	Plataforma	2,50-2,60	2,61-2,70	2,71-2,80	2,81-2,90	2,91-3,00	3,00-3,20
	Carga	3,60	3,70	3,80	3,90	4,50	6,40
Altos máximos permitidos	Plataforma	1,50	1,40	1,30	1,20	1,10	1,00
	Carga	2,90	3,10	3,40	3,60	3,80	4,50
	Total	4,40	4,50	4,70	4,80	4,90	5,50
Largos máximos permitidos	Plataforma	Hasta 12,99	13,00	14,00	15,00		
	Carga	14,00	14,00	16,00	18,00		

Fuente: Elaboración propia en base a Procedimiento de circulación de carga [www.puertovalparaiso.cl].

Fuente: Elaboración propia en base a ARQ3625 Diseño Arquitectónico en Zonas Geográficas Remotas (2017)

(a) Medidas para transporte de carga que requiere permiso de circulación



(b) Medidas para transporte de carga que no requiere permiso de circulación

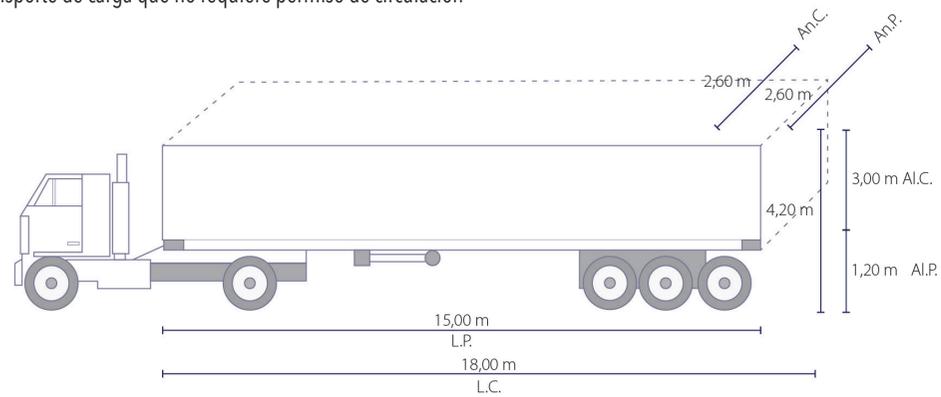


Figura 51. Dimensiones asociadas al transporte

Fuente: elaboración propia en base a Tablas 7 y 8.

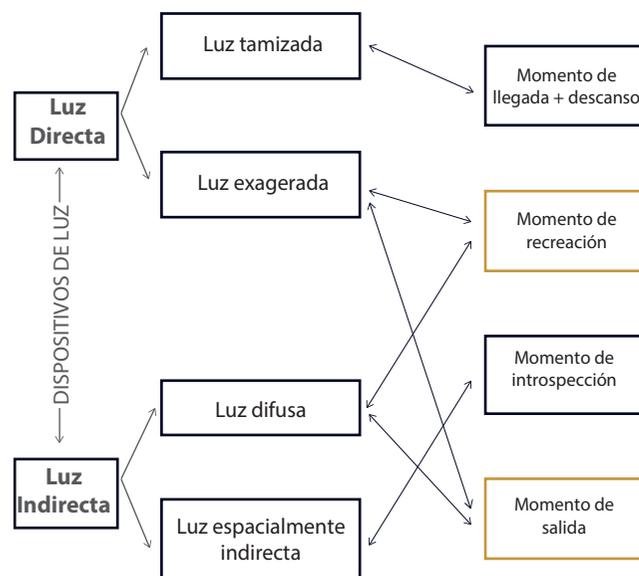


Figura 52. Esquema de dispositivos de luz propuestos

Fuente: elaboración propia, 2018.

13 Se definen como partes activas aquellas que generan algún tipo de conexión con el exterior. Ver punto 4.1.1 Envoltura: mediadora entre interior y exterior.

4.2 Construcción de los dispositivos de luz

Tal como se analizó en la primera parte de este capítulo, la configuración de las atmósferas lumínicas para cada momento tiene directa relación con la construcción de la envoltura de cada volumen, esta puede tener una condición pasiva (en términos de iluminación), cuando está conformada solo por elementos opacos, que no generan una conexión directa, semi directa o indirecta con el exterior, pero también puede actuar como una envoltura activa, cuando permite el ingreso intencionado de luz natural al interior de los recintos.

Para el desarrollo de esta condición "activa" de la envoltura, a continuación se realiza una aproximación de carácter geométrico constructivo para la proyección de "dispositivos de luz" elementos que, para efectos de esta investigación, conforman las distintas aperturas de la envoltura y están en directa relación con los tipos de iluminación natural y artificial que se quiere lograr para cada momento.

4.2.1 Tipos de dispositivos

Los dispositivos serán clasificados en primera instancia según el paso de luz natural que se busca generar para luego incorporar estrategias de luz artificial. Tomando como base la síntesis

resultante del estudio de los criterios para la iluminación natural el campamento minero (punto 3.3.1), se proponen dos grandes categorías de dispositivos, los de luz directa y los de luz indirecta. Dentro de los primeros se encuentran los dispositivos para luz tamizada y exagerada, mientras que para los segundos se distinguen aquellos para luz difusa y para luz espacialmente indirecta, generando un total de 4 tipos de dispositivos de luz que serán distribuidos en los distintos volúmenes de espacios comunitarios del campamento (Figura 52).

Cabe destacar que los volúmenes de cada momento clave, tienen distintas partes de su envoltura activas¹³ ante el paso de la luz, sin embargo, para efectos de esta tesis y del desarrollo de los dispositivos, se selecciona la parte de la envoltura más representativa para la iluminación de cada espacio. Las partes de la envoltura con un carácter secundario solo se señalan y se indica a grandes rasgos el tipo de luz que pasa por ellas, pero no se desarrollan más profundamente.

Además, como se ha mencionado anteriormente, la orientación propuesta del campamento considera las horas requeridas de asoleamiento para los distintos programas, por lo que en algunos casos, se proponen aperturas de la fachada sin que sea necesario incorporar medidas extra de protección solar.

4.2.2 Geometría y materialidad

La forma en que ingresa la luz a través de estos dispositivos va a estar determinada necesariamente por su geometría y materialidad. La primera tiene directa relación con la hora del día en que se busca que pase (o no) la luz, mientras que la materialidad del dispositivo se asocia con las cualidades de dicha luz, por ejemplo si ingresa directamente o mediante reflejos, si es difusa o tamizada, etc. A continuación, se presenta el desarrollo geométrico y la materialidad de los dispositivos propuestos.

Dispositivo de luz para la llegada

Con el fin de generar una luz tamizada se propone utilizar módulos de acero corten en la envolvente, que a medida que se avanza en el volumen de llegada, permitan establecer una transición entre el exterior luminoso del desierto y el acceso a los dormitorios. La modulación de este dispositivo responde a las medidas de la estructura del módulo de llegada y el tamiz de luz se va a producir gracias a perforaciones circulares distribuidas irregularmente en las placas de acero. El porcentaje de superficie perforada va a determinar la transparencia de dichas placas, dando paso a la transición antes mencionada (Figura 53).

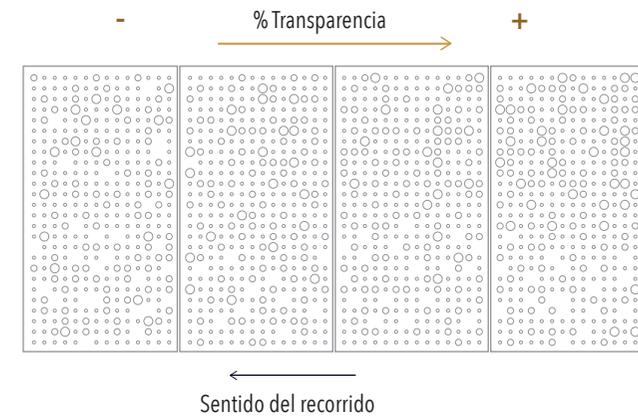
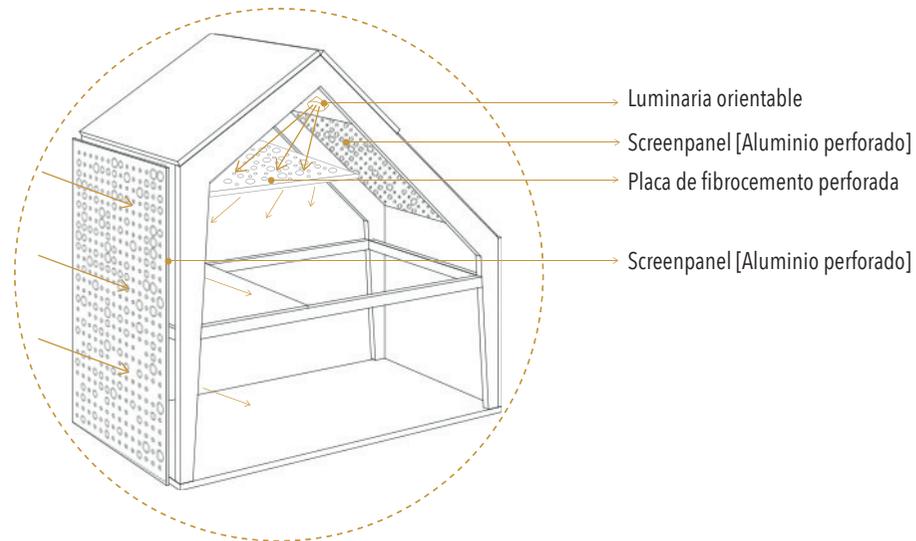
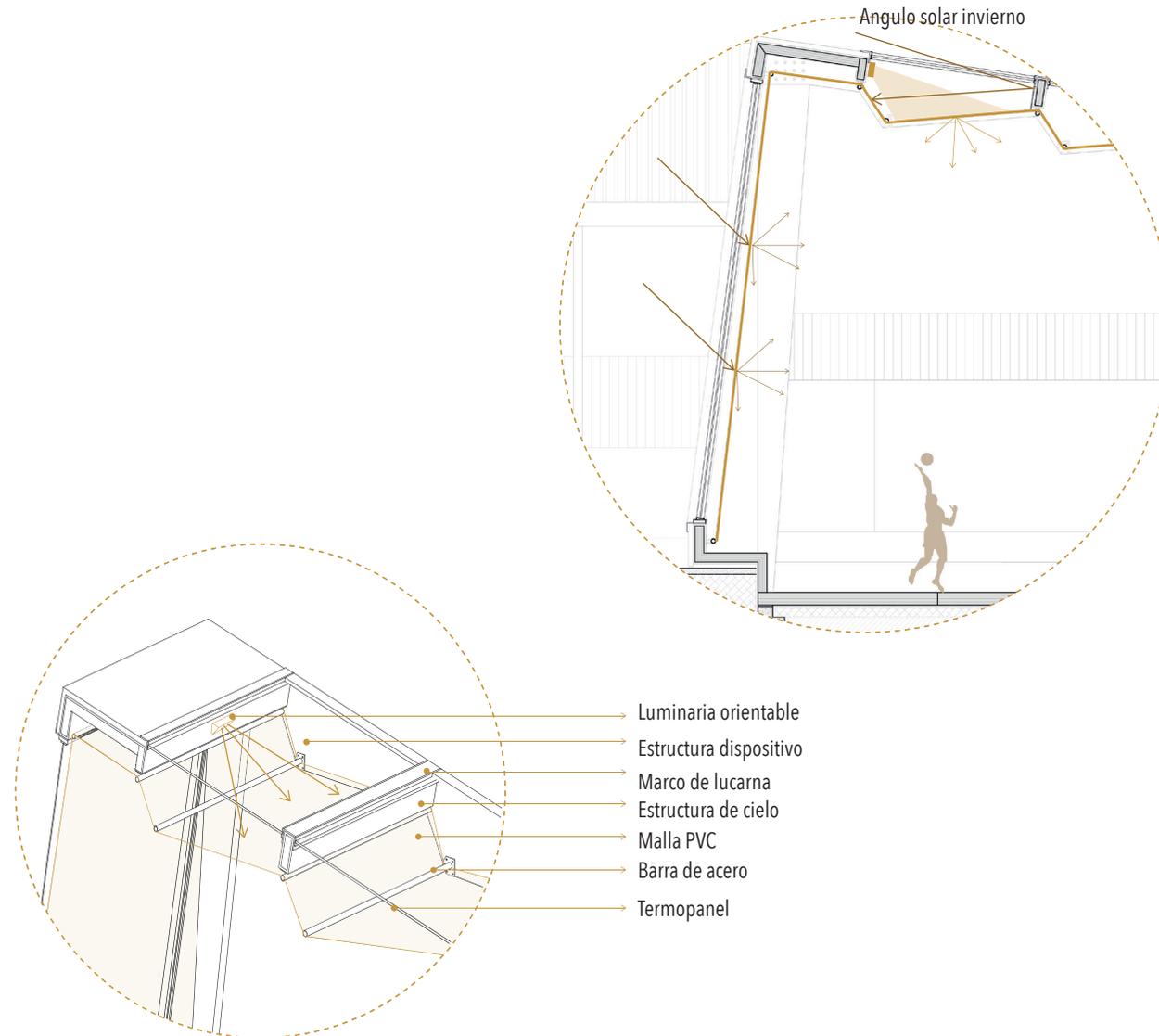


Figura 53 Dispositivo de llegada

Fuente: elaboración propia, 2018



Dispositivo de luz para la recreación

Para el caso del volumen de recreación se propone, de igual manera, seguir la modulación de la estructura, y se proyecta un dispositivo para luz difusa.

Con el fin de lograr una luz lo más uniforme posible, se opta por generar aperturas en muros y cielos, protegiéndolas con elementos textiles blancos desde el interior, lo que ayuda a evitar la radiación directa y permite distribuir la luz hacia el interior del volumen. Si bien, sería más eficiente, en términos térmicos, poner estos elementos por el exterior de la envolvente, al tomar en cuenta el clima en el que se ubican los campamentos mineros, se opta por privilegiar la durabilidad del material ubicándolo al interior.

Este dispositivo considera además, elementos reflectantes en la estructura del cielo que re dirigen la luz hacia la tela durante las horas en que, debido al ángulo solar, la luz cenital no llega al interior de los recintos (Figura 54).

Figura 54 Dispositivo de recreación

Fuente: elaboración propia, 2018

Dispositivo para la introspección

Para el dispositivo para la introspección, se propone generar un espesor /pliegue en el cielo del módulo con el fin de dejar pasar la luz indirectamente, la geometría de este dispositivo se calcula, valga la redundancia, con el fin de que nunca entre luz de manera directa, solo mediante reflejos. De esta manera el dispositivo estará formado por una parte reflectante directa (donde llega directamente el sol) y otra indirecta (que permite que la luz ingrese al espacio) (Figura 55)

En cuanto a la materialidad, se busca generar un ambiente que fomente la relajación y la tranquilidad. Por esto, se propone el uso de madera, lo que sumado al uso de esmalte color amarillo-naranja para la superficie reflectante, favorece que la luz que ingresa a los programas de introspección adquiera una temperatura de color cálido, que -siguiendo el ciclo circadiano- transmite el mensaje de que es el final de la jornada.

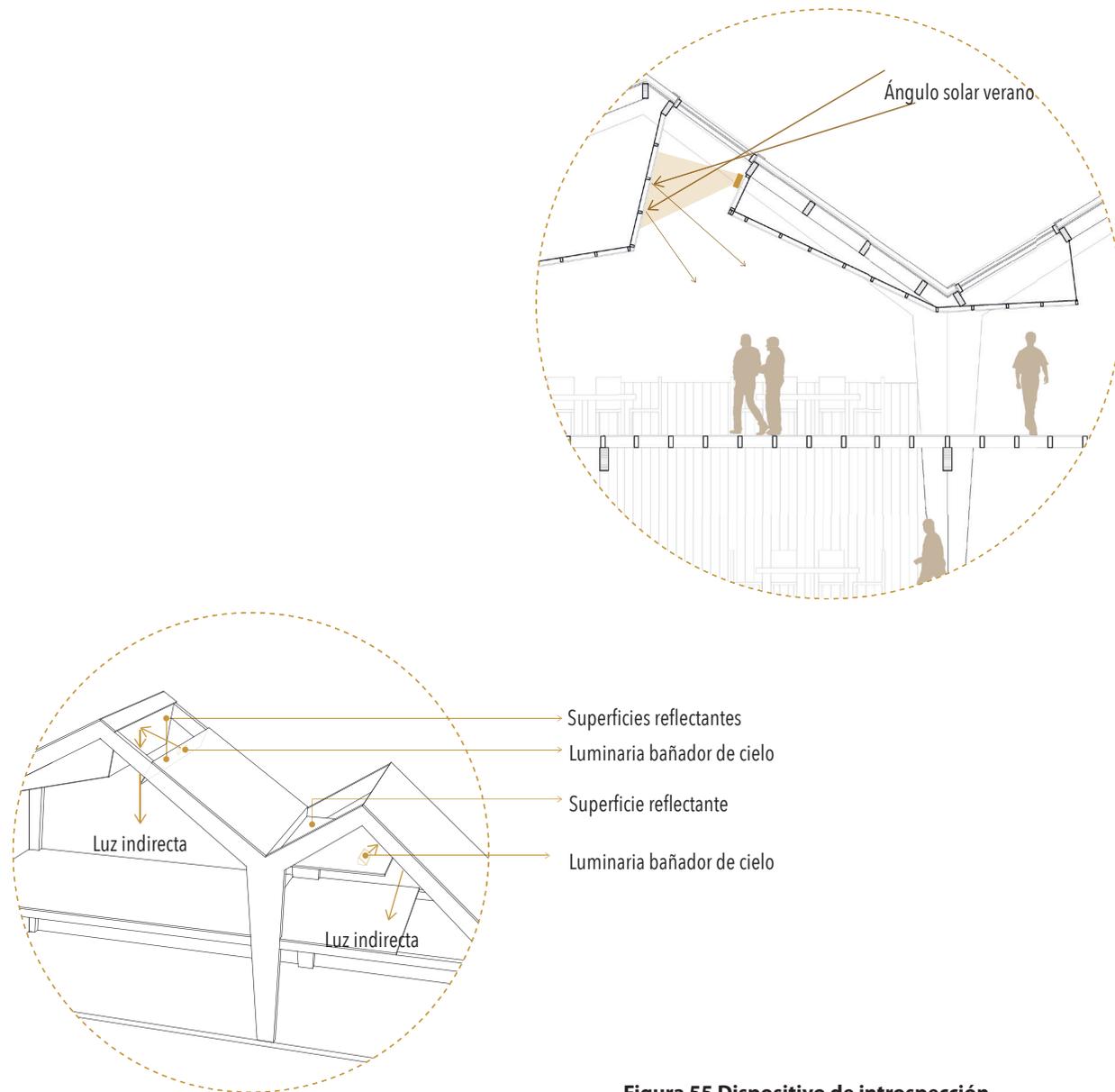
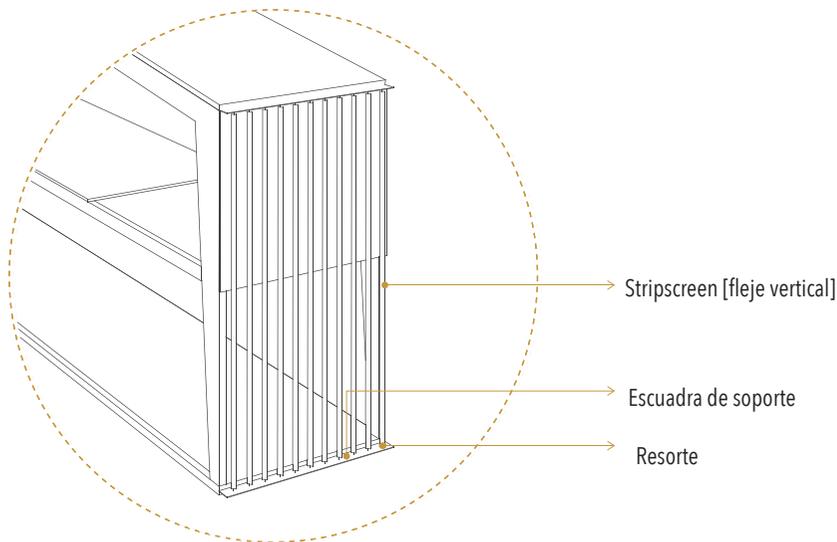
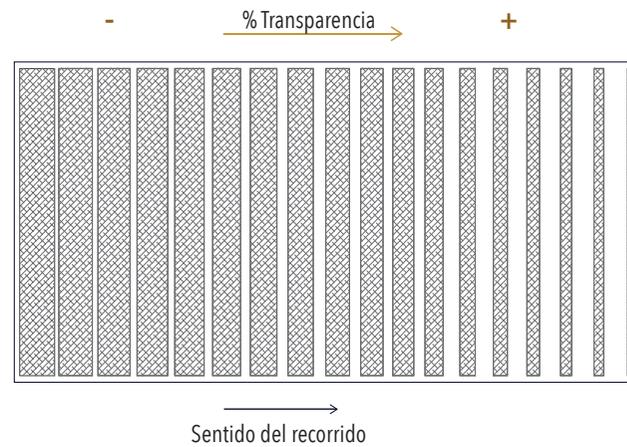


Figura 55 Dispositivo de introspección

Fuente: elaboración propia, 2018



Dispositivo para la salida

Finalmente, el dispositivo para la salida se construye pensando en permitir conexiones directas con el exterior, tanto visuales como físicas, esto con el fin de preparar a los trabajadores al inicio de la jornada. Se propone abrir el volumen hacia el oriente y el poniente, diseñando un sistema de celosías verticales que permitan el paso de luz directa a las horas en que se usa el espacio de salida, protegiéndolo de una sobre exposición a la radiación de la tarde.

Estas celosías consisten en una estructura secundaria (anclada al exterior del volumen) con elementos verticales que se ubican a lo largo del volumen con un distanciamiento cada vez más grande y con una mayor porcentaje de transparencia a medida que se avanza en el recorrido, esto con el fin de permitir generar una transición fluida hacia el exterior.

Figura 56 Dispositivo de salida

Fuente: elaboración propia, 2018

4.3 Análisis de modelos a escala

Para concluir este capítulo se realiza un análisis de los espacios propuestos, a través de modelos a escala para cada momento. Este análisis permite verificar la percepción espacial y lumínica de las atmósferas propuestas para los espacios comunitarios del campamento minero.

Ambos análisis se realizan mediante el uso de modelos a escala 1:50 que se diseñan considerando la reflectancia de los materiales propuestos para cada momento (Figura 57), por lo que se utilizan colores representativos de dichos coeficientes siguiendo la Tabla 10.

Para realizar estas mediciones se utiliza un heliodón de montaje orbital (Anexo 3), instrumento que permite simular de manera análoga la trayectoria del sol -tomando en cuenta la latitud del lugar de emplazamiento del proyecto y la hora del día y fecha del año específica que se busca analizar-. Estas simulaciones permiten obtener datos reales de cómo se comportará lumínicamente el espacio estudiado, ya que se realiza al exterior en un día despejado, es decir, con el sol como fuente de luz.

- Percepción del espacio, luminancias y deslumbramiento

El análisis cualitativo de la luz, se relaciona directamente con la percepción del espacio que tengan los usuarios. Si bien este parámetro es bastante subjetivo, la fotografía desde el punto de vista del observador permite hacerse una idea de cómo será interpretado el espacio y la calidad lumínica de cada volumen propuesto a las horas en las que serán utilizados.

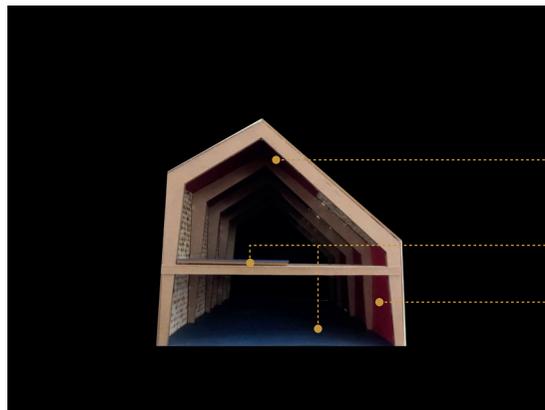
Para esto se trabaja con fotografías HDR (High Dinamic Range) tomadas con una cámara Nikon modelo D7000 con gran angular, tomadas desde el punto de vista del observador que se ubica en el recorrido. Luego se analizan a través del software HDRScope, que permite procesar la información de dichas imágenes, entregando los datos para analizar la condición lumínica del espacio. Específicamente se obtienen imágenes de color falso que permiten ver las luminancias de los lugares propuestos (Cd/m²) para entender como trabaja la envolvente interior de dichos espacios respecto a las entradas de luz y cómo son percibidas por el trabajador.

Tabla 10. Coeficientes de reflexión según color

Color / Material	Coef. Reflexión
Blanco	1
Papel blanco	0,80 - 0,85
Marfil, amarillo lima	0,70 - 0,75
Amarillo brillante, ocre claro, verde claro, azul pastel, rosa claro, crema	0,60 - 0,65
Verde lima, gris pálido, rosa, naranja, gris azulado	0,50 - 0,55
Madera clara, azul celeste	0,40 - 0,45
Roble, hormigón seco	0,30 - 0,35
Rojo oscuro, verde árbol, verde oliva, verde hierba	0,20 - 0,25
Azul oscuro, púrpura	0,10 - 0,15
Negro	0

Fuente: ARO3621 Laboratorio Solar - Clase Iluminación Natural (2017).

Llegada



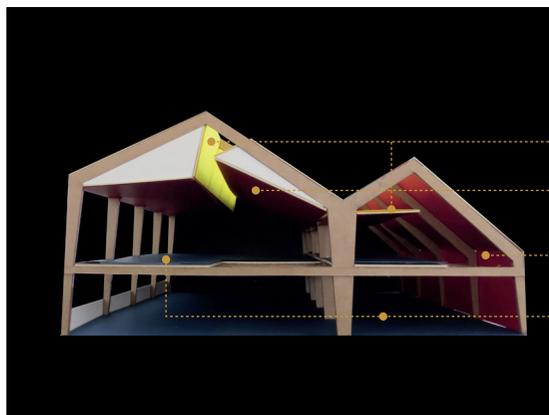
- Cielos: 0.20 - 0.25
- Suelos: 0.20 - 0.25
- Muros: 0.20 - 0.25

Recreación



- Cielos: 1
- Suelos: 0.50 - 0.55
- Muros: 1

Introspección



- Sup. reflectantes: 0.70 - 0.75
- Cielos: 0.20 - 0.25
- Muros: 0.20 - 0.25
- Suelos: 0.20 - 0.25

Salida



- Cielos: 1
- Muros: 1
- Muros: 1

Figura 57 Modelos a escala y coeficientes de reflectancia
Fuente: elaboración propia, 2018

En la figura 58 se presentan las imágenes de color falso resultantes de dichas fotografías, que han sido agrupados por la fecha (simulada) en que se obtuvieron, es decir, primero se evalúan los cuatro volúmenes propuestos en el solsticio de invierno, luego en equinoccios y finalmente en el solsticio de verano. Esta agrupación responde a la intención de analizar como se comportarían lumínicamente los cuatro espacios en un mismo día, lo que permite entender la diferencia de luminancias entre un momento y otro.

En las tres fechas analizadas se observa que se logra generar espacios con una luz mucho más controlada para el momento de llegada y de introspección, en los que se busca bajar la intensidad de las actividades con el fin de actual como una transición hacia los dormitorios o instancias de descanso. En, cambio, los espacios destinados a la activación de los trabajadores se ven muchos más iluminados. Cabe mencionar que el diseño de las envolventes, en todos los espacios, propicia un mayor ingreso de luz en el periodo invernal, controlando la luz que ingresa en verano, lo que es beneficioso sobre todo en cuanto al comportamiento térmico de la propuesta.

Por otra parte, al analizar cada uno de los espacios, y en relación con la luz que se busca generar se puede mencionar lo siguiente:

(a) **Llegada [luz directa tamizada]** se observa que la iluminación es bastante contrastada, sobre todo en invierno, cuando permite un paso más directo de luz. Esto se corresponde con la clasificación de la luz natural de Rockcastle y Andersen (2013) que ubica a este tipo de luz como uno de los con mayor contraste y variabilidad de la matriz de referentes estudiados, lo que a su vez la vuelve un tipo de luz adecuado para generar trasposos entre un espacio y otro. En cuanto a la envolvente, se ve que la luz incide activamente en el suelo y las aperturas de fachada y cielo, sin involucrar activamente otros elementos opacos, lo que es favorable para lograr la atmósfera de transición hacia los dormitorios que es clave para este momento de la jornada de los trabajadores

(b) **Recreación [luz indirecta difusa]** se puede ver que el espacio se ilumina de manera bastante pareja en toda la extensión de la envolvente, entrando en juego todos los ele-

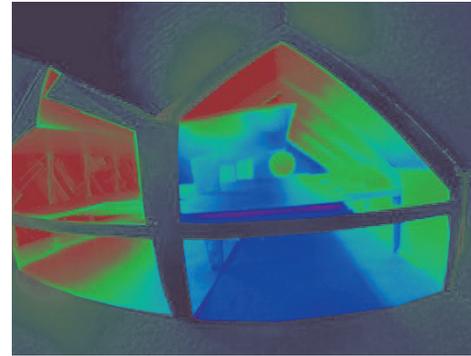
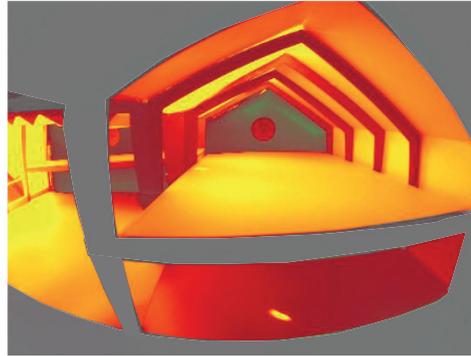
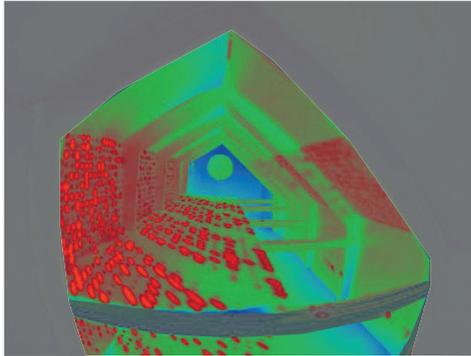
Llegada - 08:30 hrs.

Recreación - 15:30 hrs.

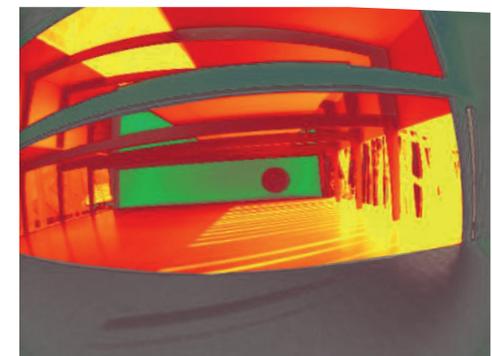
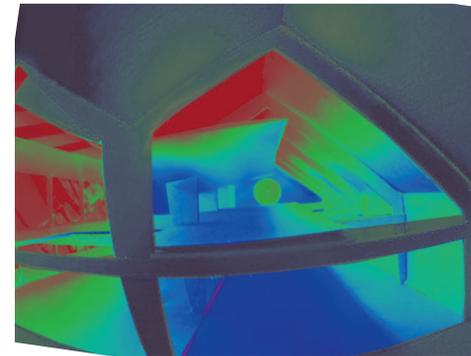
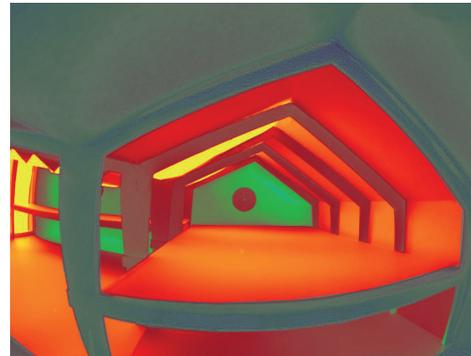
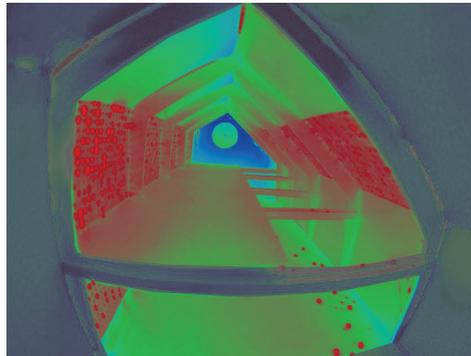
Introspección - 17:00 hrs.

Salida - 19:00 hrs.

Solsticio de Invierno



Equinoccios



Solsticio de Verano

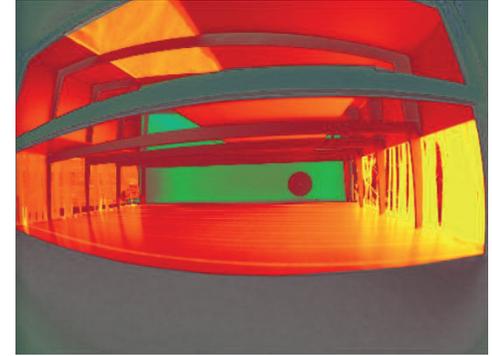
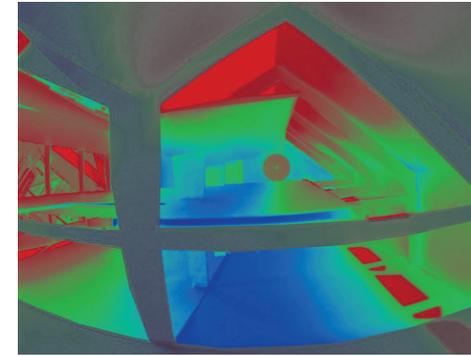
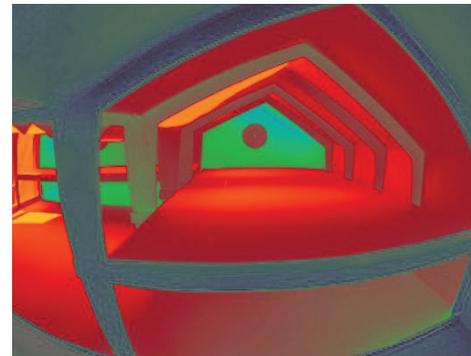
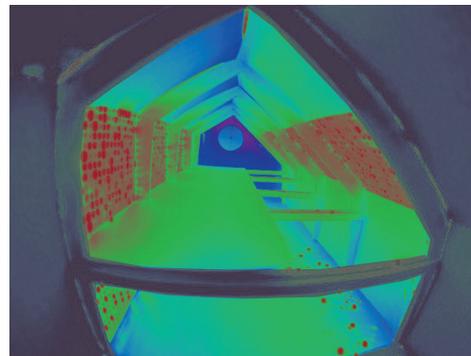


Figura 58 Análisis de luminancias - Fotografías HDR.
Fuente: elaboración propia en base a fotografías de modelos a escala, 2018

mentos del interior -muros, cielo y suelos-, que aportan a la generación de un espacio con un nivel alto de iluminación. Esto es positivo, según los requerimientos del ciclo circadiano, ya que permite activar a los trabajadores en el momento dedicado a la recreación. Cabe destacar, por otra parte, que a lo largo del año varía la cantidad de luz que se percibe en el espacio, más que la distribución lumínica en el mismo, cumpliendo nuevamente con la clasificación de contraste y variabilidad que indica que este tipo de luz es de los que tienen menor variabilidad anual.

(c) **Introspección [luz espacialmente indirecta]** en este espacio se evidencia que el principal elemento de la envolvente que se "activa" ante el paso de la luz es el cielo, que recibe la luz indirecta de las aperturas propuestas en la parte superior del espacio. Nuevamente, siguiendo el ciclo circadiano y las necesidades de los trabajadores al momento de utilizar el lugar para la introspección, se busca evitar la llegada de luces directas al espacio en cuestión, ya que estas impiden generar la atmósfera de tranquilidad previa al momento de descanso o de relajación. Es por esto que se debe mejorar el ángulo y ancho del pliegue que permite el paso de luz a través del cielo,

ya que en el modelo analizado permite el paso de luz directa durante el solsticio de verano.

(d) **Salida [luz directa y parcialmente directa]** en cuanto al análisis del último modelo, se observa que se logra generar un espacio en que toda la envolvente se percibe muy iluminada, aún cuando las aperturas adquieren protagonismo por el paso más contrastado de luz, esto es clave para activar a los trabajadores, sin embargo, se debe tener en cuenta que va a ser necesario fomentar el uso de aparatos electrónicos antes de comenzar la jornada, con el fin de dar el mensaje que es de día y es necesario estar alerta (frecuencias de onda corta). Se observa además que la variabilidad del paso de la luz natural es alto, ya que, tal como se puede ver al comparar la imagen de equinoccio y verano, la distribución de la luminancias cambia bastante entre un día y otro.

Finalmente cabe mencionar la importancia de considerar espacios de transición que permitan pasar de una condición lumínica a otra, con el fin de no producir deslumbramientos debido al cambio de luminancias percibidas en un lugar respecto al siguiente.

Referencias

Calderón, J. (2017). Jardines de alto desempeño en CLT. Semana de la madera 2017. Disponible en <http://www.construye2025.cl/wp-content/uploads/2017/07/Jorge-Calderon.pdf> [Accedido el 10 de nov. de 2018]

Dalheim, R. (2017). How cross-laminated timber buildings are built. Disponible en <https://www.woodworkingnetwork.com/wood/panel-supply/how-cross-laminated-timber-buildings-are-built> [Accedido el 13.nov.2018]

Prieto, A. (2012). La apertura del espacio de trabajo. En ARQ, n. 82 Fabricación y construcción, Santiago, Diciembre 2012, p. 108-111. Disponible en https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-69962012000300018 [Accedido el 24 de nov. de 2018].

Henriquez, C. (2015). Concepción de un Nuevo Campamento Minero. Valparaíso, Chile: Universidad Técnica Federico Santa María, Escuela de Ingeniería.

Laukkanen, M. (s/a). El uso de la madera vista en hospitales ayuda a la recuperación. Disponible en <http://www.househabitat.es/el-uso-de-la-madera-vista-en-hospitales-ayuda-a-la-recuperacion/> [Accedido el 25 de nov. de 2018]

CAPÍTULO 5
SÍNTESIS PROYECTUAL

5.1 Recorrido: construcción de transición lumínica y espacial

La síntesis de las propuestas de esta tesis proyectual consiste en la construcción del recorrido que siguen los trabajadores en su paso por el campamento, con énfasis en la transición lumínica y espacial. Para construir la transición entre los momentos clave de la jornada, es relevante el trabajo de los espacios entre volúmenes, en ellos se producirá el traspaso entre una condición espacial-lumínica y otra, actuando como el fin de un momento y el inicio de otro, por ejemplo cuando se pasa del momento de recreación -actividades grupales, de alta intensidad y muy iluminado- al momento de introspección -actividades individuales, de baja intensidad y con iluminación tenue-

Espacialmente, esta transición se consolida gracias a dos recursos: cambios en las medidas del recorrido (alto y ancho) y la desconexión visual y física del recorrido respecto a los programas adyacentes (Figura 59). Cabe mencionar que, siguiendo el orden de los momentos en que se usa el campamento, estos espacios de transición pueden actuar como lugares de traspaso entre espacios de alta intensidad de uso -actividades grupales y recreativas- a baja intensidad -introspección -o viceversa-, y a su vez entre espacios de paso a espacios de permanencia.

Con respecto a la condición lumínica de este recorrido, es importante tomar en cuenta que el traspaso entre un nivel de ilu-

minación y otro, y otra tiene que seguir ciertas proporciones. Tal como se mencionó en el análisis de la percepción visual, la relación entre la iluminancia de un espacio y otro no puede superar la relación de 1:3 -con el fin de no generar deslumbramiento-, es por esto que a lo largo del recorrido y especialmente en los espacios de transición, se debe hacer énfasis en mantener esta relación. Nuevamente, siguiendo el orden de los momentos en que se usa el campamento, se plantea que el traspaso entre una condición lumínica y otra puede tener dos sentidos, de un ambiente luminoso a uno oscuro o viceversa.

Considerando que la adaptación del ojo desde un espacio muy iluminado a uno muy oscuro es más lento que el proceso contrario, se propone que los espacios de transición en dicho sentido sean más prolongados que aquellos que permiten pasar de la oscuridad a la luz. Para estos últimos, en cambio, se plantea la importancia de reducir la relación de la iluminancia entre un espacio y otro a 1:2 o idealmente 1:1,5, con el fin de hacer lo menos estresante posible el paso de una condición lumínica a otra.

A continuación se presenta un esquema de las condiciones espaciales y lumínicas propuestas a lo largo del recorrido del campamento.

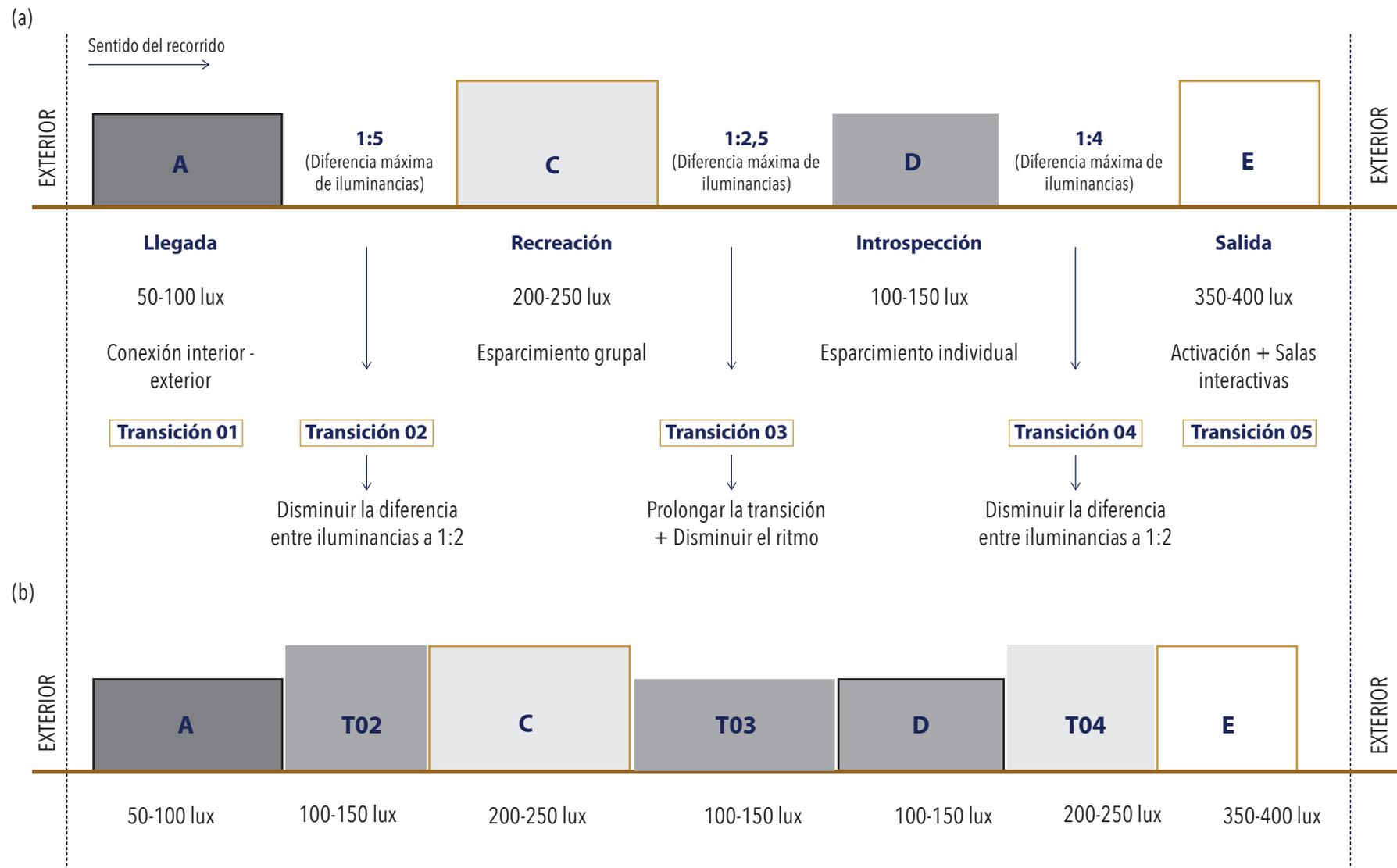


Figura 59. Corte esquemático de transición lumínica y espacial
(a) Propuesta sin transiciones; (b) Propuesta con transiciones.
 Fuente: elaboración propia, 2018.

5.2 Estrategias proyectuales

I Momentos clave para la jornada de los mineros y la reorganización de los espacios comunitarios.

Se propone una reorganización de los espacios comunitarios del campamento minero considerando una caracterización de los momentos clave dentro de la jornada extra laboral. Los espacios que responden a esta nueva categorización se organizarán en torno a una anillo que se recorre a medida que avanza la jornada (Fig.60).

Se plantea que la ubicación estratégica de los dormitorios permite un recorrido distinto para los trabajadores del turno de día y aquellos del turno de noche, quedando el orden de los espacios de la siguiente manera:

- Turno diurno: Llegada al campamento, seguido de los momentos de recreación, introspección, descanso y salida.

- Turno nocturno: Llegada al campamento y descanso, seguido de recreación, introspección y salida.

II Orientación solar del campamento siguiendo el ciclo circadiano

Se propone orientar los cuatro volúmenes de los espacios comunitarios siguiendo la posición relativa del sol respecto al campamento, en las horas en las que se van a utilizar cada espacio y de acuerdo a los requerimientos de luz según el ciclo circadiano de los trabajadores. El cruce de estas variables permite llegar a las siguientes orientaciones favorables para la apertura de los momentos clave de la jornada:

(a) Momento de llegada + descanso: **norte**

(b) Momento de recreación: **poniente**

(c) Momento de introspección + descanso: **sur**

(d) Momento de salida: **poniente - oriente**

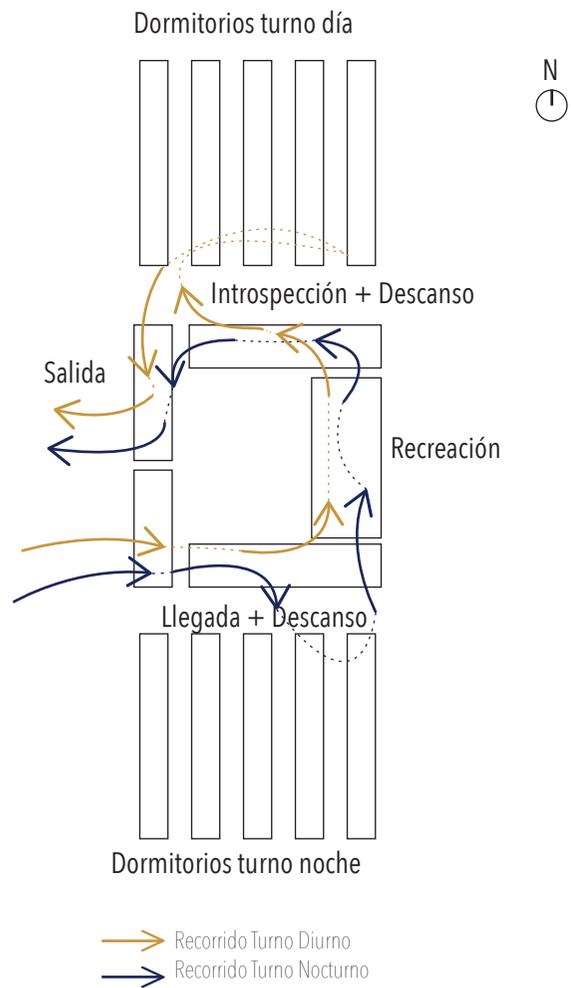


Figura 60. Planta esquemática de nueva disposición y recorrido en el campamento minero
 Fuente: Elaboración propia, 2018.

III Construcción de una nueva espacialidad para los lugares de esparcimiento

Los momentos propuestos se consolidan en torno a cuatro volúmenes programáticos, cuya espacialidad responde a la asociación de una tipología de corte del Manual of Section (Lewis, e al., 2016) para cada momento, que a su vez tiene que ver con las relaciones visuales y físicas que fomenta cada tipo de sección.

Esta espacialidad se construye mediante las combinaciones de tres módulos basados en marcos de madera laminada de distintas luces. Los marcos generan la envolvente base para los espacios comunitarios del campamento y permiten una libertad estructural en su interior que da paso a la construcción de la espacialidad característica para cada momento (Fig.61).

(a) Momento de llegada + descanso: **apilamiento + cizalle**

(b) Momento de recreación: **perforación + nido**

(c) Momento de introspección + descanso: **forma**

(d) Momento de salida: **perforación + cizalle**

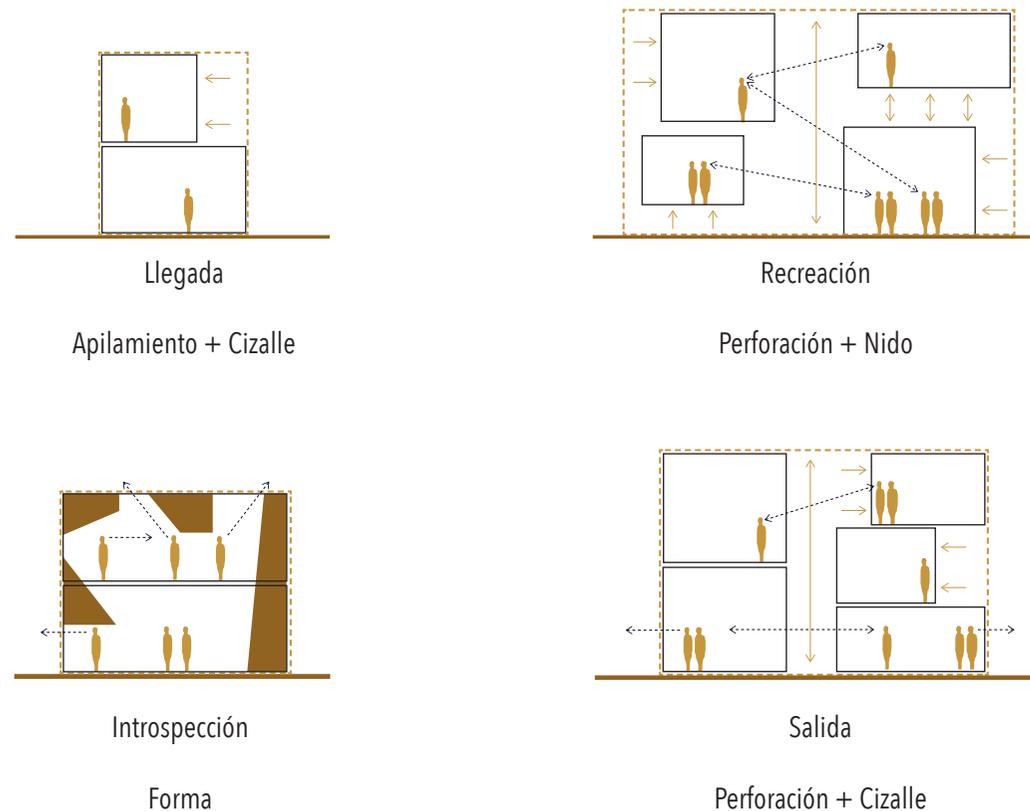


Figura 61. Esquemas de espacialidad - cortes propuestos para los momentos clave de la jornada

Fuente: elaboración propia, 2018.

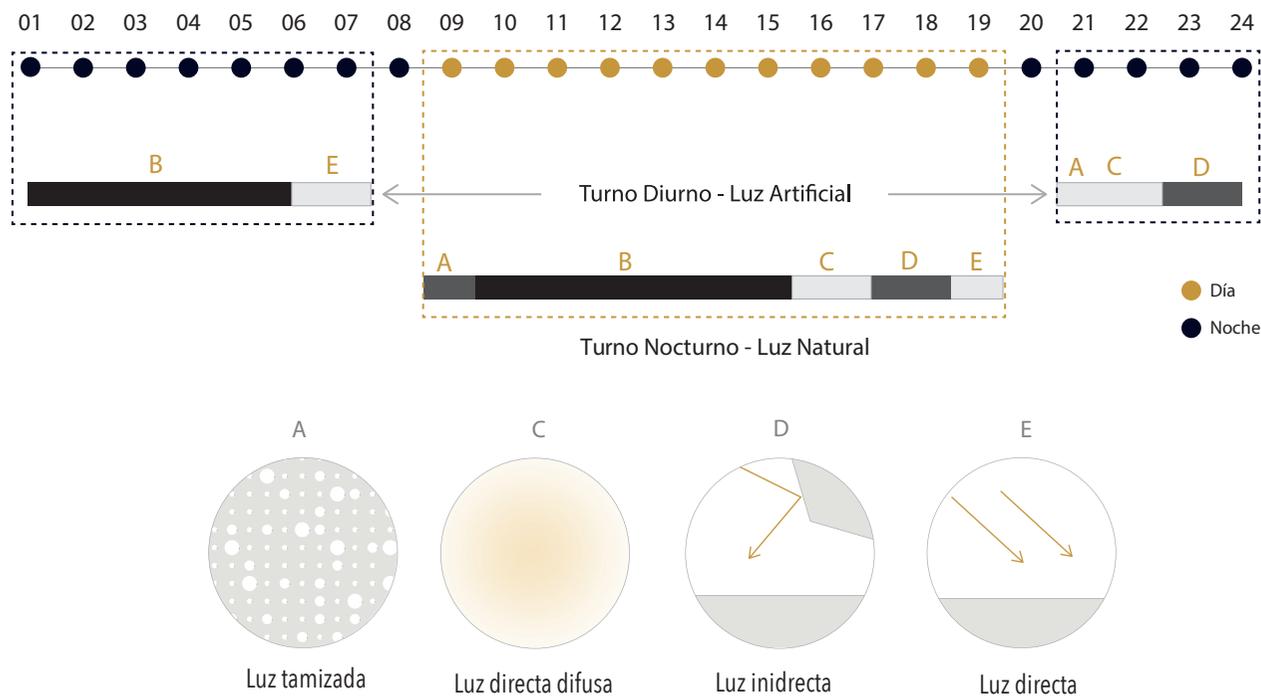


Figura 62. Esquema de iluminación para turno nocturno y diurno.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

IV Propuesta de una iluminación diferenciada entre turno de día y de noche.

Partiendo de la importancia de la luz en la sincronización del ciclo circadiano y tomando en consideración los horarios en que cada grupo de trabajadores (turno nocturno y diurno) utiliza los espacios comunitarios y la disponibilidad de luz natural en dichos momentos, se opta por privilegiar el uso de luz artificial para el turno diurno -cuyos trabajadores usan el campamento de noche- y de luz natural para el turno nocturno -cuyos trabajadores usan el campamento de día-.

Se propone seguir la caracterización de contraste y variabilidad lumínica que plantean Rockastle y Andersen (2013), para determinar la cualidad lumínica que define cada momento de la jornada de los mineros. De esta manera se le asocia un tipo de luz a cada momento de la jornada, considerando los requerimientos lumínicos que sigue el ciclo circadiano a lo largo del día (Figura 62):

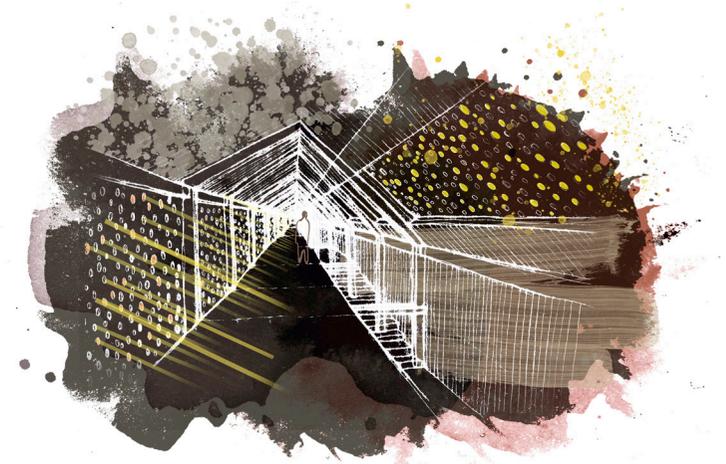
- (a) Momento de llegada + descanso: **directa tamizada**
- (b) Momento de recreación: **directa exagerada + directa difusa**
- (c) Momento de introspección + descanso: **indirecta + directa indirecta**
- (d) Momento de salida: **directa**

V Construcción de las atmósferas para los momentos clave de la jornada

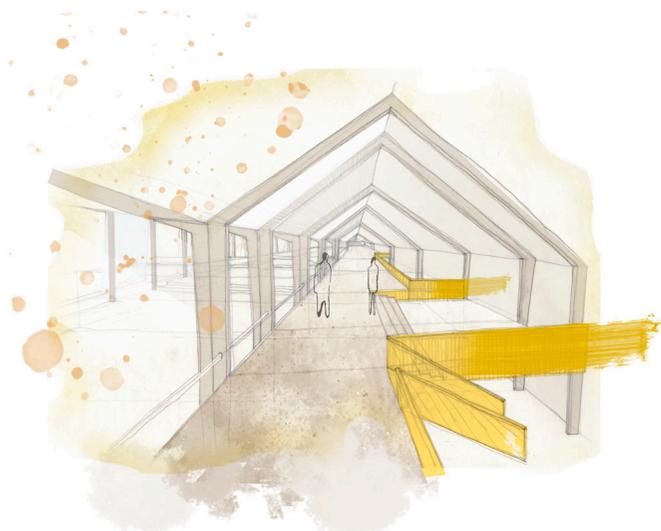
Para generar las atmósferas adecuadas de cada momento de la jornada propuesta, es clave caracterizar lumínica y espacialmente cada espacio (Figura 63). Es por esto que se plantea la importancia de considerar las características de la envolvente y de la materialidad de cada uno de estos recintos. Ambos elementos tienen directa relación con la percepción de la calidad lumínica del lugar.

Esta cualidad se materializará gracias al desarrollo de dispositivos lumínicos que permiten que la luz llegue a los trabajadores de distintas maneras según el momento de la jornada en que se encuentren, lo que sumado a la elección de materiales según su coeficiente de reflectancia permite construir las atmósferas propuestas.

Llegada



Recreación



Introspección



Salida

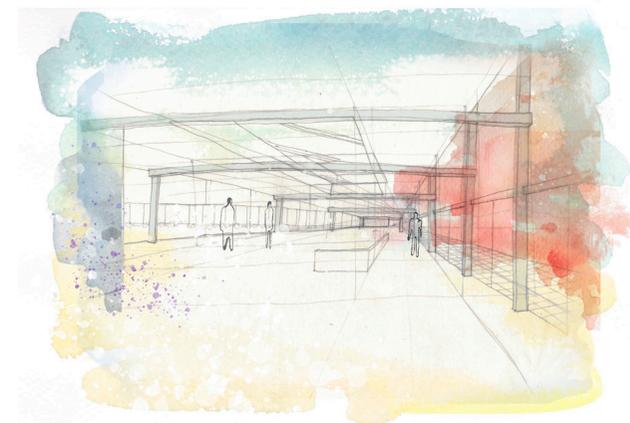


Figura 63. Atmosferas espaciales - lumínicas para los momentos propuestos

Fuente: Elaboración propia, 2018.

VI Propuesta de recorrido: secuencia espacial y lumínica

Como última estrategia, se propone generar un recorrido que contemple espacios de transición entre un volumen programático y otro. El objetivo de esta transición es permitir un traspaso entre diferentes condiciones espaciales-lumínicas.

A nivel lumínico, se busca evitar el deslumbramiento al pasar de recintos con un nivel de iluminancia a otro. Para esto se propone mantener una relación de iluminancias máximo de 1:3 en el traspaso de un momento muy iluminado a uno poco iluminado, y de 1:2 para el paso de recintos poco iluminados a muy iluminados.

A nivel espacial, se propone que este traspaso se relacione, por una parte con un cambio en las medidas del recorrido -que adquiere la altura del espacio en el que se va a ingresar- y por otra con una desconexión visual y física respecto a los programas adyacentes.

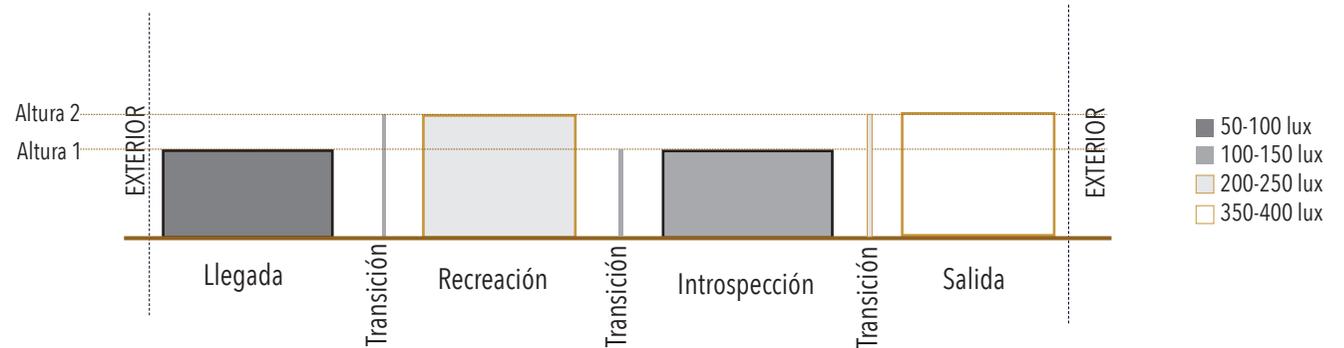


Figura 64. Corte esquemático de secuencia espacial - lumínica

Fuente: elaboración propia, 2018.

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES

En la actualidad, por motivos de productividad, los trabajadores de la Gran Minería en Chile viven y trabajan sometidos, en su mayoría, a un sistema de turnos -nocturnos y diurnos- de horas extraordinarias. En la práctica esto implica que, tal como se ha discutido a lo largo de esta investigación, los trabajadores viven alejados de sus hogares durante el periodo laboral, lo que conlleva una serie de trastornos sociales debido al desarraigo que produce estar periódicamente alejado del núcleo familiar. Pero no es solo eso, sino que también genera efectos adversos a nivel psicológico y fisiológico, producto del esfuerzo que implica trabajar sobre los 3000 msnm, en horarios antinaturales (doce horas diarias, turnos nocturnos) y en condiciones climáticas extremas.

En este contexto, se propone que es clave abordar desde la arquitectura lo que implica el sistema de turnos para la forma construida, no solo a nivel funcional u organizacional como se ha hecho hasta el momento, sino que tomando en cuenta las diferencias y/o similitudes entre quienes trabajan en el turno nocturno o el turno diurno. Esto conlleva a repensar la manera en la que se distribuyen los espacios comunitarios del campamento y la atmósfera que caracteriza cada uno de estos lugares,

dependiendo de quién los usa y a qué hora, con el fin de contribuir a mejorar la calidad de vida de los trabajadores de la minería, garantizando su salud psicosocial.

Relacionado a lo anterior, se afirma que existen cuatro momentos clave dentro de la jornada extra laboral de los mineros: de llegada / descanso, recreación, introspección / descanso y salida. El orden en el que se desarrollan estos momentos tiene entonces directa relación con el ciclo circadiano de los trabajadores del turno diurno y nocturno, que se ve alterado, por una parte, según la intensidad de actividades que se van desarrollando a lo largo del día y principalmente por el tipo de luz que es percibido por el ojo. Por esta razón, es fundamental que dichos espacios consideren una iluminación adecuada, ya sea mediante el uso de luz natural o de luz artificial, según se trate del turno nocturno o diurno. Se busca de esta manera devolver a los trabajadores la percepción del paso del tiempo, condición que hasta ahora se ha perdido producto de la atemporalidad que implica vivir constantemente bajo una iluminación artificial poco intencionada y sometido a una rutina de actividades (de esparcimiento) que no se ajustan espacial ni lumínicamente a los requerimientos propios de cada turno.

Este punto es particularmente crítico para los trabajadores del turno nocturno, ya que son los que tienen un mayor desfase en sus ritmos biológicos por lo poco natural que es en sí, el trabajo de noche,

Estas observaciones se abordan a nivel proyectual planteando una redistribución de los espacios comunitarios del campamento minero, que adquiere la forma de un anillo en torno al que se articulan los momentos mencionados. A su vez, estos volúmenes son caracterizados por distintas atmósferas lumínicas y configuraciones espaciales, con las que se busca disminuir los trastornos, producto de alteraciones del ciclo circadiano, que afectan a los trabajadores del sistema de turnos.

En este contexto, y siguiendo la categorización realizada por Rockcastle y Andersen (2013), sobre las características de la luz en el espacio, se propone que en el momento de llegada se tenga una luz directa tamizada, que sea un aporte para generar una transición gradual entre el exterior y el interior, pasando de un espacio muy iluminado, como lo es el exterior en el desierto a uno poco iluminado como los dormitorios. Esto permite alterar lo menos posible el ciclo luz-oscuridad de los trabajadores, propiciando un sueño más estable.

Luego, para el momento de recreación se busca generar una atmósfera caracterizada por una iluminación en la que se alternen luces directas e indirectas difusas, que permitan una iluminación intencionada para espacios dedicados al esparcimiento y la interacción entre trabajadores. Este espacio debe permitir activar a los mineros, fomentando el encuentro, por lo que la percepción de mucha luz es clave para indicarle al cerebro que es de día y por lo tanto, momento de estar activo y despierto.

Para el momento de introspección, por otra parte, se propone un espacio que, a pesar de permitir conexiones visuales con el exterior, se ilumine solamente mediante luz indirecta. Esto debido, al igual que en el momento de llegada, a que al estar en espacios con un nivel de iluminación bajo, se logra transmitir la idea de que el momento de descanso está cerca y por ende es más fácil generar atmósferas de privacidad y tranquilidad, que permitan a los trabajadores relajarse.

Finalmente, para el momento de salida se propone un espacio conectado con el exterior, como antesala al inicio del turno, por lo que se plantea una envolvente con aperturas continuas que

generen una luz directa o parcialmente directa (en el caso de usar celosías) con el fin de facilitar la salida de los trabajadores y de activarlos con la llegada de la mayor cantidad de luz posible. Cabe mencionar que para este espacio va a ser clave el uso de aparatos electrónicos con frecuencias de onda corta (pantallas-luz azul), similares a la luz del medio día que va a transmitir el mensaje de que es de día y hay que estar atentos.

Por otra parte, se propone el desarrollo de la envolvente como elemento arquitectónico que en última instancia permite la construcción de estas atmósferas para los momentos clave, definiendo cuatro dispositivos de luz que pueden ser distribuidos en muros o cielos con el fin de generar una iluminación directa (tamizada, exagerada, directa indirecta) o indirecta (difusa, espacial) según los requerimientos de cada momento de la jornada de los trabajadores.

Para concluir, en cuanto a las proyecciones de esta investigación, cabe destacar que, si bien el estudio fue realizado considerando la ubicación específica de la Minera Escondida, los criterios aplicados son transversales para otros campamentos del desierto andino y eventualmente se podrían replicar y sentar

una base de diseño para todos los campamentos que se construirán en un futuro cercano en nuestro país e incluso podrían ser aplicados a otros trabajos basados en sistemas de turnos. Además, se espera que esta propuesta permita poner en valor la importancia de diseñar considerando variables que van más allá de la funcionalidad de un espacio o el cumplimiento de un programa, y que tienen directa relación con la calidad de vida y salud de las personas, como es el caso del ciclo circadiano y los patrones sociotemporales de uso del espacio, que en última instancia permiten desarrollar proyectos más sustentables para sus habitantes, enfocados en mejorar la calidad de vida de los mismos.

CAPITULO 7

REFERENCIAS

«Accidentabilidad minera 2016». Sernageomin. Accedido 9 de junio de 2018. http://sitiohistorico.sernageomin.cl/pdf/mineria/estadisticas/accidentabilidad_Minera/Presentacion-Accidentabilidad-2016.pdf

Aguirre, C (2018). Entrevista a neuróloga especialista en trastornos del sueño realizada el (fecha), Santiago, Chile.

Arango, S. (2009). «Los ritmos circadianos y la productividad laboral» p. 4.

«Bienestar en campamentos mineros». Minería Chilena. Accedido 7 de junio de 2018. <http://www.mch.cl/reportajes/bienestar-en-campamentos-mineros/>.

Boyce, P. (1981). *Human Factors in Lighting*, Applied Science Publishers, London.

Calderón, J. (2017). Jardines de alto desempeño en CLT. Semana de la madera 2017. Disponible en <http://www.construye2025.cl/wp-content/uploads/2017/07/Jorge-Calderon.pdf> [Accedido el 10 de nov. de 2018]

Carrasco, C., Vega, P. (2011). Una Aproximación a las condiciones de trabajo de la gran minería de altura. Dirección del Trabajo, Cuaderno de Investigación n°40, p. 72. Santiago.

Casanueva, M. (2016). Alteraciones del sueño, obesidad y resistencia a la insulina. Obtenido el 28 de octubre de 2018

de <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/9117/Casanueva%20Garcia%20de%20Alvear%20Maria%20Asuncion.pdf?sequence=4>

CIE (1987). *Vocabulaire international de l'éclairage*. CEI Publication Geneve, Suisse, CIE 50(845): 379.

Colombo, E., O'Donnell, B. y Kirschbaum, C.(2002). Iluminación eficaz, calidad y factores humanos. En: *Manual de Iluminación Eficiente*, Argentina. Disponible en <http://www.edutecne.utn.edu.ar/eli%2Diluminacion/> [Accedido el 6 de nov. de 2018]

Córica, L., Lasagno, C., Colombo, E. y Pattini, A. (2015) Análisis y caracterización fotométrica de un espacio de transición iluminado con luz natural: sus implicancias en la visión funcional. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/280238805_Analisis_y_caracterizacion_fotometrica_de_un_espacio_de_transicion_iluminado_con_luz_natural_sus_implicancias_en_la_vision_funcional [Accedido el 6 de oct. de 2018]

Correa, E (2018). Charlas sobre experiencia de la oficina Correa3 en minería.

Finkel, M. (agosto de 2018). La ciencia del sueño. *National Geographic*. 43 (2), 30-65.

Folkard, S.(1993). Editorial *Revista Ergonomics*. Vol 36, No 1-3, pp. 1-2.

«Fuerza Laboral de la Gran Minería chilena 2017-2026» Consejo Minero. (2017), pp. 12-13.

Ganslandt, R.; Hofmann, H. (s.a.). *Manual - Cómo planificar con luz*. Disponible en <https://www.erco.com/download/content/30-media/2-handbook/erco-handbook-of-lighting-design-es.pdf> [Accedido el 10.nov.2018]

Henriquez, C. (2015). *Concepción de un Nuevo Campamento Minero*. Valparaíso, Chile: Universidad Técnica Federico Santa María, Escuela de Ingeniería.

IESNA Illuminating Engineering Society of North America (2000). *The IESNA Lighting Handbook*, 9th ed. New York.

«Informe de Sustentabilidad BHP Chile 2016». BHP Billiton. Accedido 9 de junio de 2018. https://www.bhp.com/-/media/documents/media/reports-and-presentations/2017/170807_bhpinformedesustentabilidadatbhpchile.pdf

Kelly, R. (1952) *Lighting as an Integral Part of Architecture*. En *College Art Journal*, Vol. 12, No. 1, (Autumn, 1952), pp. 24-30. Disponible en http://www.mpcfaculty.net/mary_nelson/facs/coursework/intd52/assignments/Richard%20Kelly--Lighting%20as%20an%20Integral%20Part%20of%20Architecture.pdf [Accedido el 14 de nov. de 2018]

Laukkanen, M. (s/a). El uso de la madera vista en hospitales ayuda a la recuperación. Disponible en <http://www.househa->

bitat.es/el-uso-de-la-madera-vista-en-hospitales-ayuda-a-la-recuperacion/ [Accedido el 25 de nov. de 2018]

Latimer, C. «The Top Ten Trends for Mining in 2016». Australian Mining (magazine), 17 de agosto de 2016. <https://www.australianmining.com.au/features/top-ten-trends-mining-2016/>.

Lemmer, B. (2016). Chronobiology and chronopharmacology. 9th Course in Safety Pharmacology, Basel, Alemania. Obtenido el 28 de octubre de 2018 de https://www.researchgate.net/profile/Bjoern_Lemmer2/publication/292990133_Chronobiology_and_Chronopharmacology/links/56b4a16508ae922e6c020412/Chronobiology-and-Chronopharmacology.pdf.

Marchetti, N. (2016). «Estudio de los Efectos de la Exposición Intermitente a Gran Altitud en la Salud de Trabajadores de Faenas Mineras» p. 31.

Martín Monroy, M. (2006). Manual de Iluminación. Disponible en <https://m2db.files.wordpress.com/2014/09/manual-1-iluminacion.pdf> [Accedido el 13.nov.2018]

Minería chilena (junio, 2017). Accedido el 25 de abril de 2018 en <http://www.mch.cl/2017/06/22/escondida-logra-acuerdo-sindicato-renovar-turno-7x7/>

Munch, M.; Bromundt, V. (2012). Light and chronobiology: implications for health and disease. Obtenido el 29 de octubre de

2018 de http://www.chronobiology.ch/wp-content/uploads/publications/Muench_et_Bromundt_2012.pdf

Nogareda, C., Nogareda, S. (1998) «NTP 455: Trabajo a turnos y nocturno: aspectos organizativos» Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, España, pp. 3-4.

Pérez-León, J. (2009). Las células con melanopsina: nuevos fotoreceptores en la retina de los vertebrados. Obtenido el 10 de octubre de 2018 de <http://www.medigraphic.com/pdfs/revedubio/reb-2009/reb091c.pdf>

Prieto, A. (2012). La apertura del espacio de trabajo. En ARQ, n. 82 Fabricación y construcción, Santiago, Diciembre 2012, p. 108-111. Disponible en https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-69962012000300018 [Accedido el 24 de nov. de 2018].

Ramos, F y Hernandez, A. (1998). *Condiciones necesarias para el confort visual*. En: Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo, Madrid. Disponible en <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/46.pdf> [Accedido el 7 de nov. de 2018]

Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (2012). Health effects of artificial light. Obtenido el 11 de octubre de 2018 de http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenih_r_o_035.pdf

Smolders, K. C. H. J. (2013). Daytime light exposure: effects and preferences Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven. Obtenido el 15 de octubre de 2018 de <https://pure.tue.nl/ws/portalfiles/portal/3872994/762825.pdf>

Tregenza, P., Wilson, M. (2011). Daylighting, architecture and lighting design. Nueva York. (p 25)

Volf, C. (2013). Light, Architecture and Health – A method. Aarhus, Denmark. Obtenido el 15 de octubre de 2018 de http://thedaylightsite.com/wp-content/uploads/2014/02/Carlo-Volf_phd_uk_low_res.pdf

CAPITULO 8

ANEXOS

ANEXO 1: Entrevista a especialista en trastornos del sueño

Transcripción de entrevista realizada a la Dra. Carolina Aguirre, neuróloga especialista en trastornos del sueño. Centro del Sueño UC - 21 de agosto de 2018.

La católica hace unos años tuvo un convenio con la Minera Escondida, nos tocó ir a evaluar en faena a pacientes que tuvieran trastornos del sueño. Ellos tenían un método de tamizaje inicial en que seleccionaban a los trabajadores que probablemente tenían trastornos y de ahí los veíamos nosotros; los especialistas en sueño, a mí me tocó ir como tres veces yo creo.

Es heavy la cuestión del sueño en ese contexto, así que yo creo que es un tema que da para mucho. No sé si cachai los sistemas de turnos que tienen; ellos tienen turno 7x7 y el 4x3; el 4x3 es un poco más normal, es trabajólico full y de dormir poco, en el sentido de que trabajan en cuatro días lo que normalmente la gente trabaja en cinco, entonces terminan re tarde y se despiertan muy temprano, entonces ponte tú que dormirán seis horas en el mejor de los casos en la noche, pero los turnos 7x7 son los que están más complicados porque ellos siete días trabajan de 8 de la noche a 8 de la mañana, siete días están en sus casas y siete días trabajan de 8 de la mañana a 8 de la noche, entonces se les produce un cambio en el ritmo circadiano que demora por lo menos tres días en adaptarse

parcialmente cada vez, entonces es un desastre: siempre están mal, esa es la realidad y más encima se le agrega el factor altura, que nosotros lo pudimos objetivar haciéndoles estudios de sueño allá. Ellos dormían allá en altura y nosotros les hacíamos polisónogramas y veíamos como duermen de mal, porque hay ciertos cambios adaptativos a la altitud por la baja de oxígeno que lamentablemente el costo es que te lleven a dormir mal, pero además los trastornos sobre todo respiratorios del sueño en altura son mucho más intensos y muy marcados. Entonces, no es que tengan más apnea, pero si las bajas de oxígeno producto de las apneas en altura son mucho más dramáticas entonces veíamos una ensalada de trastornos del sueño súper potente. Mas encima, tienes el trastorno del sueño por trabajo de turnos que es esto del ritmo circadiano que, probablemente lo leíste ya, y además tenían el problema del trabajo por hipoxia, un poco, hipobaría creo que le dicen, esa es la forma como lo ocupan.

Lo que hicimos en esa época fue un poco ayudarlos para ordenarlos con esas dos cosas entonces hay ciertos tratamientos desde el punto de vista de la respiración que se pueden implementar, como máquinas para dormir, como por ejemplo las CPAP que lo ocupamos acá con pacientes que tienen apnea

Se destacan en amarillo las partes más relevantes para el proyecto arquitectónico

del sueño, pero algunos también necesitaban fármacos, otros necesitaban oxígeno para dormir en la noche, entonces ahí íbamos viendo que en qué perfil calzaba cada paciente.

Con respecto un poco a lo que es el cambio de horario, bueno, un poco la recomendación es que siempre que uno tiene que reajustar su reloj, su marcapasos que es el núcleo supraquiasmático se llama, que está en el hipotálamo, uno siempre juega con la luz, ahí hay distintos sincronizadores ambientales que son externos y también algunos internos que le dicen a tu cuerpo y a tu cerebro cuando es de noche y hay que dormir y cuando es de día y hay que estar despiertos, entonces uno puede ayudarse para que estos cambios sean un poco menos terribles, entonces un poco lo que uno hacía con estos casos es tratar que cuando te toca trabajar de día por ejemplo, de 8 de la mañana a 8 de la noche, ellos se levantan igual temprano porque una cosa es la hora a la que ellos parten trabajando pero otra cosa es llegar a las minas y todo o sea las seis despiertan habitualmente, entonces ahí **tratar que estén expuestos al máximo de luz para que se activen con más facilidad, y ya trabajan todo el día, y al volver al contrario, tratar que se expongan al mínimo de luz para que se puedan desactivar y dormir lo más temprano posible para que puedan tener más horas de sueño.**

¿Y ellos qué hacen en general?

En general vuelven a las 8, comen mucho, sacan mucho la vuelta, comen mucho porque les dan mucha comida, es que te morís la cantidad de comida, hay unas comidas así calóricas que ponen unas marraquetas gloriosas con unos panes y unos huevos repujados maravillosos, que heavy lo rico que comían y comen, sacan la vuelta y todo, entonces finalmente siempre se terminan durmiendo pasado las doce, muchos hacen deporte...

¿Eso es malo en la noche?

Claro es malo porque te activa y ese es el problema, pero por otro lado, es lo único que tienen para hacer allá, uno también lo entiende y claramente el sedentarismo finalmente es contraproducente en muchos otros aspectos, **entonces yo les decía traten de irse casi que directo al gimnasio 45 minutos, comer, ducha y al sobre, es un poco lo que uno trata y ahí los puedes ayudar con melatonina, con fármacos que se utiliza para ayudarlos a entrar en el sueño, pero un poco es eso, el juego con las luces yo creo que es clave...**

¿De algún color especial?

Si, las luces más activantes son las frías, que tienden más hacia el azul, y las cálidas son las que menos activan, entonces si hay algo que tú podrías aportar es que la luz sea variable en la mañana y la tarde, que sean distintas, por ejemplo, cachai, las pantallas igual son más del tipo azul, entonces privilegiar las pantallas más en la mañana que en la tarde, existen anteojos con filtros de luz azul que igual se pueden usar.

¿Igual ellos tienen tele en las piezas no?

Si, a ver... yo creo que no entre en ninguna pieza de ellos, pero yo creo que sí, seguro tienen tele. La tele funciona como cualquier pantalla, te inhibe el sueño. Después se van a las casas y ahí se desordenan y es cualquier cosa. Ahí se dedican entre que a carretear algunos, otros en cambio a trabajar porque tienen no sé, la señora tiene un negocio de abarrotes, la ayuda, van a dejar y a buscar a los niños al colegio, entonces es súper variable lo que ocurre ahí, yo lo que les decía como tip era que cuando lleguen a la casa, ya, descansa y todo los primeros días, pero por lo menos unos tres días antes de volver a tu turno, trata de ir adecuando tus horarios a lo que te va a tocar cuando llegues al turno, ¿cachai? Entonces, por ejemplo, si vas a pasar

a la noche, acuéstate cada día más tarde, cosa que sea menos dramático este paso y al revés cuando pasaban a trabajo de día. Para la nochera es súper complejo porque es totalmente anti fisiológico trabajar de noche y eso en cualquier actividad que tú desempeñes.

Trabajar de noche, tu cuerpo no está hecho para eso, nuestras hormonas fluctúan a lo largo del día en base a que duramos de noche, no a que estemos trabajando, es totalmente aberrante. Entonces, lo que yo les decía es que cuando salgan del turno en la mañana traten de irse directo al sobre, comer no demasiado, casi que con anteojos, cosa que no les llegue luz, nada que los active e irse directo a dormir, duerman, ahí muchos tomaban pastillas cosa de forzarse a dormir y ahí levántense almuercen, hagan deporte, actívense y podrían hacer una mini siesta tipo 5, ó cosa de partir el turno a las seis y media con una mini siesta previa.

¿Estos trastornos de sueño bajan igual la productividad durante el trabajo?

Si seguro que si, a ver, la privación del sueño en sí, tanto aguda como crónica tiene efectos a todo nivel cognitivo, en la aten-

ción, en memoria, todas las funciones se deterioran, sobre todo mientras más severa es la privación. Entonces, por supuesto que estos pacientes rinden mucho menos cuando han dormido menos de las horas que corresponden, a esto súmalo lo que hablábamos al principio de lo mal que duermen, de hecho, por ejemplo, hay gente como unos lentes que les media el parpadeo, entonces cuando cachaban que empezaban a parpadear más lento... biiip empezaban a sonar, es dramático, ahí tú te das cuenta de lo heavy que es esto.

¿Estos estudios que fueron a hacer fueron por interés de la empresa?

Fue un convenio de la ACHS con la universidad, y de hecho ellos siguen haciéndola solo que no con la Católica, porque esta es una cuestión que igual es todo el rato, los que trabajan allá conocen el impacto que tiene el mal dormir en todo el rendimiento, y aparte porque ellos saben que este sistema de trabajo es súper deteriorador para el ser humano y esto es una opinión personal, pero a mí me llamo hartito la atención que muchos pacientes que yo atendí allá igual eran jóvenes y se veían mucho mayores, te juro, es que en verdad es súper desgastante el cambio de los turnos que hacen, yo lo encuentro súper potente en realidad.

¿Afecta en algo la Tº, ventilación, humedad y otros factores aparte de la luz para dormir bien?

Si, de todas maneras. Las temperaturas extremas no te dejan dormir, así de simple, sobre todo la temperatura en los pies, hay estudios que muestran que si tu tienes los pies fríos, no duermes. Lo de la humedad pasa un poco también por esta cosa del oxígeno que hablamos, hay muchos que duermen con un humidificador allá arriba porque el aire es sequísimo y además con unos condensadores de oxígeno, que es una cuestión que te meten adentro de la pieza para aumentar la fracción de oxígeno, porque efectivamente influye lo de la humedad, para la gente que tiene trastornos del sueño es clave. La ventilación yo pienso que es más marginal, la temperatura de todas maneras, allá las temperaturas son muy distintas de noche y de día. El aire es seco, yo me acuerdo de esa sensación en la nariz, y uno despierta mal. Es importante tratar de enganchar al sistema con la luz.

¿Hay algún tipo de enfermedad asociada al trabajo en turno?

Si, se llama trastorno por trabajo de turnos, es un trastorno del ritmo circadiano que está de hecho establecido en el listado de

la clasificación internacional de los desórdenes del sueño, en su tercera versión. (National Sleep Foundation). Yo de verdad no sé por qué lo hacen (el cambio de turno día y noche), porque si trabajas siempre en un turno desarrollas mecanismos compensatorios conductuales para tolerarlo mejor, definitivamente saldrían mucho más beneficiados los que trabajan de día que los de noche, en el fondo tendrías que pagarle más al que trabaja de noche que el de día, una cosa así yo creo, no sé, yo creo que hay una razón, pero yo no la conozco.

ANEXO 2: Recomendaciones de iluminancias

Zona o parte del lugar de trabajo (*)	Nivel mínimo de iluminación (lux)
Zonas donde se ejecuten tareas con:	
1.º Bajas exigencias visuales	100
2.º Exigencias visuales moderadas	200
3.º Exigencias visuales altas	500
4.º Exigencias visuales muy altas	1.000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

- Momento de Llegada + Descanso
- Momento de Recreación
- Momento de Introspección + Descanso
- Momento de Activación + Salida

Iluminación de los lugares de trabajo.

Fuente: Real Decreto 486/1997. España. Disponible en <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1997-8669> [Accedido el 12.nov.2018]

Tipo de iluminación	Zonas de actividad	Valores recomendados E (lux)
Iluminación general en espacios de uso transitorio.	Áreas de paso.	50
	Escaleras y espacios de estancias breves.	100
	Espacios sin uso continuado, accesos-espacios de entrada, espacios con tránsito de público.	200
Iluminación general en espacios de trabajo.	Despacho con puesto de trabajo orientado a la luz diurna.	300
	Sala de reuniones/conferencia, espacios de venta.	300
	Área oficina, ordenadores.	500
	Oficinas de gran extensión, de dibujo y construcción.	750
	Tareas visuales con gran dificultad, montaje detallado, comprobación de color.	1000
Iluminación adicional para tareas visuales muy difíciles.		2000

Recomendación de iluminancias según CIE

Fuente: Manual - Cómo planificar con luz. ERCO, p 110. Disponible en <https://www.erco.com/download/content/30-media/2-handbook/erco-handbook-of-lighting-design-es.pdf> [Accedido el 12.nov.2018]

I. <i>Locales comunes a todas las categorías.</i>	Lux
Vestíbulos, corredores, salidas, ascensores.....	50
Escaleras.....	100
Vestuarios, retretes, lavabos.....	50
II. <i>Oficinas y despachos.</i>	
Teneduría de libros, dactilografía, contabilidad, máquinas de calcular, fichas y Mostradores de cajeros.....	300
Oficinas privadas y trabajos generales de oficina diferentes a los anteriores....	200
Salas de dibujo: mesas.....	500
Salas de dibujo: iluminación general.....	150
Oficinas de información, salas de recepción, salas de espera.....	150
III. <i>Almacenes.</i>	
Iluminación general.....	300
Sobre los mostradores.....	500
Reservas de mercancías.....	100
IV. <i>Locales industriales.</i>	
Calefacciones: iluminación general.....	100
Instrumentos de medida y control (sobre el plano de lectura).....	300
Corredores, escaleras, pasajes diversos. Oficinas de dibujo industrial: iluminación general.....	100
Ídem sobre las mesas de trabajo.....	700
Almacén.....	50
Embalado: objetos pequeños.....	100
Embalado: objetos grandes.....	100
	100

V. Industrial de los transportes.	
Estaciones:	
Salas de espera.....	
Despachos de billetes: iluminación general.....	100
Ídem sobre los cajeros, distribuidores y ventanillas.....	100
Salas de equipajes.....	300
Mueles de viajeros.....	100
Depósitos de máquinas.....	70
Garajes de automóviles:	50
Trabajos generales de entretenimiento.....	
Reparaciones.....	100
Estaciones de servicio:	200
Corredores y accesos.....	
Puestos de surtidores.....	150
Lavados y reparaciones.....	200
Hangares de aviación:	200
Iluminación en general.....	
Entretenimiento y reparaciones.....	200
Muelles marítimos:	300
Viajeros.....	
Mercancías.....	70
	50
VI Espacios abiertos.	
Obras (construcción navales, ingeniería civil):	
Iluminación general.....	
Iluminación sobre el trabajo.....	50
Corredores de fábricas:	100
Entradas.....	
Lugares de paso.....	20
	20

- Momento de Llegada + Descanso
- Momento de Recreación
- Momento de Introspección + Descanso
- Momento de Activación + Salida

Valores de iluminación mínima según la Asociación francesa de luminotécnicos.

Fuente: Anexo a las Recomendaciones de la Asociación Francesa de Luminotécnicos (publicación INS número 276, 6ª edición, Diciembre 1963) Disponible en <http://www.sites.upiicsa.ipn.mx/polilibros/terminados/ASPI/POLILIBRO/1%20DOCUMENTOS/P8%20CONDICIONES%20AMBIENTALES/Tabla%205%20P8.pdf> [Accedido el 12.nov.2018]

Iluminancias Recomendaciones

Tipo de espacio/Actividad	Iluminancias medias recomendadas E (lux)	Tipo de lámpara
Oficina	300	I,TC
Oficina de grupos	500	I
Oficina de grandes espacios	750	I, TC
Oficina de dibujos técnicos	750	I, TC
Informática	500	I, IC
CAD	200/500	A, QT,I,TC
Control monitores	200	IC
Corredor/pasillo	50	TC
Escalera	100	I, TC
Cantina/comedor	200	A, QT,QT-IV,TC
Espacios sanitarios	100	I, TC
Espacio de venta	300	QT, QT-LV, I, TC, HSI, HSE, HIT
Grandes almacenes	300	QT, QT-LV, I, TC, HSI, HSE, HIT
Puesto de trabajo en caja	500	I, TC
Supermercado	500	I, HIT
Sala de recepción	200	A, QT, QT-IV, TC
Restaurante	200	A, PAR, R, QT, QT-IV, TC
Café, Bistrot	200	A, PAR, R, QT, QT-IV, TC
Autoservicio/Fast food	300	I, TC
Cocina colectiva	500	I
Museo, galerías	200	A, PAR, R, QT, QT-LV, I, TC
Salas de exposición	300	PAR, R, QT, QT-LV, I, TC, HSI, HSE, HIT
Nave feria	300	I, HME, HIT
Biblioteca, técn. didáctica	300	I, TC
Sala lectura	500	I, TC
Pabellón deportes competición	400	I, HME, HIE, HIT
Pabellón deportes entrenamiento	200	I, HME, HIE, HIT
Laboratorio	500	I
Salón belleza/estética	750	QT, QT-LV, I, IC
peluquería	500	I, TC
Hospital, sala camas	100	I, TC
- Iluminación general		
- Iluminación lectura	200	A, QT-IV, I, TC
- Iluminación examen médico	300	QT, I, TC
Hospital, examen clínico	500	I
Recepción, foyer	100	QT, I, TC
Sala circulación pública	200	QT, I, TC
Sala de enseñanza	300/500	I, TC
Gran sala de enseñanza	750	I, TC
Sala técnica	500	I, TC
Sala dibujo/pintura	500	I, TC
Laboratorio, escuela	500	I, TC
Auditorio	500	QT, I, IC
Sala multiuso	300	QT, I, IC
Sala fiestas, teatro	300	A, PAR, R, QT
Tarima concierto	750	PAR, R, QT
Sala conferencias	300	A, QT, TC
Iglesia	200	A, PAR, R, QT

Iluminación media recomendada E para cometidos típicos de la iluminación de interiores. Las recomendaciones apuntan hacia las tareas visuales específicas de un espacio o al nivel luminoso ajustado a una zona espacial, no considerando en cambio los componentes de iluminación de situaciones especí-

ficas y arquitectónicas. Las indicaciones para iluminancias horizontales medias se orientan por normativas nacionales e internacionales. A través de la indicación de los tipos de lámpara se pueden conseguir calidades de luz, que se adaptan a las diferentes tareas visuales dentro de un marco económico.

- Momento de Llegada + Descanso
- Momento de Recreación
- Momento de Introspección + Descanso
- Momento de Activación + Salida

Recomendación de iluminancias

Fuente: Manual - Cómo planificar con luz. ERCO, p 270. Disponible en <https://www.erco.com/download/content/30-media/2-handbook/erco-handbook-of-lighting-design-es.pdf> [Accedido el 12.nov.2018]

Tabla N° 11.24
Iluminancias Mínimas para locales Comerciales e Industriales

Tipo de Local	Iluminancia [Lux]
Auditorios	300
Bancos	500
Bodegas	150
Bibliotecas públicas	400
Casinos, Restoranes, Cocina	300
Comedores	150
Fábricas en general	300
Imprentas	500
Laboratorios	500
Laboratorios de instrumentación	700
Naves de máquinas herramientas	300
Oficinas en general	400
Pasillos	50
Salas de trabajo con iluminación suplementaria en cada punto	150
Salas de dibujo profesional	500
Salas de tableros eléctricos	300
Subestaciones	300
Salas de venta	300
Talleres de servicio, reparaciones	200
Vestuarios industriales	100

Tabla N° 11.25
Iluminancias Mínimas para Locales Educativos y Asistenciales

Tipo de Recinto	Iluminancia [Lux]
Atención administrativa	300
Bibliotecas	400
Cocinas	300
Gimnasios	200
Oficinas	400
Pasillos	100
Policlínicos	300
Salas de cirugía menor	500
Salas de cirugía mayor, quirófanos (*)	500
Salas de clases, párvulos	150
Salas de clases, educación básica	200
Salas de clases, educación media	250
Salas de clases, educación superior	300
Salas de Dibujo	600
Salas de Espera	150
Salas de Pacientes	100
Salas de Profesores	400

- Momento de Llegada + Descanso
- Momento de Recreación
- Momento de Introspección + Descanso
- Momento de Activación + Salida

Iluminancias mínimas

Fuente: NCh Eléctrica 4/2003, pp 86-87. Disponible en http://www.sec.cl/pls/portal/docs/PAGE/SECNORMATIVA/electricidad_norma4/norma4_completa.pdf [Accedido el 12.nov.2018]

Activity	Illumination (lux, lumen/m ²)
Public areas with dark surroundings	20 - 50
Simple orientation for short visits	50 - 100
Working areas where visual tasks are only occasionally performed	100 - 150
Warehouses, Homes, Theaters, Archives	150
Easy Office Work, Classes	250
Normal Office Work, PC Work, Study Library, Groceries, Show Rooms, Laboratories	500
Supermarkets, Mechanical Workshops, Office Landscapes	750
Normal Drawing Work, Detailed Mechanical Workshops, Operation Theatres	1,000
Detailed Drawing Work, Very Detailed Mechanical Works	1500 - 2000
Performance of visual tasks of low contrast and very small size for prolonged periods of time	2000 - 5000
Performance of very prolonged and exacting visual tasks	5000 - 10000
Performance of very special visual tasks of extremely low contrast and small size	10000 - 20000

Ambiente	Iluminância Min. (lux - lx)
Sala - Luz geral	50 - 100
Sala - Tarefas rápidas	150
Sala - Ler, estudar, costurar	300
Sala de Jantar	50 - 200
Dormitórios - Luz geral	50
Dormitórios - Cabeceira da cama	150
Cozinha	300 - 500
Banheiro - Luz geral	100
Banheiro - Luz do espelho	200
Hall / Circulação	150
Escadaria	100
Escritório - Mesa de trabalho	300 - 500
Garagem	50

- Momento de Llegada + Descanso
- Momento de Recreación
- Momento de Introspección + Descanso
- Momento de Activación + Salida

Recomendación de iluminancias para espacios de trabajo

Fuente: Recommended Light Levels (Illuminance) for Outdoor and Indoor Venues. National Optical Astronomy Observatory, p.3. Disponible en https://www.noao.edu/education/OLTKit/ACTIVITY_Documents/Safety/LightLevels_outdoor+indoor.pdf [Accedido el 12.nov.2018]

Iluminancias de Interiores

Fuente: NBR 5813, Asociación brasileña de normas técnicas. Disponible en <http://www.startecimport.com.br/blog/post/calculo-iluminancia-de-ambientes> [Accedido el 12.nov.2018]

Orientation and simple visual tasks. Visual performance is largely unimportant. These tasks are found in public spaces where reading and visual inspection are only occasionally performed. Higher levels are recommended for tasks where visual performance is occasionally important.

A	Public spaces	30 lx (3 fc)
B	Simple orientation for short visits	50 lx (5 fc)
C	Working spaces where simple visual tasks are performed	100 lx (10 fc)

Common visual tasks. Visual performance is important. These tasks are found in commercial, industrial and residential applications. Recommended illuminance levels differ because of the characteristics of the visual task being illuminated. Higher levels are recommended for visual tasks with critical elements of low contrast or small size.

D	Performance of visual tasks of high contrast and large size	300 lx (30 fc)
E	Performance of visual tasks of high contrast and small size, or visual tasks of low contrast and large size	500 lx (50 fc)
F	Performance of visual tasks of low contrast and small size	1000 lx (100 fc)

Special visual tasks. Visual performance is of critical importance. These tasks are very specialized, including those with very small or very low contrast critical elements. Recommended illuminance levels should be achieved with supplementary task lighting. Higher recommended levels are often achieved by moving the light source closer to the task.

G	Performance of visual tasks near threshold	3000 to 10,000 lx (300 to 1000 fc)
---	--	---------------------------------------

* Expected accuracy in illuminance calculations are given in Chapter 9, Lighting Calculations. To account for both uncertainty in photometric measurements and uncertainty in space reflections, measured illuminances should be with $\pm 10\%$ of the recommended value. It should be noted, however, that the final illuminance may deviate from these recommended values due to other lighting design criteria.

- Momento de Llegada + Descanso
- Momento de Recreación
- Momento de Introspección + Descanso
- Momento de Activación + Salida

Determination of Illuminance Categories

Fuente: IESNA. Lighting design guide. Disponible en <http://www.rsltg.com/images/IESNA-IllumGuide.pdf> [Accedido el 12.nov.2018]

ANEXO 3: Registro fotográfico para análisis de luminancias

El registro fotográfico se realizó los días 10 y 11 de enero de 2019. Para este se utilizó una cámara Nikon modelo D7000 (a) con un lente ojo de pez Nikon, modelo Nikkor 10.5mm 1:2.8 G ED (b), un fotoradiómetro Delta OHM, modelo HD2102.2 (c) y un medidor de luminancias marca Gossen, modelo MA-VO-SPOT 2 (d). Además se utilizó una batea solar (e) que permite relacionar la latitud del lugar que se busca simular -en este caso 24°S- con el ángulo en planta (azimut) y el ángulo de altura que tiene el sol en una hora y fecha del año específica, y el heliodón de montaje orbital (f) que permitió inclinar los modelos a escala con el fin de simular el asoleamiento para cada uno de ellos.

Se tomaron siete fotografías para cada uno de los momentos / maquetas evaluadas, con distintas exposiciones. Además se midieron los lux y cd/m² al interior de las maquetas al momento en que se tomaron las fotografías, con el fotoradiómetro y el medidor de luminancias respectivamente.

Luego se utilizó el software Luminance HDR para generar una imagen HDR a partir de dichas fotografías. Esta imagen se calibra en el software HDR Scope con los datos de iluminancia y de luminancia. Una vez calibrada, se procede a generar la imagen de color falso que permite visualizar las luminancias de cada uno de los espacios evaluados.

(a) Cámara



(b) Lente ojo de pez



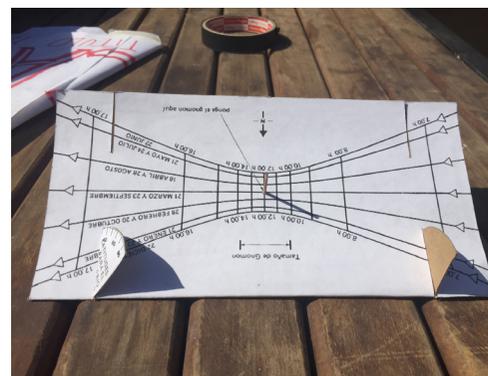
(c) Fotoradiómetro



(d) Medidor de luminancias



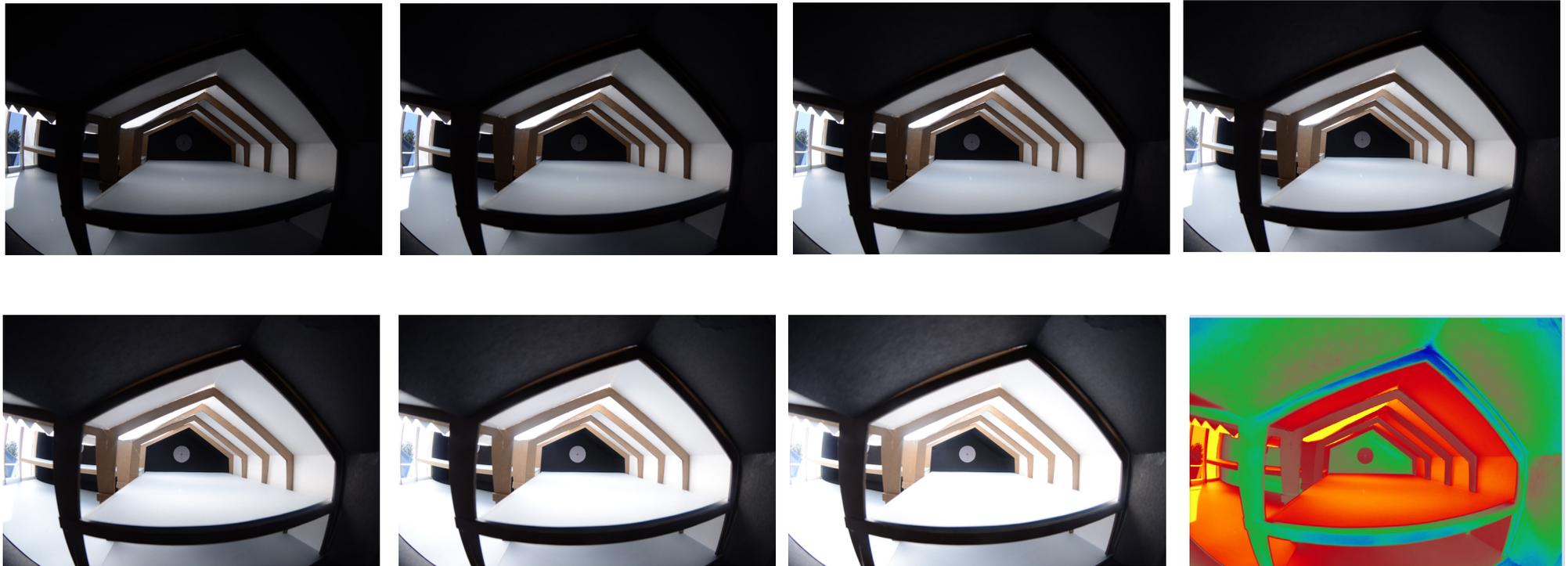
(e) Batea solar



(f) Heliodón



Instrumentos utilizados para registro fotográfico



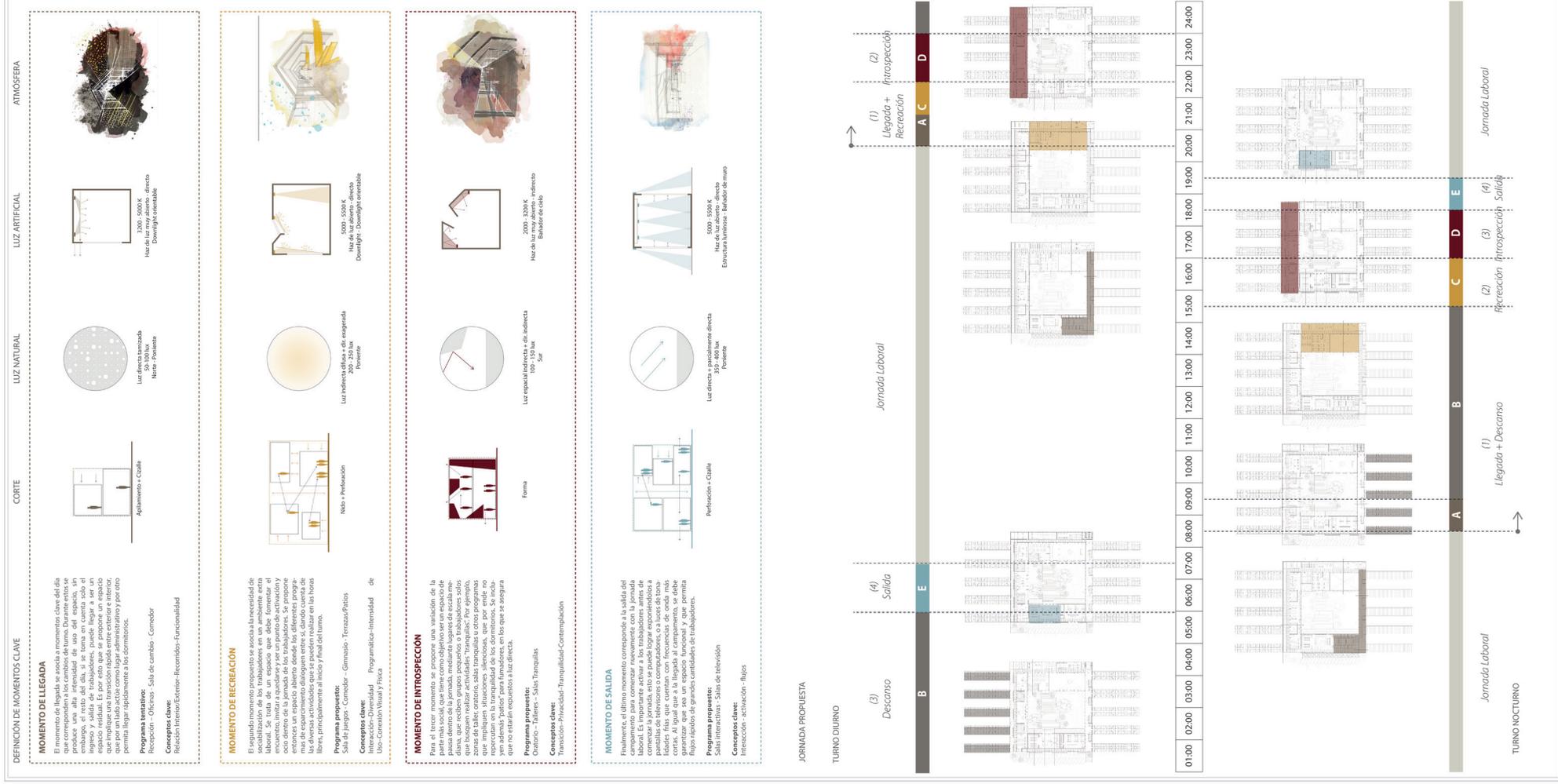
Ejemplo de fotografías con distintas exposiciones e imagen de color falso obtenida en HDRScope

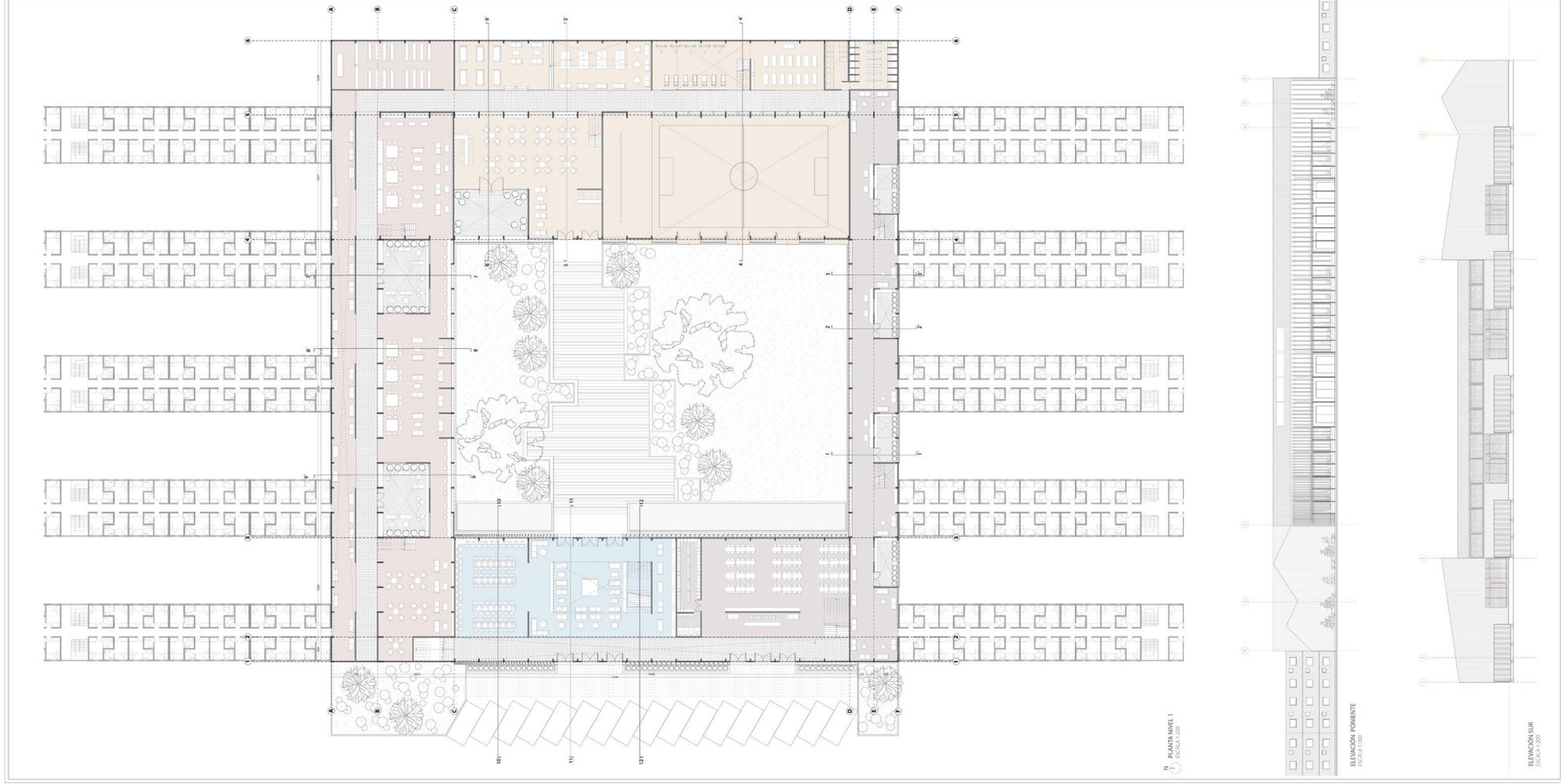
CAPITULO 9

LÁMINAS DEFENSA DE TÍTULO Y GRADO

Las siguientes láminas corresponden a las presentadas para el Examen de título y grado desarrollado el día 31 de enero de 2019 en el Campus Lo Contador de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

La comisión estuvo conformada por los profesores Rodrigo Tapia (presidente), Cristian Schmitt y Miguel Delso.

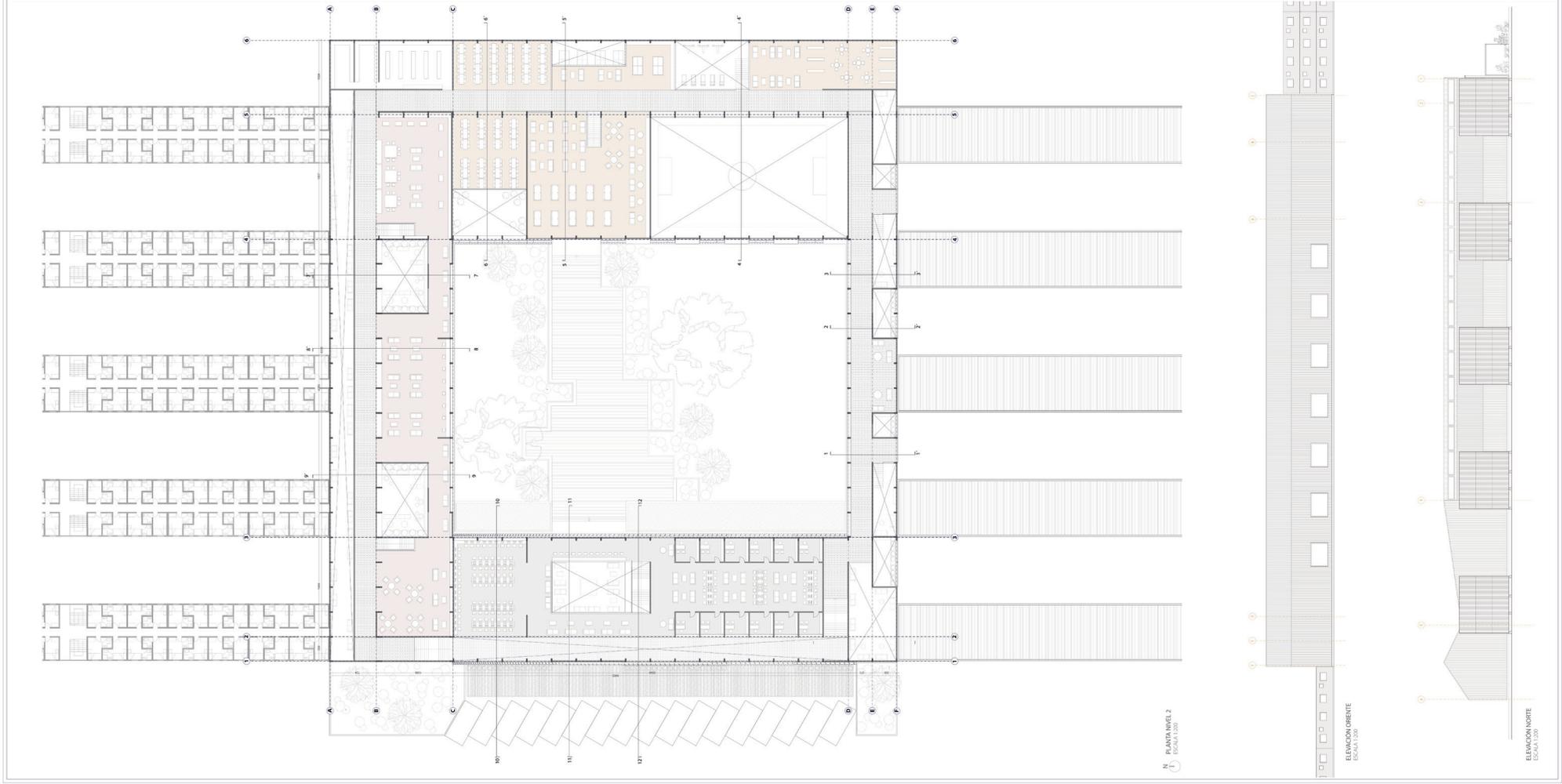


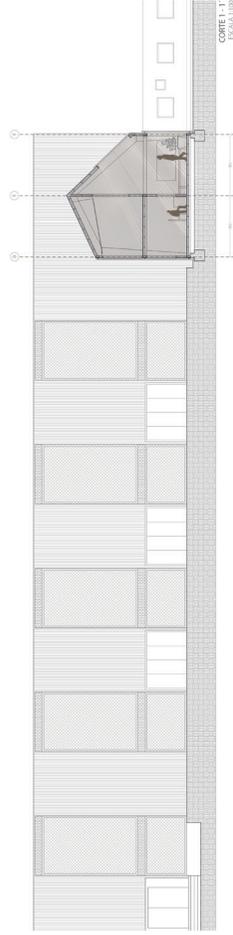


LO2
PLANIMETRIA

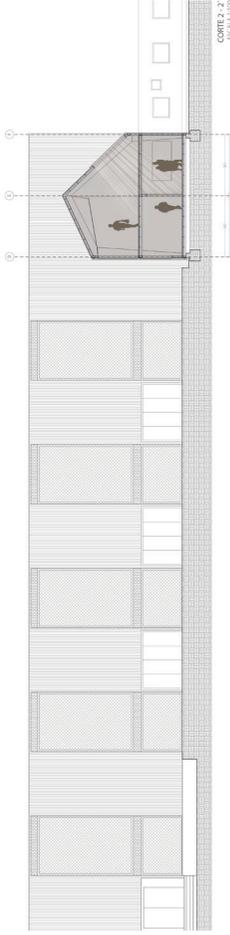
EXÁMEN DE TÍTULO
Profesores: Javier de Riba y Felipe Estrada
Ayudante: Christiane Echech

MARRANA ANDRADE SALAS
31 de enero de 2019

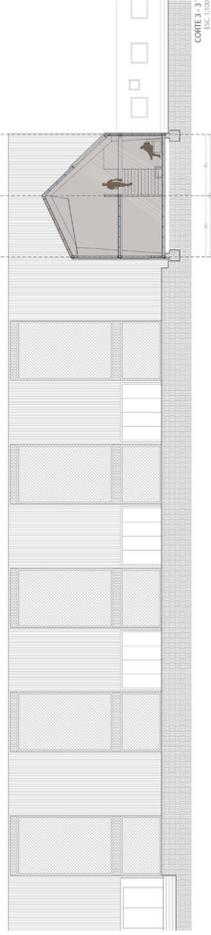




CORTE 1-1
Escala 1:500

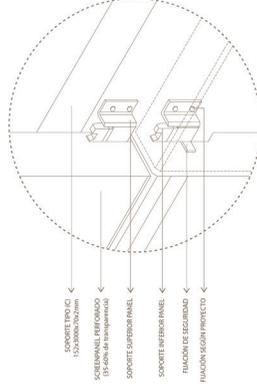
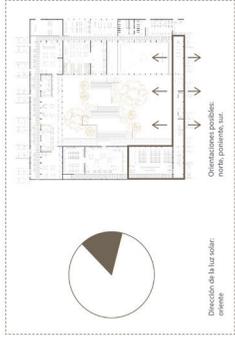


CORTE 2-2
Escala 1:500

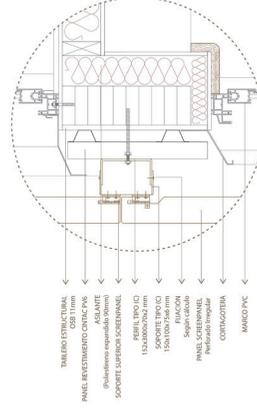


CORTE 3-3
Escala 1:500

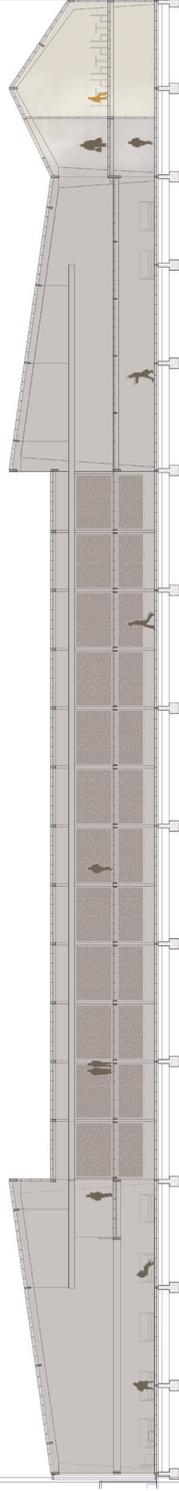
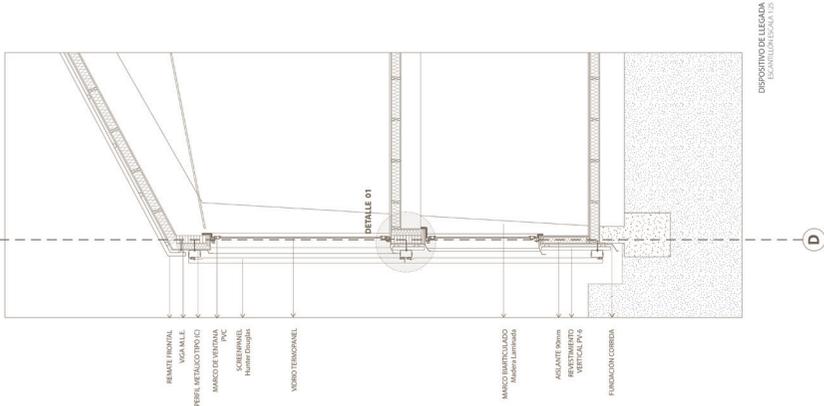
ANÁLISIS DE ORIENTACIÓN



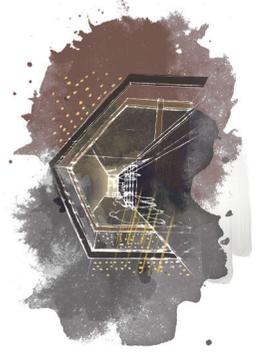
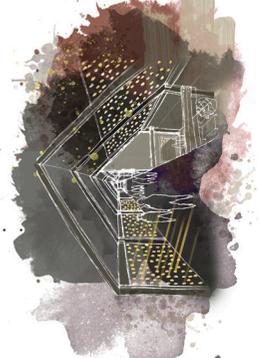
DETALLE AXONÓMETRICA
SCSERIPANEL REFORZADO
Escala 1:15



DETALLE DISPOSITIVO
Escala 1:15

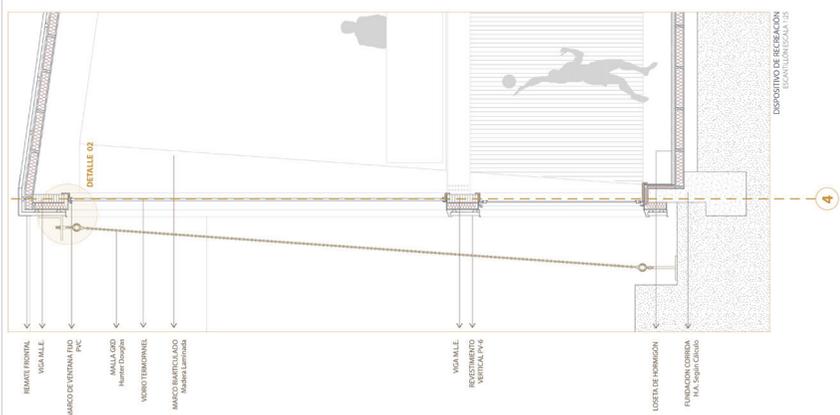


ELEVACIÓN INTERIOR
Escala 1:500



ATMÓSFERAS RECORRIDO DE LLEGADA





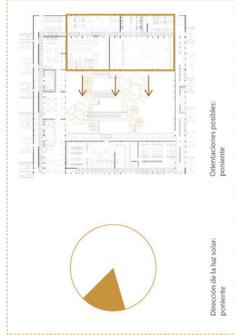
REMATE FRONTAL
 IGUALLE
 MARCO DE ENTANA TUDO PVC
 VISO THERMOPANEL
 MARCO DE ENTANA TUDO
 Material Laminado

IGUALLE
 REVESTIMIENTO
 VERTICAL PVC

LOSTA DE HORMIGÓN
 FUNDACIÓN CEMENTO
 N.A. Según Código

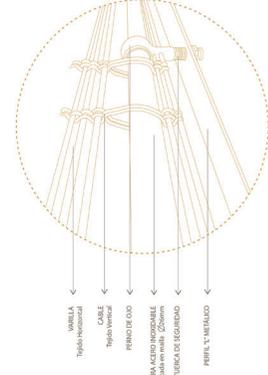
DISPOSITIVO DE RECUPERACIÓN
 ENANTILUCCIAN 125

ANÁLISIS DE ORIENTACIÓN



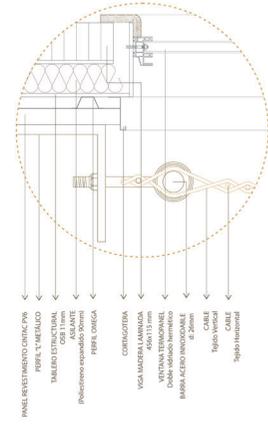
Distribución de la luz solar
 por zona

Orientaciones posibles:
 por zona



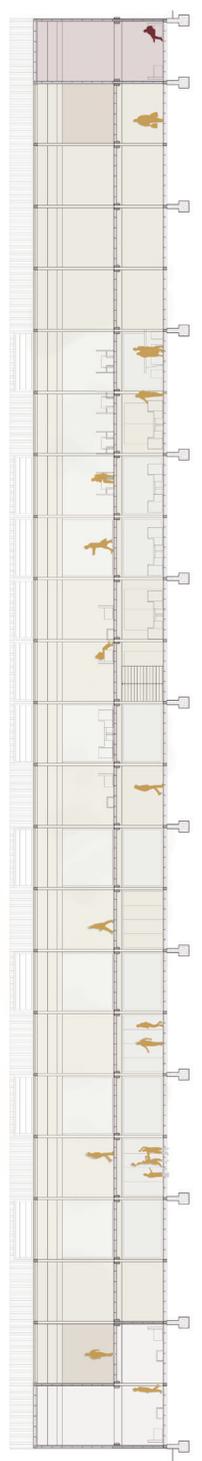
MALLA
 Tejido horizontal
 CABLE
 Tejido vertical
 PUNTO DE UNIÓN
 Material de unión
 TUBERÍA DE SEGURIDAD
 PIPER L² METALICO

DETALLE ANOMIMETRIA
 MALLADO

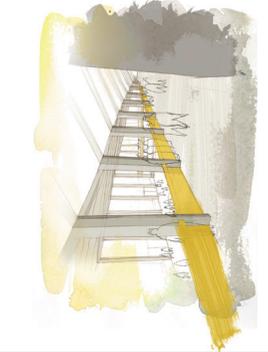


PANEL REVESTIMIENTO CEMENTO PVC
 PIPER L² METALICO
 TABLERO DE ESTRUCTURA
 OSB 18mm
 Poliestireno expandido 50mm
 PIPER E DRENAJE
 CORTESINA
 VIGA MADERA LAJADA
 VENTANA THERMOPANEL
 LODO THERMOPANEL
 MANTILLO INTRACAMARA
 e 20mm
 Tejido VERTICAL
 CABLE
 Tejido horizontal

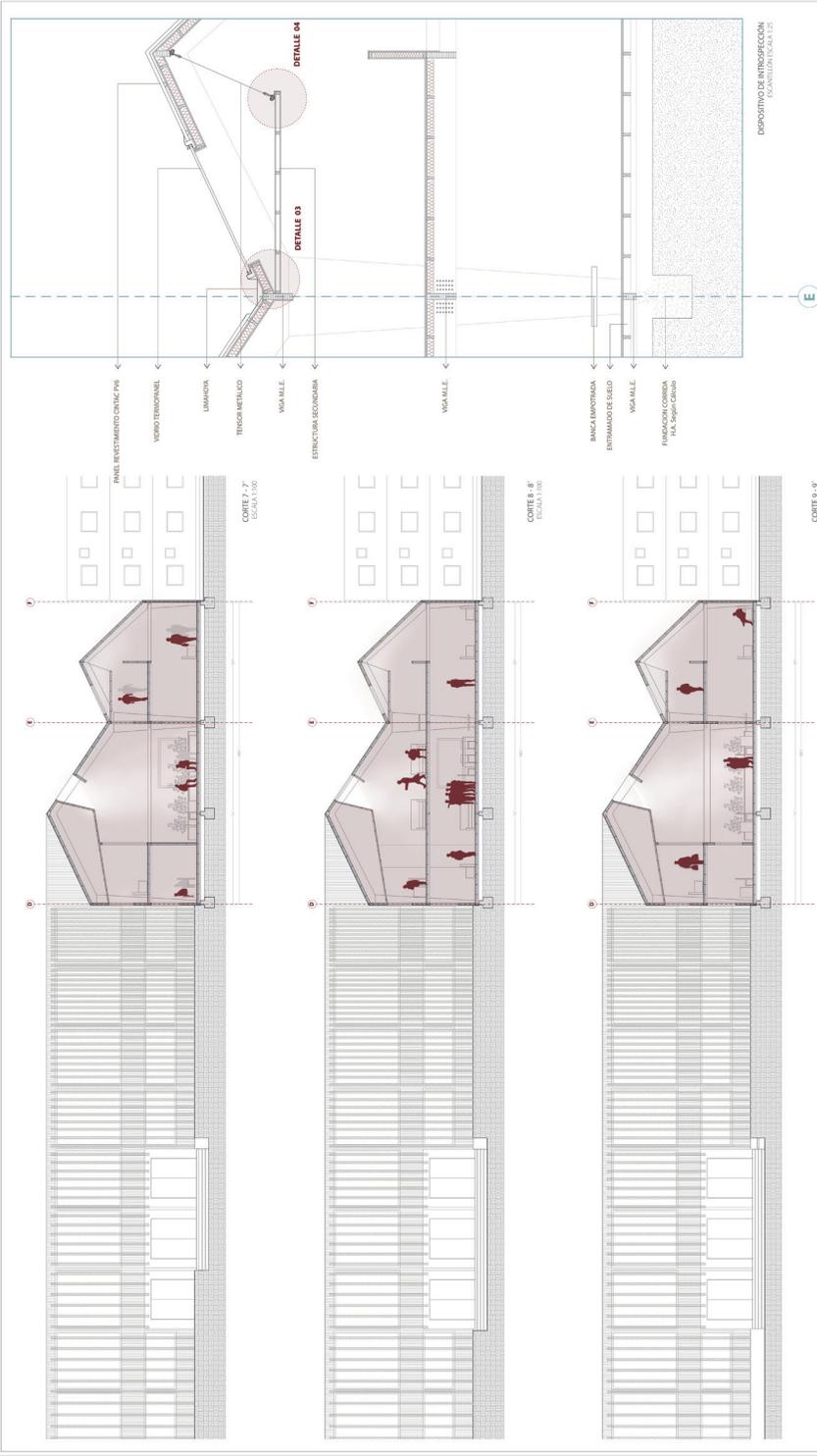
DETALLE DISPOSITIVO
 ESCALA 1:5



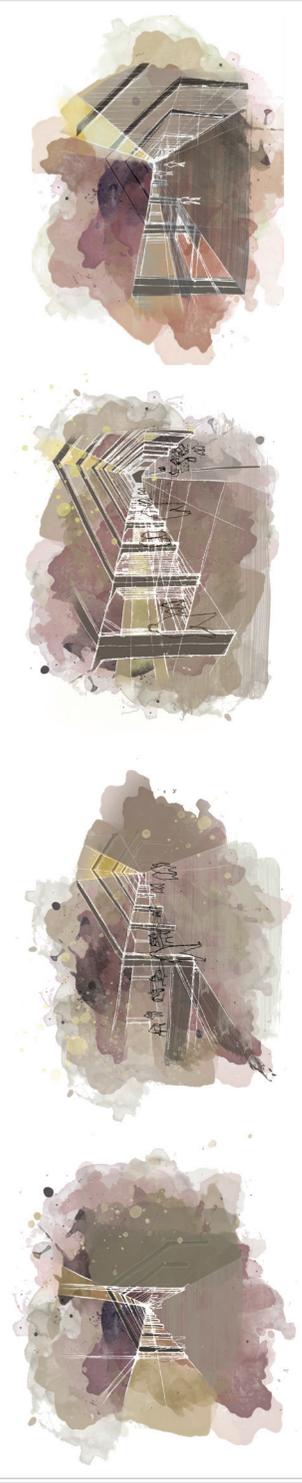
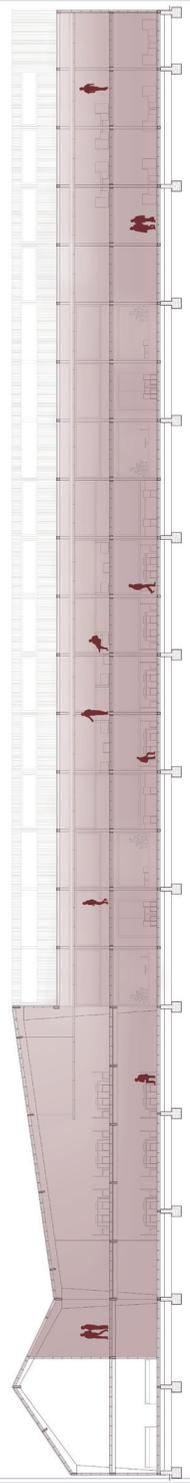
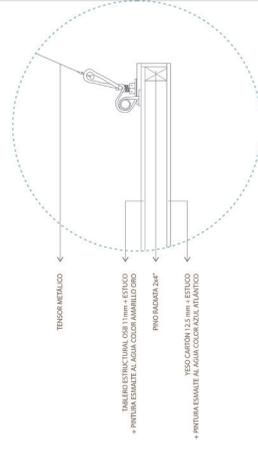
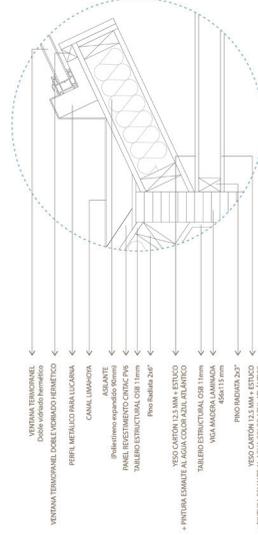
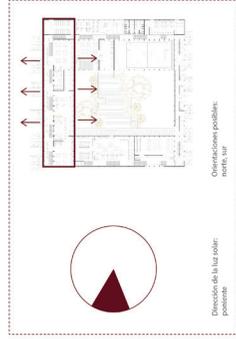
ELEVACION INTERIOR: RECORRIDO
 ESCALA 1:100



ATHOSFERAS RECORRIDO DE RECREACIÓN



ANÁLISIS DE ORIENTACION



ATMÓSFERAS RECORRIDO DE INTROSPECCIÓN



