

CERRO CALÁN

PARQUE NATURAL DE LA OBSERVACIÓN

Rehabilitación, Fundación y Contemplación



Equipo de trabajo:
Paula Livingstone Ureta
Javiera Jadue Zahri
Arquitectura del Paisaje
Lysette Mersey
Rehabilitación del Paisaje
Sumo
Museografía
Guillermo Blanc
Astronomía
Cuatro Vientos Consultores
Participación Ciudadana
Claudio de la Cerda
Proyecto de Riego

INDICE

1.	FUNDAMENTO	3
2.	CONTEXTO	4
3.	DIAGNOSTICO	5
3.1.	Diagnóstico 1: Isla desvinculada	5
3.1.1.	Diagnóstico 2: Degradación De Suelos	5
3.1.2.	Diagnóstico 3: Condicion De Mirador Natural	6
4.	ESTRATEGIAS GENERALES	7
4.1.	Estrategia 1: Paseo de Borde.....	7
4.2.	Estrategia 2: Control de Erosión y Mejoramiento de Suelos	9
4.2.1.	Mejoramiento de Suelos:	10
4.2.2.	Biodiversidad	11
4.2.2.1.	Fauna nativa.....	11
4.2.2.2.	Flora nativa.....	11
4.3.	Estrategia 3: Instrumentos de Observación de la Naturaleza	14
4.3.1.	El Sendero del Universo:	16
4.3.2.	El Sendero de la Vida:	17
4.3.3.	El Sendero del Cielo:	18
5.	PROGRAMAS Y USOS	20
6.	SISTEMA DE RIEGO, SISTEMA DE INFILTRACION Y REUTILIZACION DE AGUAS.....	21
7.	SISTEMA DE CONTROL DE INCENDIOS	23
8.	PROPUESTA DE ILUMINACION	23
9.	DEMARCACION Y SEÑALETICA	24
10.	ETAPAS DE IMPLEMENTACIÓN	25
11.	PROPUESTA DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA.....	26
12.	PROPUESTA DE GESTIÓN DEL PARQUE	28
13.	PROPUESTA DE FINANCIAMIENTO	29
14.	CONCLUSION	¡Error! Marcador no definido.
15.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	30

1. FUNDAMENTO

El Proyecto busca poner en valor el entorno natural del Cerro Calán, potenciar su condición de mirador e incorporar nuevas actividades y formas de observación de la naturaleza.

Se propone intervenir el cerro a modo de acupuntura; con intervenciones puntuales a partir de las pre-existencias. Se consolidan senderos, se regeneran los suelos y se construyen miradores e instrumentos. Todos ellos, para construir las fundaciones de un parque natural de la observación.

2. CONTEXTO



El Cerro Calán se ubica en las faldas de la Cordillera de los Andes. Se encuentra inserto en una comuna con alta cobertura vegetal y rodeado de variados ecosistemas silvestres tales como el río Mapocho, el cerro Apoquindo y cerro Alvarado, entre otros.

Se propone aprovechar esta condición de proximidad para reestablecer conexiones ecológicas a través de Corredores verdes y Parches de vegetación. El arbolado urbano y la incorporación de especies nativas de diferentes estratos y densidades, otorgarán cobijo y conexión a la fauna silvestre que habita en el área.

3. DIAGNOSTICO

A partir del estudio exhaustivo de la información y la comprensión del terreno, es posible comprender la gran cantidad de atributos y debilidades que presenta el Cerro Calán. A continuación se distinguen 3 aspectos que fueron fundamentales en las estrategias de diseño:



3.1. Diagnóstico 1: Isla desvinculada

El cerro se identifica como un hito geográfico caracterizado por sus cúpulas de observación astronómica. Posee una condición de Isla, desvinculada de su contexto mayoritariamente residencial. No se reconocen conexiones establecidas entre la ciudad, el cerro y su cima. Sólo posee un acceso de carácter privado perteneciente a la Universidad de Chile. Existen múltiples accesos informales en todo su borde; ciclistas y senderistas acceden por todas sus caras para disfrutar del deporte y las vistas panorámicas de la ciudad.



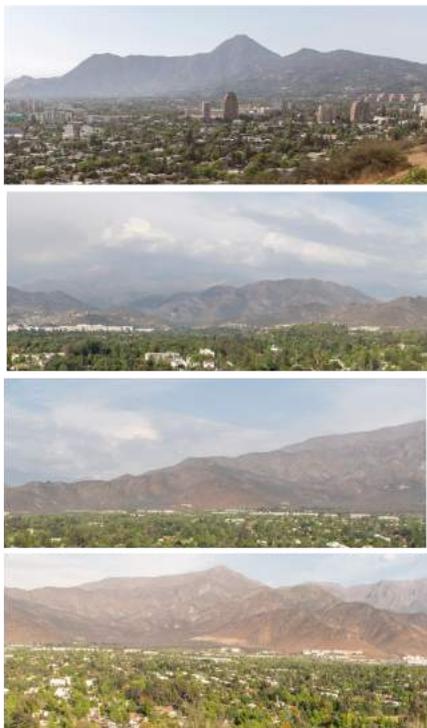
3.2. Diagnóstico 2: Degradación De Suelos

A partir del levantamiento de terreno (fotos aereas y visitas) es posible constatar la gran cantidad de suelos degradados presentes en el cerro. Estos han sido producidos por diversos agentes de erosión tales como los usos inadecuados (multiplicidad de huellas de bicicleta, senderistas, pastoreo), la multiplicidad de accesos, la remoción de suelos y la prolongada escasez hídrica.



Debido al uso espontáneo del cerro y a la libertad de recorridos posibles, el cerro hoy presenta una enorme cantidad de huellas (14.500 metros lineales aprox.), áreas a suelo desnudo y apisonado (85.600 m² aprox.) donde la vegetación es incapaz de prosperar a pesar de las lluvias debido la baja materia orgánica que poseen.





3.3. Diagnóstico 3: Condición De Mirador Natural

El cerro presenta una panorámica excepcional hacia la ciudad de Santiago, los cerros isla y la Cordillera de los Andes. Gracias a su escala, es posible disfrutar de una perspectiva en 360° de la ciudad a lo largo del paseo de cintura (2 kms.). Se obtienen perspectivas muy diferentes tanto de la ciudad como de la geografía del valle. Así como se aprecia la majestuosidad del cerro Provincia hacia el oriente, también se disfruta de la extensión del valle, los cerros isla y la cordillera de la costa hacia el poniente.

4. ESTRATEGIAS GENERALES

4.1. Estrategia 1: Paseo de Borde



Se propone conectar el cerro Calán como área verde natural a escala metropolitana, comunal y barrial. La escala metropolitana se relaciona con garantizar una buena accesibilidad a través de los diferentes medios de transporte. Se propone mejorar aquellas vías que conectan los cuatro accesos propuestos con el metro y las estaciones de autobus, a través de arborización, veredas amplias, pasos peatonales y accesibilidad universal. Se incorporan nuevos grupos de estacionamiento a lo largo del perímetro del cerro para los visitantes que acceden en automóvil.

A escala Comunal, se propone un paseo perimetral público que rodea el cerro y se vincula con la ruta verde propuesta por el municipio la cual conecta los grandes parques de la comuna. De este modo, el Cerro pasa a ser parte de un sistema de “parches” y pierde esta condición de “isla”. El paseo de borde busca conectar la ciudad con las faldas del cerro de una manera fluida, variando su espesor y su altura de acuerdo a la topografía y a los programas circundantes. Se proponen 3 plazas de accesos al cerro (ladera sur, nororiente y poniente) además del acceso existente hacia la Universidad. La plaza ubicada hacia el sur corresponde al acceso principal al cerro, pues se ubica cercana al metro, se conecta con ciclovías y avenidas importantes. La plaza de acceso se complementa con información del parque, baños, y comercio. El acceso existente hacia la Universidad se mantiene como acceso secundario y como accesos para personas con movilidad reducida, pues se conecta fácilmente con el camino de cintura.

A escala barrial se propone una serie de plazas a lo largo del paseo de borde propuesto. Estas se ubican en los cabezales de calles y buscan generar espacios de encuentro y recreación en las faldas del cerro. Se proyectan juegos de niños asociados a la astronomía, topografía y al cerramiento del parque.

Cada una de estas plazas llevará el nombre de los sitios donde se encuentran instalados los grandes observatorios del norte de Chile: Pachón, Tololo, La Silla, Las Campanas, Paranal y Chajnantor. En cada plaza-observatorio se instalará un modelo de bronce de el o los telescopios icónicos de cada observatorio. Por ejemplo en la plaza Tololo se instalará un modelo del famoso telescopio de 4 metros del Observatorio Inter-Americano Cerro Tololo mientras que en la plaza Chajnantor se instalará un modelo de una antena del telescopio ALMA. Estos modelos podrán ser manipulados y se moverán en dos ejes, permitiendo que los visitantes puedan moverlos y apuntarlos tanto para poder apreciarlos como para jugar con ellos. Así mismo, estos modelos incluirán información sobre las capacidades de observación de estos telescopios y los descubrimientos que han producido.

Se buscará que los mismos observatorios internacionales instalados en cada uno de estos sitios (ESO, ALMA, Carnegie, NOIRLab y otros) apadrinen las plazas, colaboren en el desarrollo de estos modelos (tanto a nivel de información como de recursos) y mediante un convenio de colaboración con la Municipalidad de Las Condes lleven a cabo actividades de educación y difusión astronómica en estas plazas de forma regular.

4.2. Estrategia 2: Control de Erosión y Mejoramiento de Suelos



Cabe destacar que en este proyecto se desarrolla una propuesta de **Rehabilitación** ecológica y no de **Restauración**, dado que esta última tiene un objetivo tan ambicioso que no siempre se puede conseguir. Dado a que no es posible definir claramente el ecosistema de referencia original), la degradación alcanzada no permite recuperar las condiciones iniciales, por lo tanto la restauración no es viable desde un punto de vista técnico/económico. Por esta razón, se recurre al concepto de rehabilitación ambiental el cual se fundamenta en el conocimiento de los principios y las causas de degradación de los sistemas naturales para el desarrollo de proyectos que recuperación de los espacios alterados y/o degradados. De esta forma conseguir un ecosistema simplificado cuya vocación puede ser su mantenimiento con usos compatibles con la propia acción restauradora (recreativos, observación de fauna, etc).

Durante la visita realizada a la zona de proyecto, se pudieron observar especies nativas e introducidas que presentan alta adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas imperantes. Sin embargo, la característica más importante a recalcar, es la alta adaptabilidad que presentan al estrés hídrico, importante en estos últimos años dadas las prolongadas temporadas de sequía a lo largo del país.

Entre las especies observadas durante la visita a terreno, destacan entre otras:

- Árboles: Acacia caven y Quillaja saponaria (nativos)
- Arbusto: Baccharis linearis (nativo)
- Herbácea: Eschscholzia californica (introducido)

Debido al nivel de degradación existente en el cerro Calán, es fundamental comenzar la rehabilitación en aspectos del **suelo y la biodiversidad**.

4.2.1. Mejoramiento de Suelos:

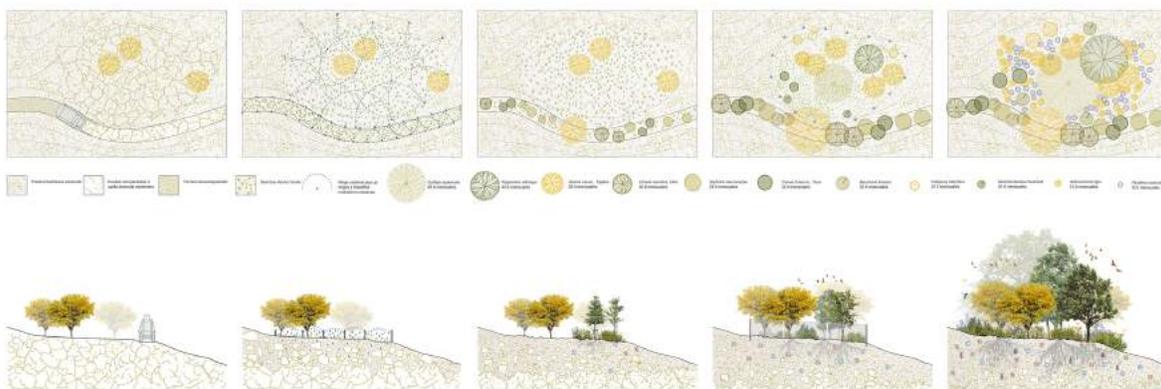
Para no realizar nuevos senderos, la propuesta reutiliza algunos de los ya existentes para ser utilizados por los peatones y ciclistas. Los restantes, serán rehabilitados.

Las labores en su conjunto, forman parte de las estrategias de rehabilitación y control de la erosión del suelo y se detallan a continuación

Las labores en su conjunto, forman parte de las estrategias de rehabilitación y control de la erosión del suelo y se detallan a continuación:

- a. Descompactación horizontal de terreno con motocultor los primeros 30 cm del suelo. Se recomienda incorporar materia orgánica y realizar la faena con el suelo previamente humedecido.
- b. Se instala sistema de riego y se siembra de abono verde (otoño): mix de semillas leguminosas, crucíferas y gramíneas utilizadas en agroecología para mejorar las propiedades del suelo.
- c. Incorporación de abono verde en la tierra y se plantan las especies nodrizas inoculadas con microorganismos nativos y establecidas en ahoyaduras enriquecidas con compost y vermicompost).
- d. Una vez establecidas las especies nodrizas, se plantan los “nodos de biodiversidad” y se protegen con malla anticonejo. Se plantan especies de diferentes estratos. Las especies herbáceas, serán plantadas en un periodo posterior a los árboles y arbustos, ya que estos, gracias al efecto protector de su canopia, protegerán a las herbáceas de los efectos del viento y altas temperaturas.
- e. Por último, se incorporan diferentes especies herbáceas que atraen animales e insectos. De este modo se aumenta la floración y la biodiversidad en el cerro.

Previo a realizar estas labores, se recomienda muestrear y analizar los suelos, para luego evaluar en el tiempo los efectos que estos manejos provocan. Se espera que las labores recomendadas, generen mejoras en las características químicas, físicas y biológicas de estos suelos.



4.2.2. Biodiversidad

La degradación de los ecosistemas del Cerro Calán, puede observarse a todo nivel, ya que tanto la cantidad como la variedad de especies de flora y fauna se ven afectadas por la fuerte presión antrópica que por años ha provocado fuertes daños en la biodiversidad.

Es por esta razón, que se proponen diversas estrategias, para reintegrar a las especies que antiguamente habitaban el lugar y enriquecer con especies que se adaptan a las condiciones agroclimáticas existentes, que probablemente no son las que existían en el sitio hace 100 o 200 años atrás.

4.2.2.1. Fauna nativa

Para rehabilitar en el tiempo, el hábitat y la existencia de fauna nativa de la zona, se proponen las siguientes estrategias:

- Instalación de casas anidaderas, miradores y perchas para aves rapaces: lo que permitirá reducir el impacto que actualmente provocan los lagomorfos que hoy se encuentran en alta densidad en el cerro.
- Instalación de casas de bichos: generan hábitat para insectos, mientras se establecen las especies vegetales que se instalaran durante la ejecución del proyecto.
- Instalación de pircas para reptiles: generan hábitat para especies de lagartijas, lagartos y culebras chilenas, que son muy importantes en control biológico de plagas.
- Microorganismos: este ítem es de suma importancia, para aumentar la biodiversidad a todo nivel. Es por ello que en el punto 1.1 se destaca que las especies vegetales serán inoculadas con especies microscópicas principalmente nativas, como micorrizas y bacterias fijadoras de nitrógeno.

4.2.2.2. Flora nativa

Para rehabilitar en el tiempo, el hábitat y la existencia de flora nativa de la zona, se proponen las siguientes estrategias:

- Especies vegetales nodrizas: Se establecerán, en las zonas de suelos compactados y erosionados especies vegetales nodrizas para rehabilitar el recurso suelo y eliminar el tránsito de personas. Las especies nodrizas tienen como objetivo principal facilitar la existencia de otras especies vegetales, ya que mejoran el ambiente en el que se desarrollan, generando sombra, mayor humedad en el suelo y/o materia orgánica. En este contexto, especies como *Baccharis linearis*, *Litreaea caustica*, *Muehlenbeckia hastulata* y *Trevoa trinervis* fueron seleccionadas como especies nodrizas, además de otras especies que sumado a lo anterior, fijan nitrógeno atmosférico, gracias a bacterias simbiotes que se desarrollan en sus raíces. Estas especies pertenecen a la familia de las Fabáceas y corresponden a *Acacia caven*, *Prosopis chilensis*, *Senna candolleana* y *Sophora macrocarpa*.

- Nodos de biodiversidad: para aumentar biodiversidad, además de rehabilitar los suelos degradados de los múltiples senderos, se propone generar nodos de biodiversidad (Plano). En estos, se distribuyen las especies vegetales en base a su asociación natural, según literatura consultada y observaciones realizadas en sectores similares al Cerro Calan en la Región Metropolitana. Estos nodos, no tan solo aumentaran diversidad de especies vegetales, sino que también generarán un aumento en la fauna silvestre (mamíferos, aves, reptiles e insectos) y microorganismos benéficos del suelo.

- Adquisición de plantas: con respecto a la viverización de las especies vegetales, será prioritario utilizar individuos que hayan sido propagados desde semilla (idealmente colectadas en sectores aledaños) y viverizados en condiciones agroclimáticas similares a las del Cerro Calan.

Gran parte de estas especies podrán ser solicitadas como donación a la Corporación Nacional Forestal CONAF a través de un convenio de trabajo, reduciendo así los altos costos que este tipo de proyecto generan.

- Plantación y establecimiento: con respecto al establecimiento de especies, se sugiere no plantar hasta que el sistema de riego se encuentre operativo y que las obras civiles del proyecto hayan finalizado.

Para la plantación, se recomienda temporada otoño invierno, debido a que las altas temperaturas y deshidratación de primavera verano, exponen a un innecesario estrés a las especies vegetales.

En el primer año de plantación, se considera establecer las especies nodrizas, ya que ellas iniciarán rápidamente un cambio positivo en el ecosistema. Al tercer año, se recomienda la plantación de los nodos, ya que de esta manera, ellos se encontrarán más protegidos por las especies nodrizas, que ya estarán generando el beneficio ecosistémico en los suelos y biodiversidad circundante.

A continuación se detalla un listado de las especies vegetales propuestas para este proyecto:

Nombre científico	Nombre comun	Estrata
<i>Acacia caven</i>	Espino	Arbol
<i>Alonsoa meridionalis</i>	Ajicillo	Arbusto
<i>Alstroemeria ligtu</i>	Lirio del campo	Herbacea
<i>Baccharis linearis</i>	Romerillo	Arbusto
<i>Colliguay odorifera</i>	Colliguay	Arbusto
<i>Cryptocaria alba</i>	Peumo	Arbol
<i>Ecchremocarpus scaber</i>	Chupa Chupa	Trepadora
<i>Francoa appendiculata</i>	Vara de marmol	Herbacea
<i>Geum magellanicum</i>	Geum	Herbacea
<i>Glandularia laciniata</i>	Verbena chilena	Herbacea
<i>Kagenekia oblonga</i>	Bollen	Arbol
<i>Libertia chilensis</i>	Calle calle	Herbacea
<i>Litrea caustica</i>	Litre	Arbol
<i>Maytenus boaria</i>	Maiten	Arbol
<i>Muehlenbeckia hastulata</i>	Quilo	Arbusto
<i>Pasithea coerulea</i>	Azulillo	Herbacea
<i>Podantus mitique</i>	Mitique	Arbusto
<i>Puya berteroniana</i>	Chagual	Bromeliacea
<i>Quillaja saponaria</i>	Quillay	Arbol
<i>Schinus polygamus</i>	Huingan	Arbol
<i>Sisyrinchium striatum</i>	Huilmo	Herbacea
<i>Solanum ligustrinum</i>	Natre	Arbusto
<i>Stipa Caudata</i>	Stipa	Graminea
<i>Trevoa trinervis</i>	Tevo	Arbusto

4.3. Estrategia 3: Instrumentos de Observación de la Naturaleza

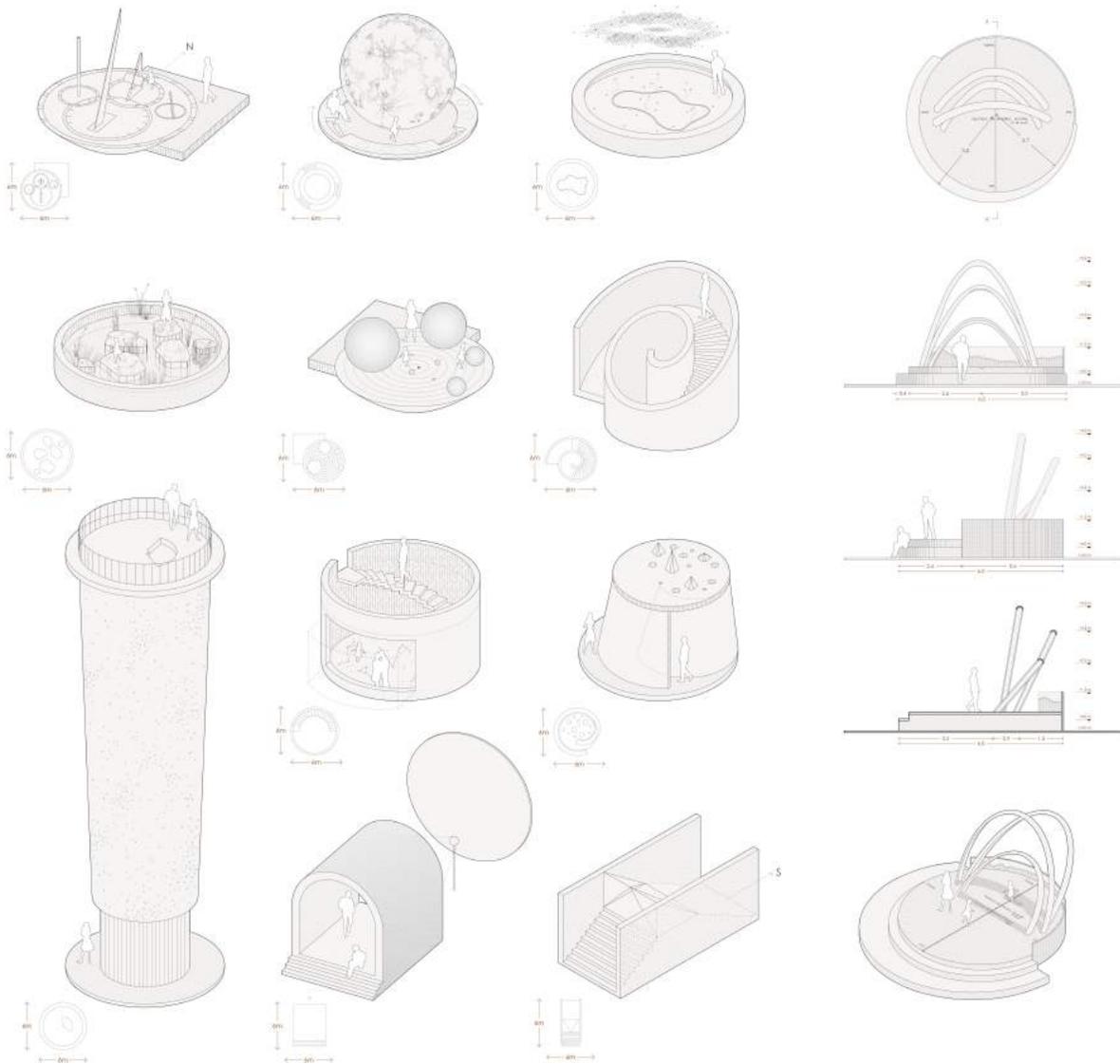


Con el fin de complementar la condición natural de mirador que posee el cerro y poner en valor la tradición histórica de observación y aprendizaje, se propone la incorporación de 12 “Hitos” o “Artefactos” de observación de la naturaleza que funcionan como elementos multifuncionales incentivando la comprensión del cielo y las implicancias que tienen los astros en nuestras vidas.

En su recorrido por el parque el visitante podrá explorar tres senderos principales, los que estarán poblados por doce hitos astronómicos. Estos hitos resaltan la identidad astronómica del Cerro Calán, sede del Observatorio Astronómico Nacional, cuna de la astronomía moderna en Chile, y actualmente centro activo de investigación y difusión mediante el Departamento de Astronomía de la Universidad de Chile.

Al visitar estos tres senderos y sus hitos, los visitantes gozarán de una experiencia educativa, lúdica y artística, que los acercará al mundo de la astronomía. Esto incluye comprender las escalas y estructuras del Universo, los fenómenos por los cuales puede surgir y sostenerse la vida en el Universo, y cómo los seres humanos experimentamos el Universo a través de la observación del cielo.

Se propone que el diseño de los hitos sea comisionado a parejas de artistas (escultores, arquitectos, diseñadores) y astrónomos, quienes trabajen dentro de un marco estético y de materialidad uniforme. Los hitos combinarán aspectos lúdicos, educativos y artísticos, los que se enfatizarán en distintas medidas en cada hito, para generar una experiencia diversa y bien balanceada. A continuación, describimos estos tres senderos, sus hitos, y presentamos los conceptos astronómicos que dictarán su diseño.



4.3.1. El Sendero del Universo:

El recorrido astronómico del parque comienza por este sendero, cuyos hitos enfrentan al visitante con las principales estructuras y objetos astronómicos que conforman nuestro Universo. El recorrido sigue un orden decreciente de escalas (desde la cima hacia la base), desde lo más grande a lo más pequeño: partiendo por **el Universo** mismo; pasando por **las galaxias** (enormes conjuntos de estrellas y gas interestelar), **las estrellas** (que albergan sistemas planetarios como nuestro Sistema Solar) y terminando en lo más pequeño: **los planetas** como la Tierra. Este recorrido establece el contexto fundamental para el resto de los senderos e hitos del parque: un Universo que nace y evoluciona en el tiempo, en el cual se forman grandes estructuras y suceden una serie de fenómenos que eventualmente culminan en el surgimiento de la vida y del ser humano.

- **El Universo en Expansión:** este hito desarrolla el hecho de que nuestro Universo se originó en un “Big Bang” hace 13,700 millones de años, luego del cual el espacio y el tiempo se han ido expandiendo. Se resalta la idea de que el Universo cambia y evoluciona a lo largo de su historia, y de que está habitado en gran parte por componentes cuya naturaleza aún no somos capaces de comprender, como lo son la Materia Oscura y la Energía Oscura. En el descubrimiento de ésta última (por el cual se otorgó un Premio Nobel de Física en 2011), los astrónomos del Cerro Calán tuvieron una contribución fundamental a través del proyecto Calán-Tololo. Se propone relevar esta conexión.
- **Las Galaxias:** este hito explora la naturaleza de las galaxias, vastas aglomeraciones de estrellas, gas y materia oscura, y que son las estructuras fundamentales que observamos a lo largo del Universo. Se propone enfatizar el concepto de grandes escalas numéricas (nuestra galaxia, la Vía Láctea, posee alrededor de trecientos mil millones de estrellas) y la idea de que desde la Tierra observamos la Vía Láctea desde adentro, como una gran banda de luz en el cielo, mientras que observamos otras galaxias desde afuera como objetos extendidos en el cielo (e.g. las Nubes de Magallanes).
- **Las Estrellas:** las estrellas como nuestro Sol son las principales fuentes de energía del Universo. Se forman a partir de grandes nubes de gas interestelar, en cuyo interior se forman “grumos” por acción de la gravedad. En el centro de estos “grumos” la presión del gas es tan alta que se producen “fusiones nucleares”, las que liberan energía en forma de luz y forman la mayoría de los elementos químicos que conocemos. Las estrellas al final de su vida mueren de distintas formas, y devuelven al espacio gran parte del gas que las formó, el que será utilizado para formar nuevas generaciones de estrellas. Este hito busca reflejar este proceso de formación de las estrellas a partir de nubes de gas interestelar.
- **Los Planetas:** los planetas son cuerpos que se forman como remanentes o “escombros” del proceso de formación de una estrella, y que quedan orbitando alrededor de estas. Hoy conocemos miles de planetas más allá de nuestro Sistema Solar, los que orbitan sus propias estrellas, y algunos de ellos podrían potencialmente albergar vida al igual que la Tierra. Este hito desarrolla el concepto de escalas de tamaño en un sistema planetario, tomando como referencia nuestro propio Sistema Solar. Este hito cierra el Sendero del Universo, y prepara al visitante para recorrer la siguiente etapa de este recorrido astronómico: el surgimiento de la Vida en el Universo.

4.3.2. El Sendero de la Vida:

El surgimiento y la evolución de la vida en el Universo es quizá el fenómeno más asombroso que conocemos. Los elementos químicos formados en generaciones de antiguas estrellas, y hoy acumulados en pequeños planetas como la Tierra, participan en reacciones químicas que dan origen a las primeras moléculas capaces de replicarse a sí mismas, almacenando y transmitiendo información: los precursores del ADN. Los hitos de este sendero exploran el origen estelar de los elementos químicos que forman nuestro planeta y la vida, y el rol clave que tienen el agua líquida y la luz que los planetas reciben de sus estrellas (el Sol en nuestro caso) para sostener la vida. El sendero nos lleva por el recorrido de la vida en el Universo, una historia que culmina con el surgimiento de seres como nosotros que somos capaces de contemplar e intentar entender el Universo mismo a través de la observación del cielo (la temática del siguiente sendero).

- **Polvo de Estrellas:** la mayoría de los elementos que forman nuestro planeta y los seres que habitamos en él se formaron en el interior de antiguas estrellas. Este hito busca resaltar esta conexión cósmica entre la Tierra y el Universo. Aprovechamos la existencia de un hito geológico de gran importancia para la ciudad de Santiago: la Falla de San Ramón. Se propone crear un museo de sitio que muestre un corte vertical del cerro que a su vez evidencie los distintos estratos geológicos y la presencia de esta falla. El museo de sitio será diseñado de forma que el visitante descienda a la Tierra para observarla por dentro. En conjunto con la información relevante a la falla geológica, se propone desarrollar la idea de que los minerales que componen la Tierra y los elementos que componen a los seres que habitamos en ella, provienen de las estrellas.
- **La Luz y la Vida:** la luz de las estrellas es la principal fuente de energía en las superficies de los planetas habitables que las rodean. La vida en la Tierra depende directamente de la luz del Sol. En este hito se propone explorar la naturaleza de la luz, demostrando el “espectro” de luz del Sol, eso es, la descomposición de la luz blanca en sus distintos colores o frecuencias (el arcoíris), y su rol en proveer la energía necesaria para la vida. Se busca que el visitante comprenda que las plantas y los animales absorben luz de distintos colores (frecuencias) y la utilizamos como una fuente de energía.
- **El Agua y la Vida:** en este hito se busca evidenciar el rol del agua líquida para soportar la vida en la Tierra y el concepto de “zona habitable”: el rango de distancias a una estrella dentro del cual los planetas que la orbitan pueden tener agua líquida en su superficie. Este hito utiliza una fuente de agua habitada por abundante vegetación para generar un contraste entre el hito mismo y la aridez circundante en esta zona del cerro. El diseño de la fuente buscará resaltar el concepto de “habitabilidad” en los sistemas planetarios. Este hito cierra el Sendero de la Vida, dejando preparado el escenario para el siguiente sendero, en el que los seres vivos que hemos surgido en el Universo volvemos nuestros ojos al cielo para observarlo y entenderlo.

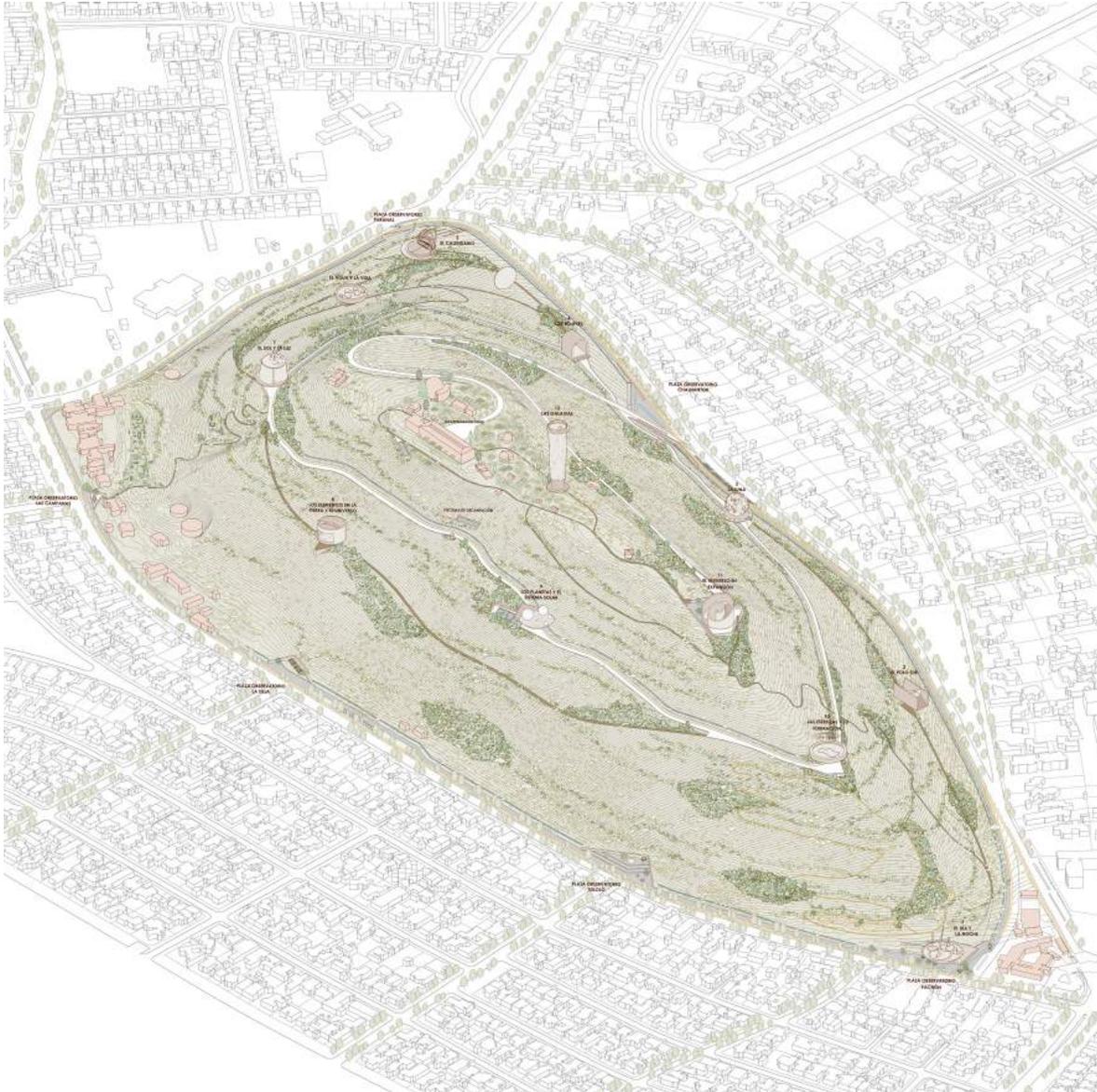
4.3.3. El Sendero del Cielo:

La observación del cielo es la actividad central de la astronomía. Los seres humanos hemos observado el cielo desde tiempos ancestrales. El cielo nos ha permitido especular sobre nuestros orígenes, a través del mito y la cosmovisión, y comprender la historia del Universo y las leyes de la física, a través de la ciencia moderna. Históricamente la observación del cielo también se ha usado con fines prácticos como medir el tiempo, llevar el calendario, planificar las siembras y las cosechas, y navegar los mares. Este sendero se enfoca en cómo el ser humano observa el cielo y el Universo a través de él. A lo largo de este recorrido encontramos cuatro hitos que desarrollan las principales formas en que los fenómenos astronómicos afectan nuestras vidas, desde los más comunes como los ciclos del día y la noche, las estaciones del año, y las fases de la Luna, hasta los más extraordinarios como los eclipses solares.

- **El Día y la Noche:** la rotación de la Tierra sobre su propio eje genera el ciclo astronómico más importante para el ser humano, que rige nuestro comportamiento y el de la mayoría de las especies en la superficie del planeta: el ciclo del día y la noche. Este hito busca evidenciar de forma directa para el observador el fenómeno de rotación de la Tierra. Esto se logrará demostrando el movimiento del Sol en la bóveda celeste por medio de una escultura/instrumento cuyas sombras actúen como un reloj solar. Se propone combinar múltiples diseños de relojes solares de forma que el visitante pueda identificar el patrón común tras el funcionamiento de todos ellos: el movimiento de las sombras causado por el movimiento aparente del Sol en el cielo.
- **El Calendario:** el eje de rotación de la Tierra está inclinado con respecto al plano en el cual la Tierra orbita al Sol. Esto causa que en cierto punto de su órbita el hemisferio Sur esté más iluminado que el hemisferio Norte, y que lo contrario ocurra en el punto opuesto de la órbita, seis meses después. Esto causa las estaciones del año, y el ser humano utiliza el calendario para saber en qué parte de su órbita alrededor del Sol se encuentra la Tierra. En el cielo observamos que el Sol sigue un camino distinto durante el día a medida que avanza el año. Hacia el mediodía el Sol se eleva a alturas más altas (o sea más hacia el Sur en el cielo) en el verano que en el invierno, cuando lo vemos elevarse hasta alturas más bajas (más hacia el Norte en el cielo). En este hito se propone utilizar una estructura que le permita al visitante observar de forma directa la posición del Sol en el cielo, ya sea a través de la observación directa o la proyección de sombras, y medir de esta forma la época del año de la misma forma en que lo hacían los astrónomos de la antigüedad.
- **La Luna:** nuestro único satélite natural es quizá el objeto astronómico más icónico en el cielo. Este hito busca permitir que los visitantes conozcan la Luna de cerca y puedan apreciar que su superficie está cubierta de cráteres, planicies y montañas. Se propone dar a conocer el origen de la Luna como el producto de una colisión entre la Tierra temprana y un gran proto-planeta durante las primeras épocas del Sistema Solar. También se buscará dar a comprender la causa detrás de las fases de la Luna.

- **Los Eclipses:** uno de los fenómenos astronómicos más impresionantes y que ha fascinado al ser humano desde tiempos inmemoriales son los eclipses solares. Distintas culturas a lo largo de la historia le han dado gran significancia e éstos fenómenos, y los astrónomos antiguos dedicaban grandes esfuerzos a registrar e intentar predecir estos fenómenos, en los que el día se veía interrumpido y una breve noche acontecía repentinamente. Hoy sabemos que los eclipses solares se deben a la alineación de la Luna y el Sol en puntos específicos de la órbita lunar, y a la gran coincidencia de que la razón entre los diámetros del Sol y la Luna es similar a la razón entre sus distancias a la Tierra. Esto último hace que ambos cuerpos parezcan tener tamaños similares en el cielo. Este hito busca evidenciar este fenómeno, ofreciendo un mirador desde el cual el visitante pueda ver, gracias a su perspectiva, como un disco pequeño y cercano (la Luna) cubre completamente un disco grande y lejano (el Sol).
- **El Polo sur celeste:** la rotación de la Tierra sobre su propio eje se traduce en un movimiento aparente de las estrellas en el cielo durante la noche. Al igual que el Sol durante el día, de noche las estrellas salen por el Este y se ponen por el Oeste. Un efecto peculiar se produce en la dirección del Polo Sur Celeste, el punto en el firmamento que está justo por encima del Polo Sur. En esa dirección vemos que las estrellas describen círculos alrededor de este punto en un lapso de 24 horas. Las llamadas estrellas circumpolares nunca se alcanzan a esconder bajo el horizonte. Este hito, uno de los pocos hitos astronómicos del parque enfocados en la observación nocturna, permitirá apreciar dicho movimiento, por medio de una ventana triangular cuyo vértice se alinee con el Polo Sur Celeste y cuyas aristas provean un punto de referencia para apreciar el movimiento de las estrellas en el cielo nocturno.

5. PROGRAMAS Y USOS



Con el objetivo de recuperar el cerro como un espacio de naturaleza inmerso en la ciudad, la propuesta de diseño incorpora mínimas intervenciones para así poner en valor la atmósfera de un paisaje natural. Los programas propuestos pretenden complementar la experiencia del Parque y promover la estancia en el lugar. Se propone mantener y formalizar los programas existentes hoy en el parque para evitar la erosión y degradación de los suelos. De este modo, se proponen los siguientes programas:

- Plazas de barrio
- Plazas de acceso con servicios y comercio
- Senderos naturales demarcados con zonas de descanso
- Miradores a lo largo del camino de cintura
- Circuito exclusivo para ciclistas
- Pump track Bicicletas
- Zonas de picnic
- Juegos infantiles
- Vivero de reproducción de especies nativas
- Instrumentos de Observación
- Plaza elevada (eventos ocasionales)

Se proponen tres instancias de uso para el Cerro Calán las cuales están definidas según el nivel de privacidad. En primer lugar se plantea el Paseo de borde ubicado en la falda del cerro, completamente público y abierto. En segundo lugar, se propone el uso diurno del Cerro el cual contiene la mayor cantidad de programas y promueve la protección y la observación de la naturaleza. Por último, se plantea un uso “eventual” que promueve la apertura del observatorio y la plaza elevada. Esta instancia se plantea como un programa semanal en donde la Universidad se hace partícipe del proceso de observación y educación.

6. SISTEMA DE RIEGO, SISTEMA DE INFILTRACION Y REUTILIZACION DE AGUAS

• **Riego:** La rehabilitación del Paisaje propuesta busca administrar eficientemente el uso del agua disponible. Se cuenta con un estanque existente en la cumbre de 40 m³, una piscina de acumulación de agua de riego en la ladera poniente y la Municipalidad implementará otro estanque, de 100 m³ para llegar a 140 m³ de capacidad de acumulación, los que podrían recargarse dos veces al día, mediante un sistema de impulsión desde una vertiente ubicada en Camino El Alba. La diferencia de cota entre la cima del cerro, el camino de cintura y la base del cerro permitiría regar por gravedad, a excepción de la cumbre y zonas cercanas en que sería necesario un equipo de bombeo menor, con lo que el riego puede ser muy sostenible en cuanto a energía.

Tal como se ha comentado anteriormente, el proyecto busca rehabilitar a través del mejoramiento del suelo. Para garantizar un suelo “vivo” (con materia orgánica, hongos, microrizas, bacterias, algas, nemátodos, lombrices y artrópodos.) , se recomienda regar por aspersión, para así mantener la humedad en el suelo y no en cada planta como lo hace el sistema por goteo. Los más adecuados actualmente los aspersores multichorro giratorios como MP Rotator de Hunter o R-VAN, debido a su baja precipitación y alta eficiencia de aprovechamiento de agua.

Para superficies de plantas en alta densidad se recomienda usar aspersión a través de un sistema pop up largos, de 6 ó 12 pulgadas, que permiten regar sobre las plantas y evitan daños por accidente o vandalismo. Este sistema es recomendable para regar desde la orilla los sectores de rehabilitación para aportar en el mejoramiento de suelos a través de las plantas nodrizas y en los nodos de biodiversidad.

En arbustos y árboles aislados, se recomienda riego por goteo planta a planta, a través de líneas de polietileno enterradas con goteros 2 ó 4 L/h pinchados de tal manera de entregar agua a cada planta, sin pérdidas donde no exista vegetación, conectados a través de micro tubo flexible hacia la superficie. En el caso de árboles, se puede mejorar la eficiencia regando dentro de tubos enterrados, para regar de manera subterránea la zona de raíces. Puede hacerse el riego por medio de tuberías de 110 mm de diámetro y 50 cm de largo, para entregar el riego donde los árboles lo necesitan, mejorando su sistema radical.

A través del riego se pueden aplicar con un sistema de fertirrigación, nutrientes y mejoradores de suelo, que pueden ser naturales u orgánicos incluso.

Tabla de Requerimiento de Riego:

- Cultivo:	Plantas de bajo requerimiento
- Lámina de reposición:	1,98 mm / día.
- Agua disponible:	280 m ³ /día
- Superficie regable:	140.000 m ²
- Abastecimiento de agua:	Vertiente.
- Ventana de Riego:	8 hrs. (noche)
- Caudal máximo Proyectado:	583.3 L/min
- Presión de trabajo emisores:	30 m.c.a.

· **Sistema De Infiltracion Y Reutilizacion De Aguas:** Además del agua disponible, el proyecto busca maximizar el agua disponible a través del aprovechamiento desde otras fuentes:

- Captura Aguas lluvias en edificios Observatorio: El edificio principal del observatorio tiene una cubierta de techo de aproximadamente 1000 m². Si se recolecta la lluvia que cae sobre ella, se obtienen 1000 lts. (1 m³) por cada mm de lluvia. Es decir, como ejemplo, con una lluvia de 15 mm se recolectarán 15 m³ de agua para riego o utilizable en lagunas y humedales. El agua recolectada se puede almacenar para utilizarla en el riego invernal, ya sea en estanques ad-hoc, en los estanques de agua de riego o en lagunas ornamentales. El resto de los edificios, observatorios y nuevas edificaciones, podrían sumar 1.000 m² más.
- Utilización de aguas recicladas de edificios: Actualmente las instalaciones del observatorio cuentan con un sistema de fosa séptica para desechar las aguas utilizadas en los edificios. Con la construcción de una planta de tratamiento de aguas servidas, se podrán aprovechar para regar la cumbre con sistemas de riego por goteo subterráneo, para cumplir con la nueva norma de uso de aguas grises que está pronta de aprobación. Con un nuevo tipo de gotero desarrollado por Rain Bird, se pueden enterrar las tuberías de goteo, sin riesgo a que se tapen por

suciedad ni por raíces, ya que los goteros cuentan con una lámina de cobre que repele el crecimiento hacia el interior de raíces.

- Captura de agua de escorrentía superficial. Debido a las fuertes pendientes existentes en el cerro, el suelo no es capaz de retener el agua cuando hay eventos de lluvias fuertes. Sin embargo, la efectividad de infiltración directa en el suelo puede mejorarse a través de pequeñas trincheras o zanjas recolectoras tipo Bios-Wales (DBI o Desarrollo de bajo Impacto) ubicadas paralelas a caminos, senderos. Estas zanjas se conducirán hacia jardines de infiltración ubicados en las zonas más bajas.

7. SISTEMA DE CONTROL DE INCENDIOS

Para el control de Incendios, se confeccionará un proyecto priorizando la calidad de la instalación, cumpliendo con las normas NFPA (National Fire Protection Association de USA) y la reglamentación chilena vigente.

Para el parque, se desarrollará un análisis de riesgos de incendios del entorno, proveyéndose de medios de contención manuales adecuados en caso de enfrentar un evento de incendios en el entorno compuesto de matorrales y pastizales. Se determinarán las recomendaciones de mantención de la vegetación adecuadas para evitar que un evento de incendio descontrolado en el exterior afecte las instalaciones del centro astronómico. Lamentablemente no existen medios de control de incendios forestales automáticos, por este motivo, las medidas de mitigación y el plan de combate contra incendio son indispensables.

Mediante el riego por aspersión, se pueden prevenir incendios manteniendo un nivel de turgencia de las plantas, que pueden llegar a detener, o al menos a frenar el avance del fuego. Es importante que todas las tuberías estén enterradas a más de 15 cm de profundidad para evitar daños en el riego.

8. PROPUESTA DE ILUMINACION

La propuesta de iluminación busca fortalecer la preservación de los cielos oscuros para así convertirse en un ejemplo de iluminación urbana sustentable, que respete el cuidado de los cielos y el medio ambiente. Para ello, el diseño del proyecto de iluminación se rige bajo la norma chilena de protección de cielos DS 43, como también bajo las recomendaciones de iluminación de exterior del IDA (International Dark-Sky Association) que plantean los siguientes puntos como básicos para una iluminación exterior que proteja los cielos:

- Solo encenderla cuando sea necesario
- Sólo iluminar las zonas que se requieren
- No usar mayor intensidad luminosa de la necesaria
- Minimizar la emisión de luz en el espectro de los azules
- Usar luminarias full cutoff (sin emisión hacia el cielo ni hacia la zona de deslumbramiento).

Se propone una estrategia de iluminación funcional urbana que recorre el cerro completo en su cota más baja, alcanzando niveles de iluminación de 20 lux máximo con postes completamente cubiertos de su emisión hacia el cielo e iluminación integrada en la arquitectura. La temperatura de color será cálida 2700K y se usará tecnología LED de bajo consumo. El resto del cerro se deja como un terreno natural, sin iluminación artificial con el fin de promover la vida silvestre.

Desde la plaza de acceso principal se considera iluminación para un acceso directo a la plaza superior con postes de menor flujo luminoso y temperatura de color 2200K. La idea es evitar en la medida que se sube a la cima la emisión de luz en el rango electromagnético de los azules, ya que es esta frecuencia es la que no existe naturalmente en la noche y es la que confunde a los seres vivos en sus ciclos naturales.

Los pavimentos de los hitos de la plaza de acceso y de la plaza elevada serán fabricados con piedras luminosas, de esta forma se producirá una luz tenue que simula un cielo estrellado.

Para los puntos en la cima que quieren diferenciarse y reconocerse desde la ciudad, se utilizará luz roja, sin espectro azul por completo, como una manera de educar y ejemplificar la composición espectral de la luz y cómo los distintos rangos de la radiación afectan a la vida y a la experiencia de poder ver el patrimonio que significan los cielos estrellados.

9. DEMARCACION Y SEÑALETICA



Se propone un sistema de orientación y direccionamiento con piezas monolíticas en materiales pétreos u hormigón, el que puede ser natural o bien pigmentado, con un acabado y sello de acrílico para su protección y mantención.

Se propone una familia de tres tamaños; las primeras son los **Totem de Orientación** y son las de mayor escala, la información se encuentra tallada en bajo relieve en los muros de accesos al parque. Entregan información relacionada al punto de ubicación en el que el visitante se encuentra y los diferentes senderos con sus respectivos hitos astronómicos.

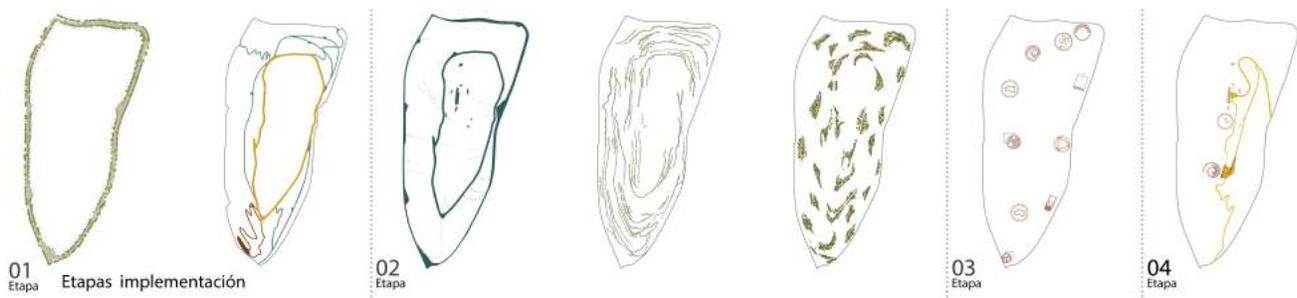
En segundo lugar tenemos los de **Direccionamiento**, los cuales se encuentran en las intersecciones de los senderos, para guiar al visitante en la ubicación en que se ubica y los hitos asociados.

Por último se encuentran los **Hito**, que entregan información relacionada al contenido científico de cada instrumento de Observación. Van incluidos en bajo relieve en cada uno de estos.

La tipografía propuesta en para la tipografía es : Geograph _ Klim Type Foundry, que está compuesta por una familia tipográfica moderna, geométrica y sin serif, creada originalmente para National Geographic, con una variedad de composición dentro de la composición de sus letras.

10. ETAPAS DE IMPLEMENTACIÓN

Se plantean 4 etapas para llevar a cabo la implementación del Parque Natural. La definición de las etapas está sujeta a los procesos de establecimiento de las especies vegetales orientadas a la rehabilitación del paisaje.



- Etapa 01:

Cosiste en la Construcción del Paseo de Borde, los Accesos y la Consolidación de los senderos y miradores. Esta etapa pretende llevar a cabo la mayor cantidad de obras civiles dentro del cerro. Se deben proteger las áreas silvestres aledañas a los lugares de trabajo.

- Etapa 02:

Esta etapa se subdivide en 3 sub-etapas las cuales se describen a continuación:

- Construcción del Sistema de Riego y Sistema de recuperación de aguas e infiltración.
- Mejoramiento de Suelos erosionados: Consiste en la recuperación de todos los suelos degradados siguiendo el proceso descrito anteriormente y la plantación de las especies nodrizas.
- Plantación de Nodos de Biodiversidad: Corresponde al proceso de plantación de las especies que componen los nodos de biodiversidad.

- Etapa 03:

Incorporación de instrumentos de Observación de la naturaleza. Una vez establecidas las comunidades vegetales y consolidados los paseos, senderos y miradores, se propone incorporar los “Hitos de Observación” dentro del Parque. Los “artefactos” serán instalados a modo de esculturas urbanas.

- Etapa 04:

Esta etapa comprende la apertura del Parque para realizar eventos de noche (una vez por semana) ligados a la Facultad de Astronomía y/o al centro de extensión. La idea principal consiste en permitir el acceso hasta la cumbre para disfrutar de panorámicas de la ciudad y experimentar los hitos de observación bajo las estrellas.

- Etapa 05: Seguimiento y Monitoreo

La propuesta de rehabilitación se plantea como un proyecto que mutará y se transformará a lo largo de los años. Para ello, se propone un seguimiento y monitoreo con especial atención de las áreas de mejoramiento de suelos y nodos de biodiversidad. Durante esta etapa se propone incluir a la Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza de la Universidad de Chile para asegurar la permanencia y continuidad.

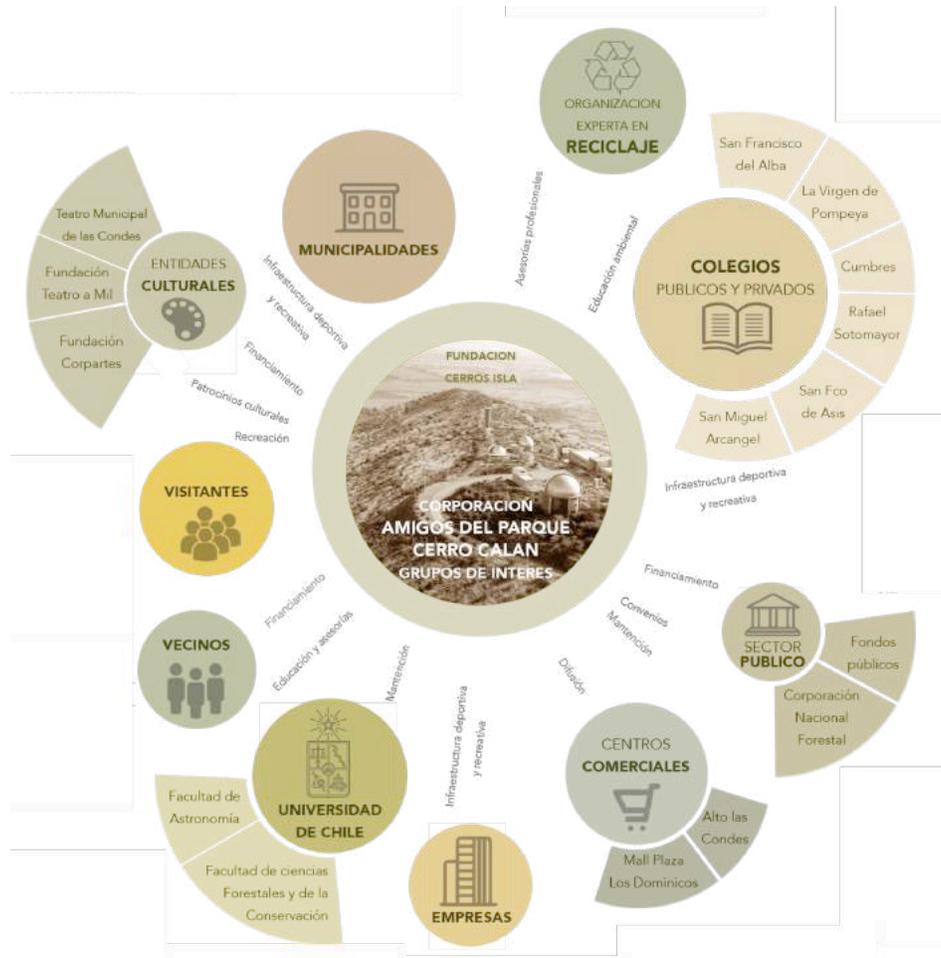
11. PROPUESTA DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA

Para una primera aproximación a la población usuaria del Parque, se propone la identificación de los actores organizados vinculados al área de influencia del proyecto, principalmente con el uso del Parque. Esta incluirá además a las Juntas de Vecinos, algunos establecimientos educacionales de la comuna y otros actores que se concuerde son relevantes. Respecto a la comunidad no organizada, se accederá a ésta a través de la encuesta online y presencial y de su participación en el taller de diagnóstico realizado en el Parque.

Para recoger la información en esta primera fase, se aplicarán los siguientes instrumentos consultivos:

- Entrevista individual y/o grupal con asociaciones, organizaciones comunitarias e instituciones que usan frecuentemente el parque o se encuentran cercanas éste. Se aplicarán de manera presencial y telefónica a representantes.

- Encuesta de opinión: esta encuesta busca recoger la opinión de usuario y no usuarios del parque.
- Taller Participativo: el objetivo de este taller es levantar información acerca de la situación actual del Parque y los requerimientos que la comunidad tiene para su mejoramiento. Se considera como una estrategia participativa consultiva complementaria a las acciones realizadas anteriormente.



12. PROPUESTA DE GESTIÓN DEL PARQUE

Para garantizar una gestión exitosa del Parque, se proponen instancias de colaboración y coordinación con distintos actores públicos, privados, mixtos y actores relevantes, con el fin de maximizar el uso del Parque y captar recursos para cofinanciar tanto la inversión, como la mantención, conservación y operación. Estas instancias de colaboración generan resultados positivos en diferentes materias tales como:

- Densifica el tejido social: Si distintos actores confluyen en la gestión del territorio, se generan relaciones que no solo tienen que ver con el espacio que facilita la reunión. Al tratarse de organizaciones y personas vinculadas con el territorio, que se ven periódicamente, que comienzan a tener un interés común por un proyecto y que, en este caso, el Parque empieza a verse como un espacio en que existe un proyecto colectivo, que admite colaboración, las relaciones entre las personas y organizaciones trascienden y de esta manera, se densifica el tejido social.
- Genera apropiación y “orgullo” local: al existir colaboración y coordinación entre actores, se genera apropiación del territorio. Los vecinos, sean éstos personas naturales, organizaciones o empresas, ya no son solo usuarios sino también aportan para que el espacio del Parque sea uno de calidad. Esto contribuye a generar orgullo comunitario, por un proyecto que es colectivo.
- Aporta sustentabilidad social: Por último, permite que el proyecto sea viable en el largo plazo, sin que esté permanentemente anclado al Estado, Municipalidad u otra organización pública. Son los usuarios quienes aportan no sólo la visión de largo plazo, sino también, parte de la gestión.

Entre los actores que se considera para gestionar instancias de colaboración, están aquellos dentro del área de influencia del Parque, así como otros que por proximidad o por interés con quienes son usuarios del parque, podrían tener interés en generar instancias de colaboración.

A continuación, se presentan actores identificados como relevantes en un modelo de gestión del Parque:

- Establecimientos educacionales: se considera como actor relevante todos los establecimientos públicos y privados en todos los niveles de enseñanza, que se encuentran aledaños al Parque, principalmente dentro del área de influencia. Esto, porque el parque puede ser un espacio que estos establecimientos pueden utilizar para realizar actividades de sus cursos curriculares y extracurriculares.
- Municipalidades: Se propone que el Parque Calan preste servicios a otras comunas, y estas municipalidades podrían cofinanciar la operación del Parque, entendiendo que éste es considerado un parque intercomunal.
- Centros comerciales cercanos: Con esta coordinación se busca, por un lado, promocionar las actividades programáticas del parque y, por otra, concretar recorridos de un mini bus.
- Empresas y servicios públicos del área de estudio: Se propone que el Parque sea una oferta para estas organizaciones en términos de su uso para actividades recreativas y deportivas, institucionales-familiares o de team building / coaching.
- Apadrinamiento de áreas del Parque: Se propone diseñar un esquema de gestión que permita que aportes privados puedan ser canalizados a la gestión de infraestructura específica del parque.

- Festivales culturales: se busca hacer uso de las instalaciones del Parque para hacer eventos culturales masivos. Ejemplos de esto puede ser que parte de las funciones del Festival Teatro a Mil sean en el Parque. También es posible gestionar conciertos con el Teatro Municipal de Las Condes o Barnechea.
- Organización experta en reciclaje: se propone tener una asesoría de una organización experta en reciclaje, de manera de optimizar las capacidades de separación de residuos de la planta, y poder ampliar la cobertura dentro de la comuna.
- Universidad de Chile: a través de la facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación para monitoreos y asesorías en la mantención del parque, y a través de de la Facultad de Astronomía para difusión y aportes educativos.

13. PROPUESTA DE FINANCIAMIENTO

Considerando la sostenibilidad en el tiempo de las instalaciones implementadas o por implementar en el parque, es necesario identificar fuentes de financiamiento, las cuales pueden provenir del sector público o privado, o bien de autogestiones realizadas por la administración del Parque.

- Fondos Sector Público: El financiamiento asociado al sector público está relacionado a las gestiones y postulaciones a fondos vigentes del sector. Se identifican los siguientes fondos que pueden aportar recursos para concretar inversiones:
 - Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR)

Asimismo, existen fuentes de financiamiento público que aportan recursos que pueden contribuir con la operación del Parque. Estos son:

- Fondo Protección Ambiental (FPA)
 - Programa de Conservación de Parques Urbanos
 - Ley de Financiamiento Urbano Compartido
- Sector Privado: Se estima que el sector privado del área de influencia del Parque puede contribuir con recursos que contribuyan a través de inversiones y recursos para la operación de programas específicos. Para tener éxito se requiere no solo una estructura administrativa sino también proyectos que se inserten en los programas que desarrollan las empresas, además de presupuestos claros para la mantención.

14. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Centro AGRIMED. 2017. Atlas Agroclimático de Chile - Tomo III: Regiones de Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y del Maule. 3.. Facultad de ...<http://www.agrimed.cl/images/contenido/Tomo3.pdf>

DI CASTRI, F. 1968. Equisse écologique du Chili. Biologie del' Amerique australe. En: Debouteville CI & Rapaport (eds) Editions du centre national de la Recherche Scientifique. Paris, IV: 7-52.

GAJARDO, R. 1994. La Vegetación Natural de Chile: clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria, Santiago.

HOFFMANN, A. 1998. Flora silvestre de Chile. Santiago. Chile.

HOFFMANN, A. 1989. CACTACEAS. En la flora silvestre de Chile. Santiago de Chile. 272 p.

RIEDEMANN, P. y ALDUNATE, G. Flora nativa de valor ornamental. Identificación y propagación. Zona centro. Editorial Andrés Bello. Santiago. Chile. 565 p.

RIEDEMANN, P; ALDUNATE, G y TEILLIER, S. 2006. Flora nativa de valor ornamental. Identificación y propagación. Chile Zona norte. Editorial Andrés Bello. Santiago. Chile. 404 p.