

TÉCNICAS DEL PAISAJE. VALORACIÓN DEL RECURSO VISUAL EN UN PARQUE ECOLÓGICO EN MEDELLÍN, COLOMBIA

Jorge Hernán Salazar Trujillo

Arquitecto, Msc. Profesor Titular. Escuela de Arquitectura.

Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. jhsalaza@unal.edu.co

Escuela de Arquitectura, Bloque 24, Universidad Nacional de Colombia, Núcleo del Volador, Medellín.
COLOMBIA. Tel. (57) 4-4309412

RESUMEN

En la intervención arquitectónica de un lugar con riqueza paisajística es de vital importancia valorar las visuales para asegurar que las transformaciones que se propongan no afecten negativamente las calidades originales. Por esta razón el emplazamiento de las edificaciones y sus infraestructuras de apoyo, el trazado de las vías y las estrategias de siembra, deben estar de acuerdo con el recurso visual para que en cada lugar de avistamiento se disfrute de un paisaje tan armonioso como sea posible. Cuando un territorio se encuentra cubierto de bosque es imposible valorar anticipadamente el potencial del recurso visual de un punto, pero cuando comienza el reemplazo de especies arbóreas ya es demasiado tarde para replantear el proyecto en función del potencial paisajístico de los lugares en que fueron ubicados los miradores. Se presenta aquí un método de análisis de la geomorfología que opera a partir de principios trigonométricos y que fue automatizado mediante una rutina informática que realiza los cálculos de visibilidad a partir de las curvas de nivel. El método fue desarrollado durante la asesoría de un parque ecológico en Colombia y permitió que durante el diseño del Plan Maestro se tuvieran en consideración aspectos como la visibilidad desde los miradores hacia los diferentes sectores del territorio y la restricción de la accesibilidad solar que ocasionan las ondulaciones naturales del terreno.

Palabras clave: Paisaje, Visibilidad, Recurso Visual, Topografía, Accesibilidad Solar.

ABSTRACT

During the design of a project located in a well based landscape, it is truly important to ensure that the transformations proposed are not against the original qualities. For this reason, the building emplacement and its supporting infrastructure, road planning and plantation strategies, should agree with the actual visual resources, in order to make each viewpoint, a place to enjoy a harmonious landscape as much as possible. When a territory is covered by a forest, it is impossible to predict the visual resource potential of a spot, but when the native tree replacement process begins, it is too late to redefine the project concerning the landscape potential of the places where viewpoints are located. An analysis method of the geomorphology operating on trigonometrics and software to produce visual potential maps starting from topographic information is outlined in this paper. The method was developed during the consultancy of an ecologic park in Colombia, and allowed us to keep in consideration topics as the visibility from the viewpoints and the solar access restrictions related to the natural site undulations.

Keywords: Landscape, Visibility, Visual Resource, Topography, Solar Access.

1. INTRODUCCIÓN

El Parque Arví (<http://www.parquearvi.org>) es un territorio montañoso con cerca de 176 km² ubicado al oriente de la ciudad de Medellín (coordenadas longitud 75° 34' 05" oeste, latitud 6° 13' 55" norte, 3.500.000 pop.) con una gran riqueza ecológica, arqueológica y cultural. El parque se ubica en altitudes comprendidas entre los 2350 y los 2700 metros sobre el nivel del mar, por lo que el clima predominante es frío húmedo, con temperaturas comprendidas entre 7°C y 21°C, una alta pluviosidad y mucha niebla. Estando a sólo 25 km de la ciudad de Medellín y gracias a la abundancia de riquezas y atractivos ambientales y turísticos que

posee, se comenzó a habilitarlo para que pueda prestar servicios como parque ecológico mediante una estructura de núcleos de actividad. En los núcleos están proyectando o se encuentran en construcción hoteles, centros de atención de visitantes, restaurantes y otros equipamientos orientados hacia la recepción y atención del turismo. La mayor parte del área permanecerá como reserva ecológica y será destinada a actividades de investigación, senderismo y recreación ecológica.

Uno de estos núcleos fue concesionado a la Caja de Compensación Familiar COMFAMA, para que construyera allí un centro recreativo con énfasis ecológico, arqueológico y ambiental. El proyecto, con una extensión de 1 km² fue desarrollado por el taller Uribe de Bedout Arquitectos, resultó ganador. Su propuesta esta compuesta por varios edificios subterráneos que se ubicarán en la cima de cuatro cerros y unos pabellones lineales con cubiertas verdes que se ubicarán a media ladera. Todas las edificaciones estarán conectadas por una red de senderos trazados de tal forma que se favorezca la recreación orientada hacia la interpretación y valoración arqueológica y ambiental.

Dentro de las premisas de diseño se consideró imperativo favorecer la intimidad y el contacto con la naturaleza, motivo por el cual los edificios y equipamientos de apoyo se ubicarán en sitios discretos, mimetizándose o confundiendo con el territorio para poner en valor el principal recurso recreativo del sitio: su potencial paisajístico. La oficina PVG Arquitectos se hizo cargo del asesoramiento técnico, paisajístico y ambiental. Una de las actividades realizadas consistió en estimar el recurso visual del proyecto (OSORIO, 1981), es decir, conocer con antelación qué sectores del territorio podrían resultar o no visibles desde las principales colinas del proyecto. Esto con el fin de minimizar la posibilidad de afectar negativamente el principal recurso paisajístico del lugar.

2. OBJETIVO

Desarrollar un procedimiento capaz de identificar los sectores de un territorio que resultan o no visibles desde uno o varios puntos de avistamiento, utilizando como información de entrada las curvas de nivel, con el propósito de aprovechar las geoformas y ondulaciones naturales del terreno para ocultar las instalaciones técnicas y visibilizar los puntos de interés. De esta manera las redes, vías de servicio, el emplazamiento de las subestaciones eléctricas, humedales artificiales, lugares para la producción de compost y tanques de recolección de agua, no resultarán visibles desde los sitios más privilegiados desde el punto de vista paisajístico, incluso en ausencia de vegetación.

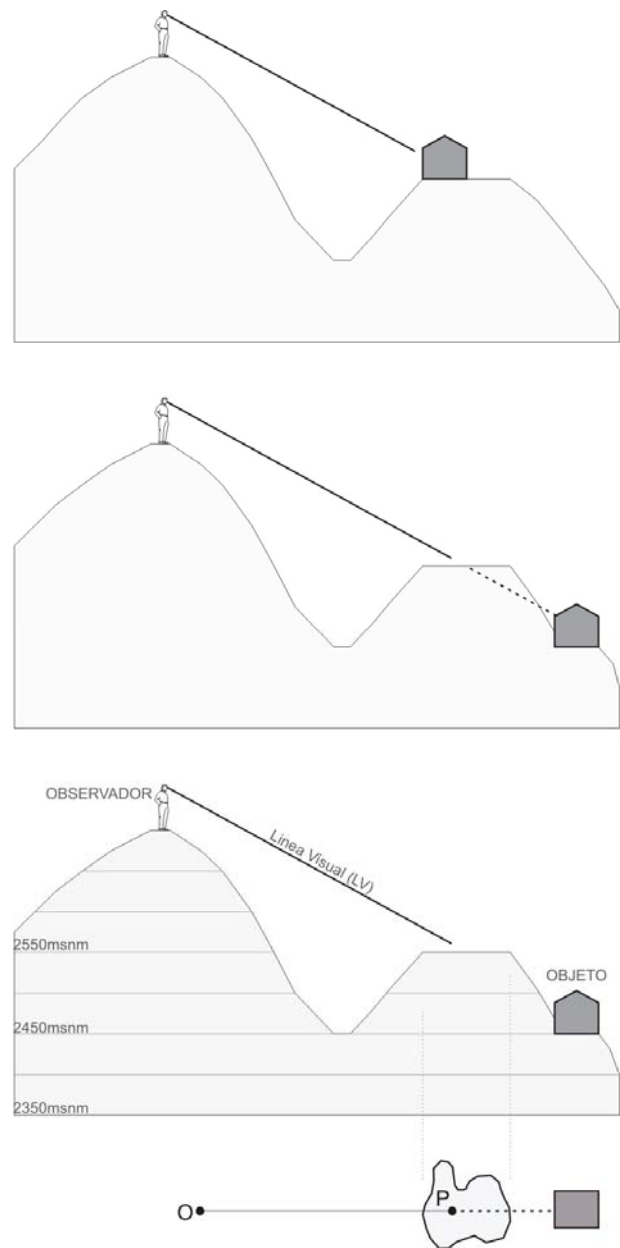


Figura 1 - Un observador y un objeto definen una recta en el espacio denominada Línea Visual. Habrá visibilidad hacia el objeto únicamente en los casos en que no haya intersecciones entre la línea visual y el conjunto de polígonos planos que representan las curvas de nivel y las geoformas de un territorio.

3. DESARROLLO INSTRUMENTAL Y PRINCIPIOS GEOMÉTRICOS

La topografía del núcleo en el que la Caja de Compensación Familiar COMFAMA estará construyendo el parque recreativo presenta altas pendientes y una compleja e intrincada orografía cubierta de bosques, lo que dificulta cualquier intento por realizar la valoración del recurso paisajístico. Esto hizo necesario el diseño y construcción de un procedimiento analítico (Figura 1) y una herramienta informática capaz de calcular visuales y valorar analíticamente el potencial del recurso visual de un sitio con anticipación al proceso de tala y reforestación con especies nativas.

El punto de partida en el desarrollo de un procedimiento para la valoración del recurso visual de un territorio fue definir un segmento de recta entre el punto donde se ubica el observador y el punto observado y que se denominó Línea Visual (LV). La visibilidad entre ambos puntos estará garantizada siempre y cuando la Línea Visual no genere intersecciones con ningún elemento componente del paisaje. Esto significa que el principio geométrico de evaluación de una condición de visibilidad es la ausencia de intersecciones entre LV y un conjunto de elementos, que para este caso en particular se decidió, estuvieran representados por polígonos planos.

Para verificar la presencia de intersecciones entre una recta y un conjunto de polígonos se utilizaron las ecuaciones de geometría analítica que permiten hallar las coordenadas del punto en que una recta cruza el plano que contiene un polígono. A continuación, se aplicó una ley geométrica, de uso habitual en los algoritmos de gráfica computacional (BAASE, 2002), con la que se determina si un punto P (Figura 2) está afuera o adentro de un polígono cerrado y que consiste en trazar una recta entre dicho punto y un segundo punto Q del cual se tenga certeza acerca de su posición externa al polígono. Contando el número de veces que el segmento de recta PQ intersecciona los segmentos que componen el polígono se puede determinar inequívocamente si el punto P está incluido o no en el polígono: si el número de intersecciones es impar y diferente de cero, el punto P es interior al polígono. En caso contrario, el punto es exterior.

La aplicación informática desarrollada trabaja a partir de un archivo con la topografía del lugar: polígonos planos cerrados ubicados cada uno en su correspondiente altura sobre el nivel del mar. Los pasos utilizados para determinar la condición de visibilidad y que describen someramente la estructura operativa de la rutina informática con la que se produjeron los mapas de visibilidad fue la siguiente:

1. Se calculan las coordenadas XY de la intersección entre el segmento de recta LV y el plano que contiene el polígono.
2. Se evalúa si dicho punto está adentro o afuera del polígono.
3. Si el punto es interior no hay visibilidad, porque basta una obstrucción para impedir la visual.
4. Si el punto es exterior al polígono se toma el siguiente polígono y se repite el proceso.
5. Si la revisión de todos los polígonos concluye sin encontrar intersección, entonces hay visibilidad, se marca el punto con el resultado obtenido, se cambia de punto y se reinicia el proceso.

Este procedimiento sólo permite evaluar la obstrucción de visuales entre dos puntos a diferente altura, sin embargo basta una ligera modificación en la secuencia de cálculo para evaluar la posibilidad de obstrucción de puntos a igual altura, es decir, calcular visuales horizontales. Una rutina, redactada en AutoLISP y que trabaja sobre los archivos topográficos en Autocad permitió tomar uno a uno todos los puntos del territorio e identificar las regiones donde las ondulaciones del terreno impiden la visibilidad.

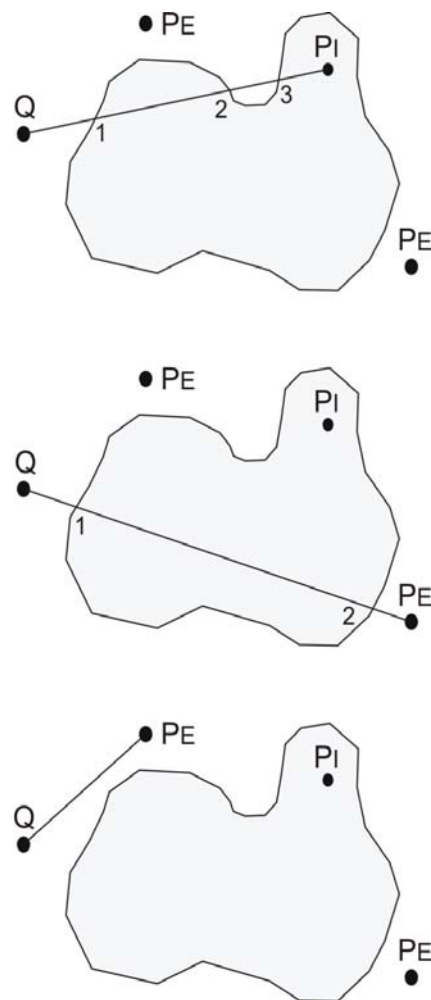


Figura 2 - Para determinar la posición relativa del punto P con respecto a un polígono cerrado, se traza el segmento QP a partir de un punto Q del cual se tenga certeza de que es exterior al polígono. El conteo de las intersecciones que ocasiona el segmento QP sobre los lados del polígono permite determinar inequívocamente si el punto P está adentro o afuera del polígono. Si el número de intersecciones es impar, el punto P (Pi) es interior, si el número de intersecciones es par o cero, (Pe) el punto es exterior.

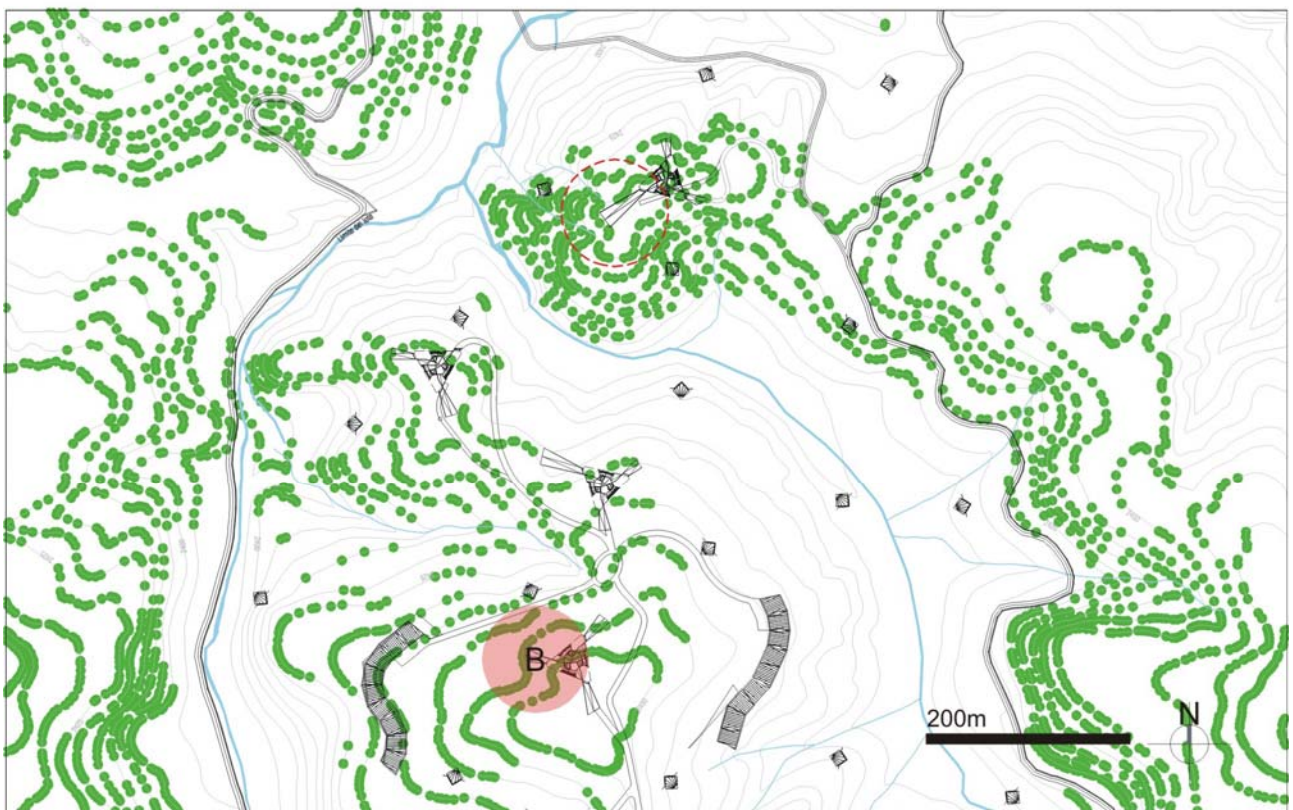
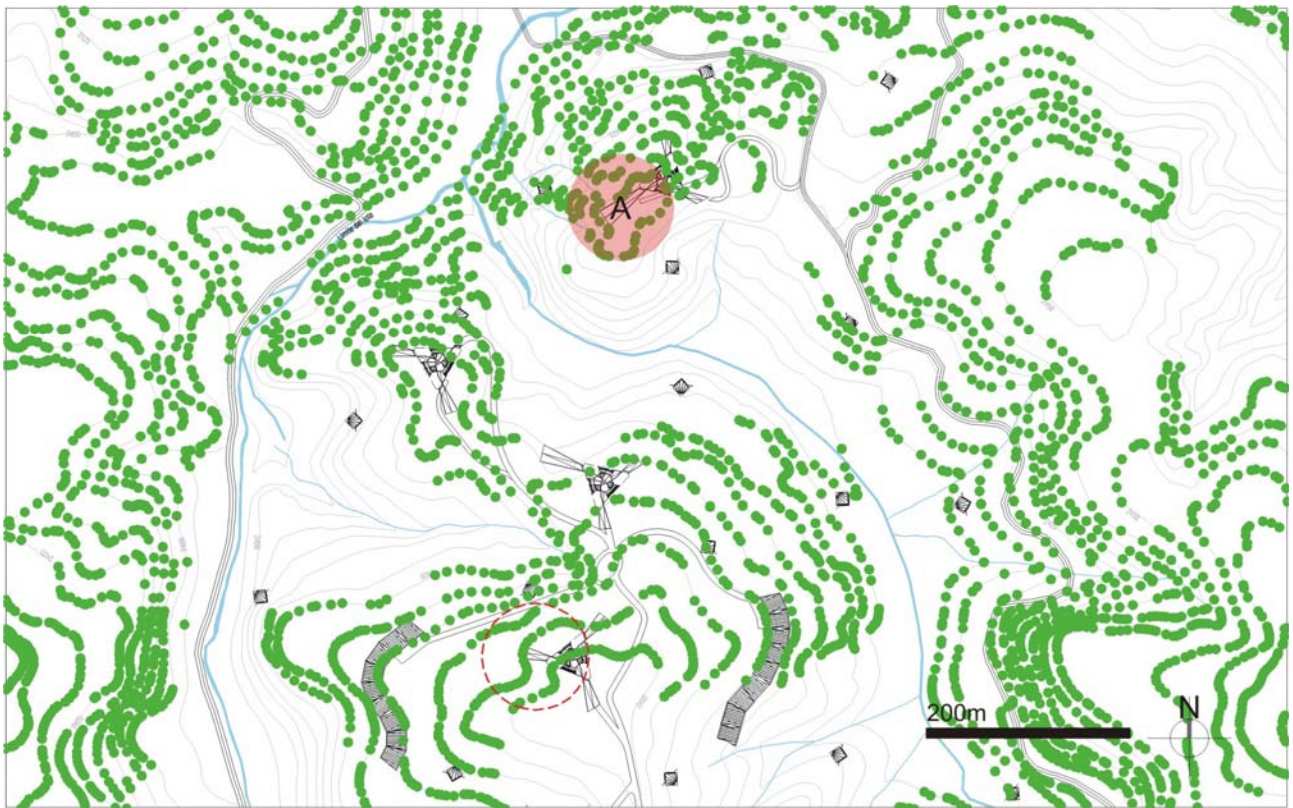


Figura 3 –Visibilidad desde las dos colinas de mayor altura. Se resaltan con circunferencias verdes los lugares del territorio que resultan visibles desde el mirador de cada uno de los edificios, arriba la visibilidad desde el edificio A y abajo, desde el edificio B. Las curvas de nivel que carecen de circunferencias corresponden a lugares que no alcanzan a ser visibles.

Los mapas de visibilidad (Figura 3) se obtienen con un procedimiento analíticamente simple. Los resultados, no obstante, permitieron revelar las complejas relaciones de visibilidad que se presentan en el terreno y fueron intensivamente utilizadas en el trazado de los senderos, la ubicación de las edificaciones y el resto de los componentes del Plan Maestro definitivo.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los mapas de visibilidad fueron construidos a partir de diferentes puntos de observación utilizando una sencilla convención de color: las manchas de color verde identifican aquellos puntos que podrían ser

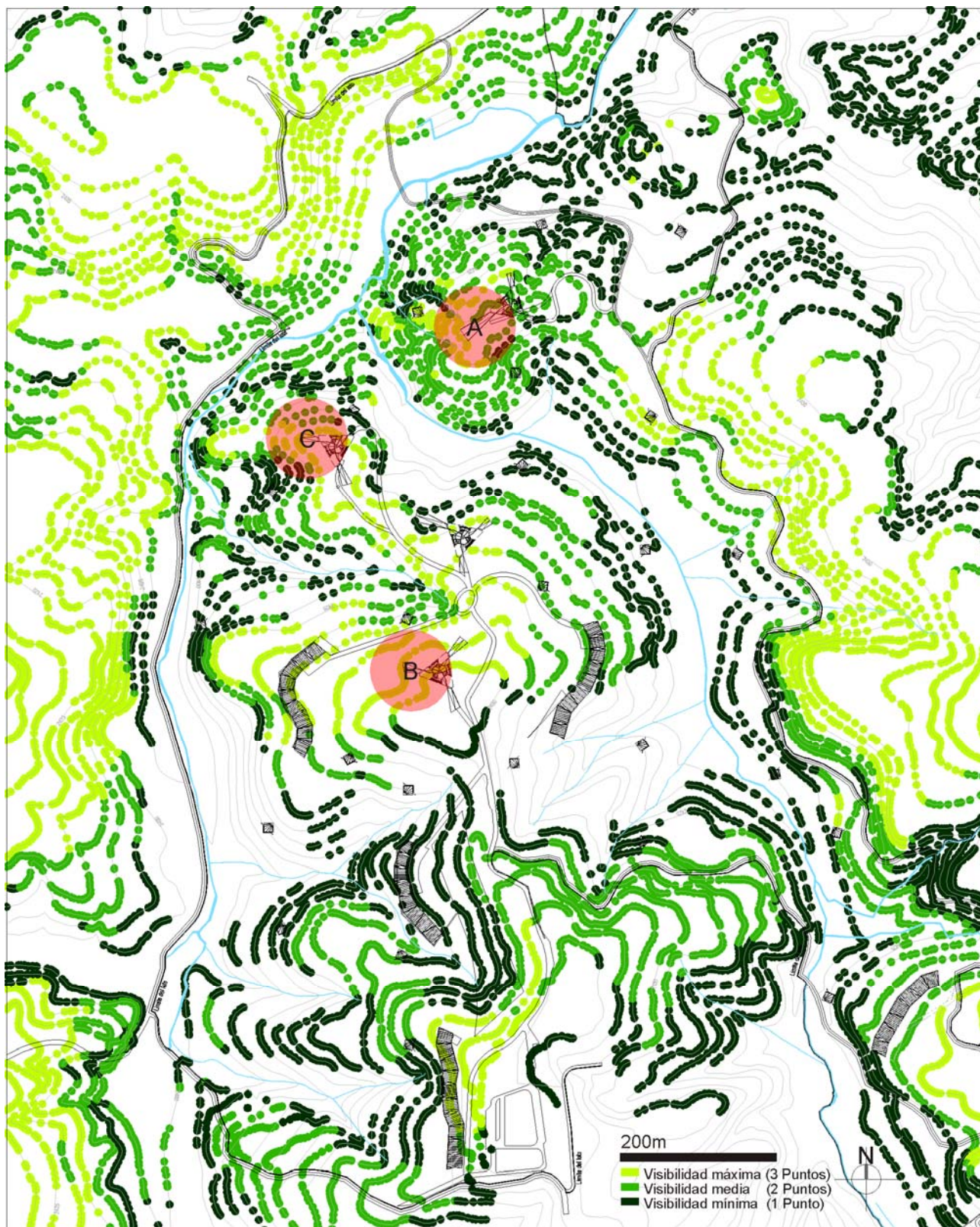


Figura 4 – Visibilidad desde tres miradores. Se resaltan con circunferencias de color verde claro los sitios visibles desde tres puntos (visibilidad máxima), en verde intenso los sitios que pueden ser vistos desde dos puntos y en verde oscuro los sitios visibles únicamente desde uno de ellos (visibilidad mínima). En los sectores donde no hay circunferencias y se observan las curvas de nivel se concentran los sitios que no resultan visibles desde ninguno de los puntos evaluados. Allí se ubicarán los equipamientos de apoyo.

observados desde el lugar de referencia. La ausencia de convención significa que dicho punto permanece oculto desde el punto de observación en análisis. Se produjeron muchos mapas desde los principales lugares de avistamiento, terrazas y miradores del proyecto. Cada uno era apropiado para valorar el recurso visual exclusivamente desde un punto de observación, por lo que fue necesario desarrollar una segunda herramienta que permitiera realizar la integración de varios mapas de visibilidad (Figura 4).

Esta segunda herramienta utiliza una nueva colección de convenciones con las que se diferencian aquellos puntos que resultan visibles desde todos los puntos de observación, de aquellos que sólo se ven desde algunos puntos, hasta aquellos otros que resultan invisibles desde todos los puntos. Es precisamente en los sectores que no son visibles desde ninguno de los miradores principales donde se ubicaron la mayor parte de los equipamientos de apoyo, lógicamente luego de tener en consideración otro tipo de restricciones como son los retiros obligados a las fuentes de agua y la presencia de bosques nativos en buen estado de conservación.

4.1. Aplicaciones Adicionales. Cálculos de Accesibilidad Solar.

Con el propósito de prevenir que algunos de los lugares de estancia y esparcimiento propuestos en el proyecto pudieran resultar más fríos y húmedos de lo normal y por lo tanto mucho más difíciles de hacer confortables, se requería caracterizar el lote para descartar aquellos lugares que por su conformación topográfica tendrían una menor insolación.

Para evaluar las sombras propias de las colinas e identificar aquellos sectores que constituyen emplazamientos potencialmente desfavorables, se aplicó la misma herramienta de análisis utilizada para el cálculo de visuales, pero utilizando como punto de vista no un lugar ubicado sobre el terreno, sino la posición aparente que ocuparía el disco solar (MELGUIZO, 1987) en la bóveda celeste a las 7:00 y las 17:00 en varias fechas del año (Figura 5).

Los mapas obtenidos (Figura 6 y 7) permitieron identificar lugares inapropiados para ubicar edificaciones o humedales artificiales (los cuales requieren máxima insolación para un óptimo funcionamiento), a la vez ayudaron a precisar los tramos de los senderos en los cuales sería conveniente especificar un tratamiento de superficie especial por tratarse de un lugar muy sombrío. Utilizar la herramienta de análisis para realizar cálculos solares ayudó a garantizar que en el proyecto el trazado de los senderos y el diseño de algunos jardines respondan adecuadamente al hecho de que en algunos sectores del lote la radiación solar directa comienza a incidir una hora más tarde, o que deja de incidir una hora más temprano que el resto del territorio circundante.

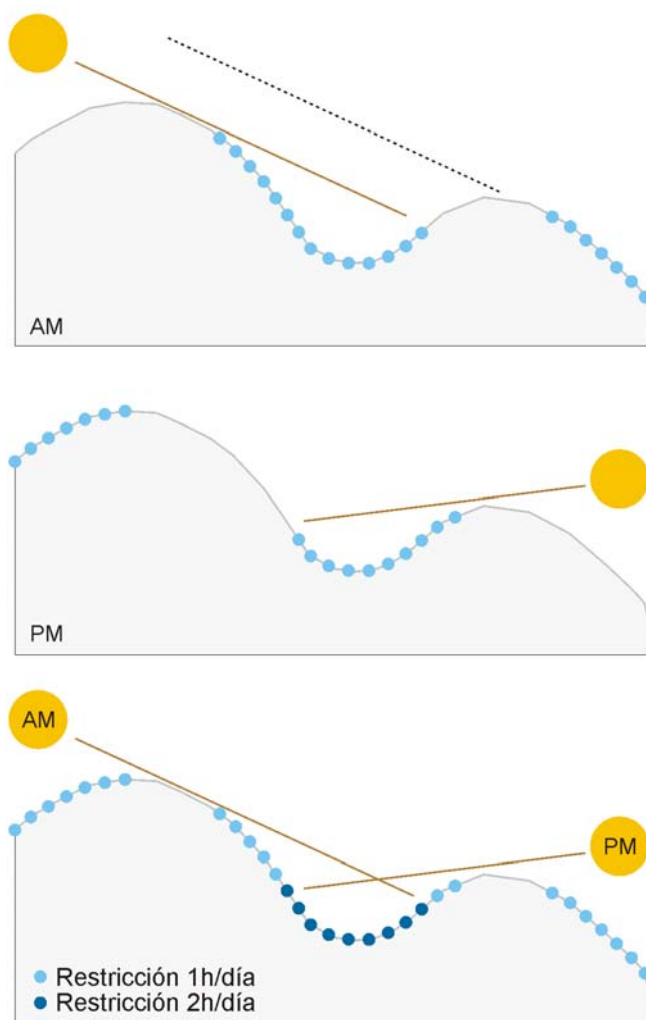


Figura 5 – Método aplicado para calcular la restricción de la accesibilidad solar. Arriba, se resaltan los lugares que comienzan a recibir los rayos del sol una hora después del inicio del día. En el medio, se resaltan los lugares del terreno que dejan de recibir radiación una hora antes de finalizar el día. Abajo, el cruce de los dos criterios y que permite identificar los sitios con una o dos horas diarias de restricción de la accesibilidad solar.

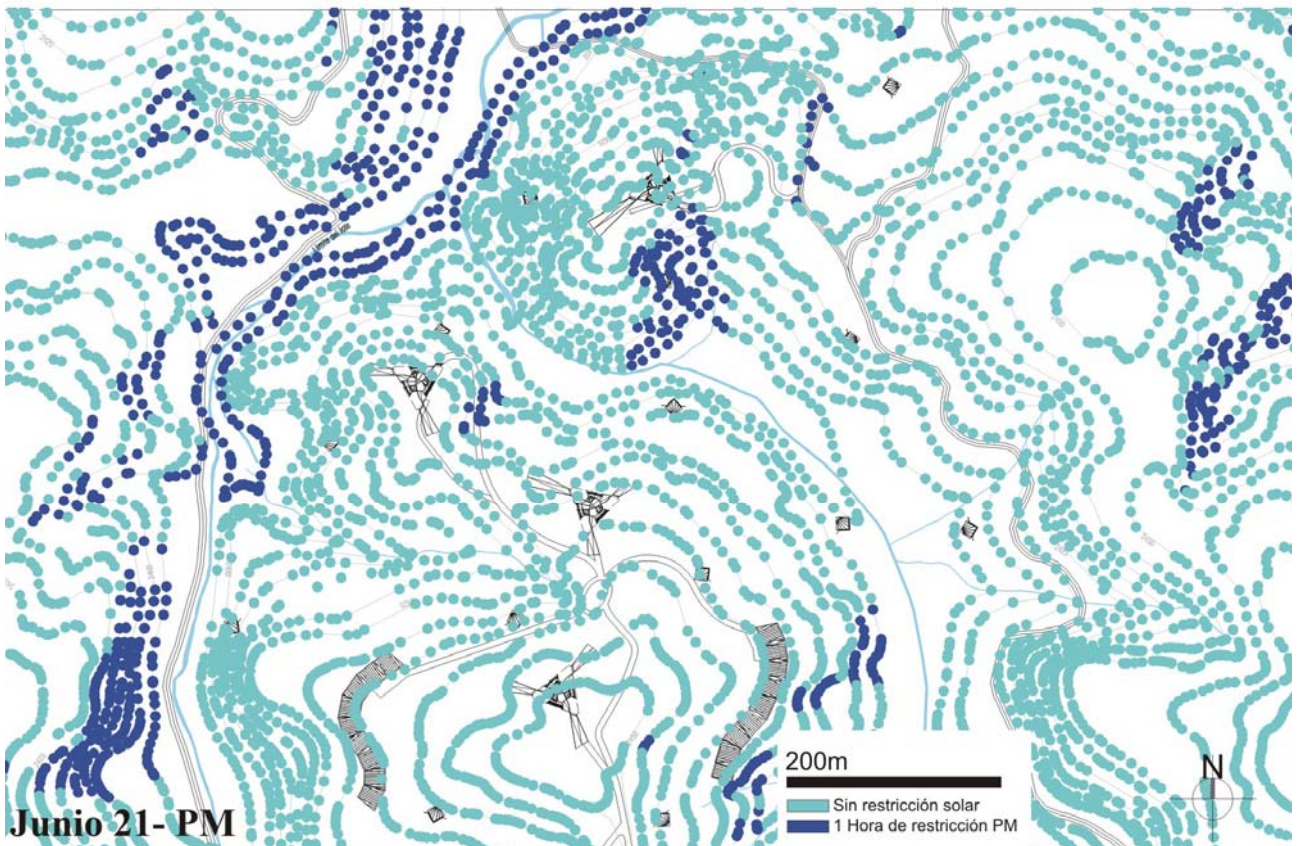
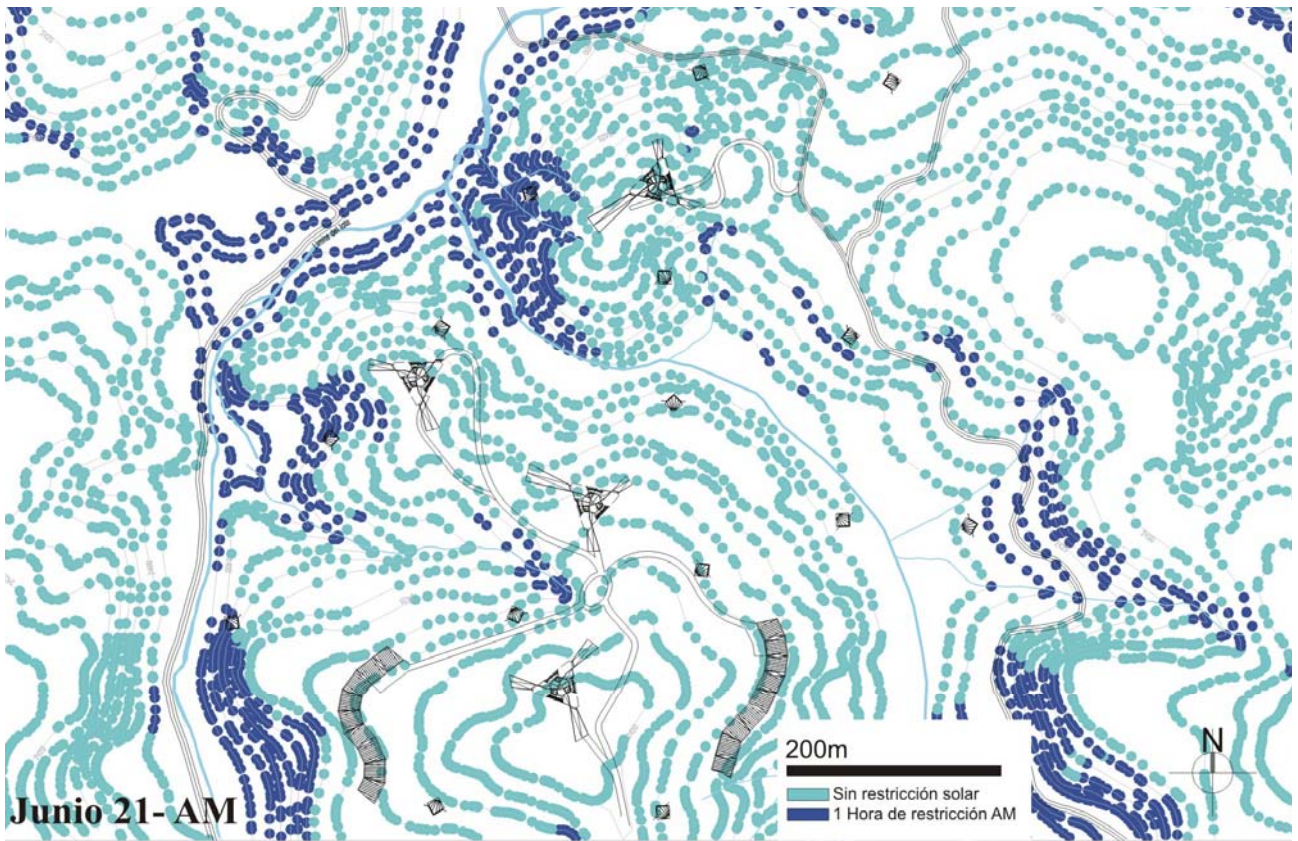


Figura 6 –Restricción de la accesibilidad solar durante el mes de junio. Arriba se resaltan en azul oscuro los lugares en los que los rayos solares sólo comienzan a incidir una hora después del alba por cuenta de la sombra propia de las ondulaciones del terreno. Abajo, se resaltan los lugares en los que los rayos solares dejan de incidir una hora antes del ocaso. Teniendo en consideración que se trata de un lugar con clima frío y húmedo, en los lugares en los que habrá restricción solar no se ubicó ningún tipo de edificación o espacio de permanencia y se especificó un material para los senderos apropiado para evitar los resbalones.

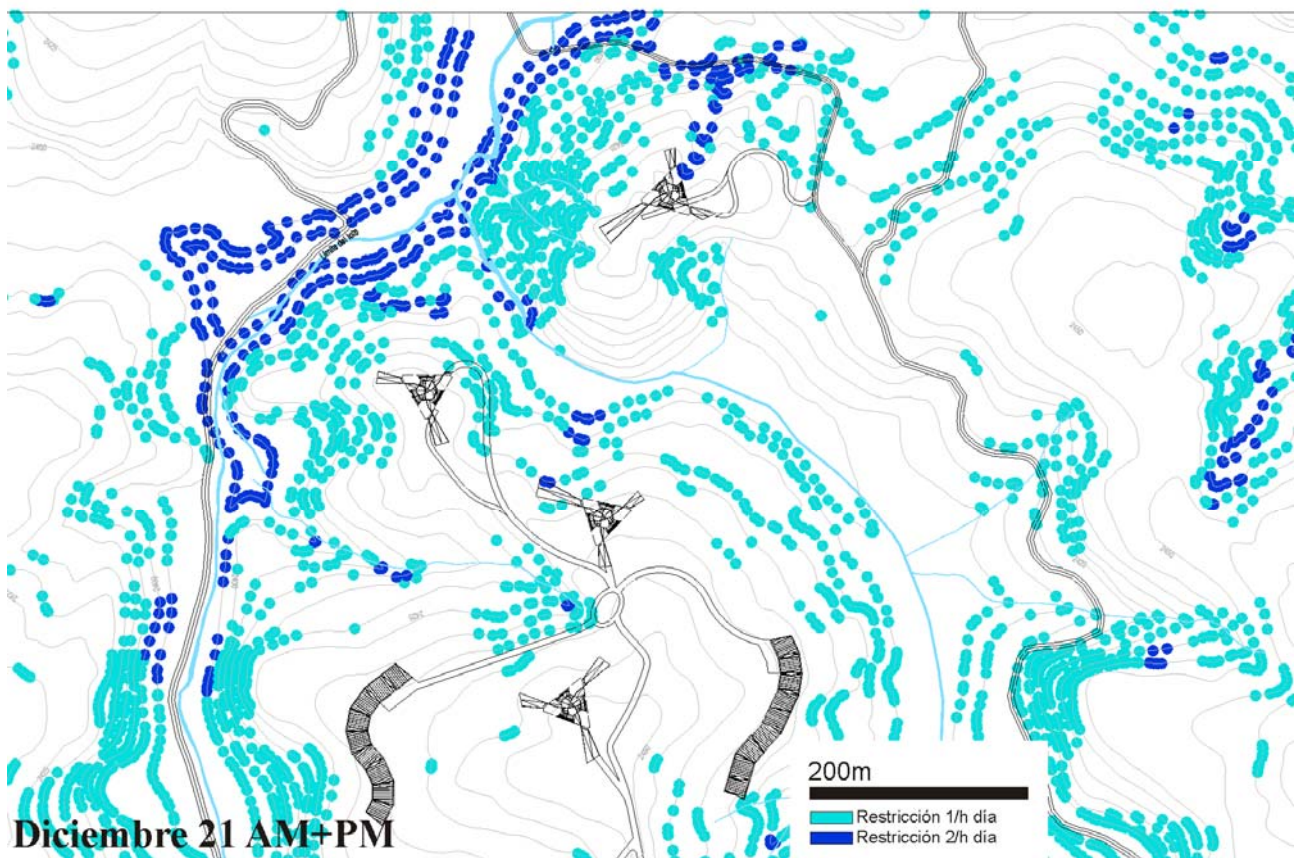
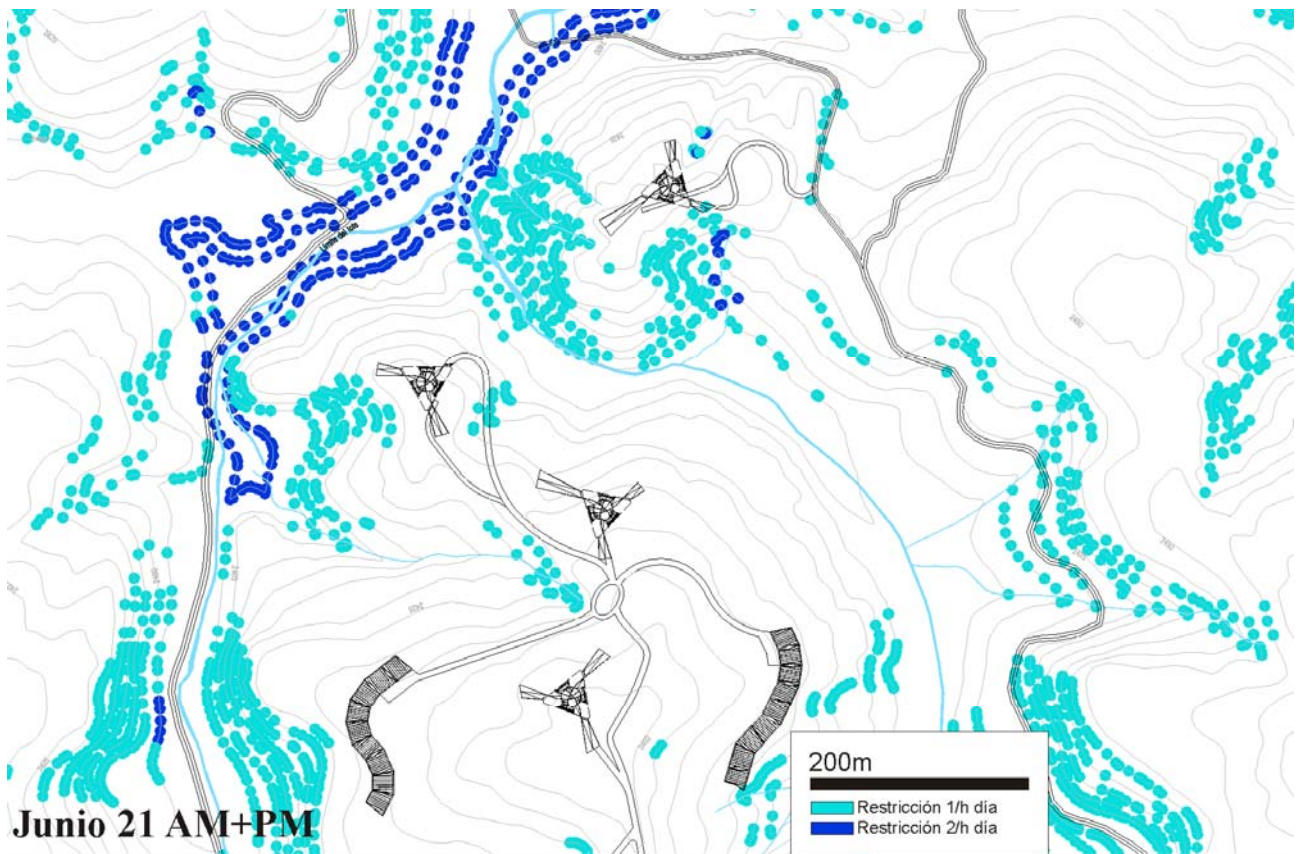


Figura 7 – Mapa consolidado de restricciones de accesibilidad solar. Arriba, se combinan los resultados parciales de la Figura 6 para identificar los lugares del territorio que el 21 de junio tendrán una restricción solar de dos horas diarias, los cuales se resaltan con circunferencias de color azul. En tono claro se resaltan los lugares con una restricción solar menos severa, de una hora diaria. Los sectores en los que no hay circunferencias y se observan las curvas de nivel, corresponden a sitios en los que no habrá restricción en la accesibilidad solar. Abajo, resultados para el mes de diciembre.

4.2. Aplicaciones Adicionales. Cálculos de Restricción Visual en espacios interiores.

Para conocer la porción de un territorio que constituye el paisaje visible desde el interior de un espacio a través de sus vanos, basta dibujar la edificación con sus paredes interiores, sus dispositivos de control solar y el territorio circundante. Ubicando el punto de observación en el interior de un espacio y aplicando la misma herramienta y procedimiento de análisis, se pueden resaltar aquellas porciones del territorio que resultarían visibles a través de los vanos (Figura 8). En estos casos la altura y posición del observador y el diseño de la ventana tienen importantes consecuencias sobre el resultado obtenido, permitiendo rediseñar la forma y posición de los vanos o reubicar incluso elementos en el exterior de la edificación. Estudios de ergonomía visual también podrían ser abordados aplicando este método.

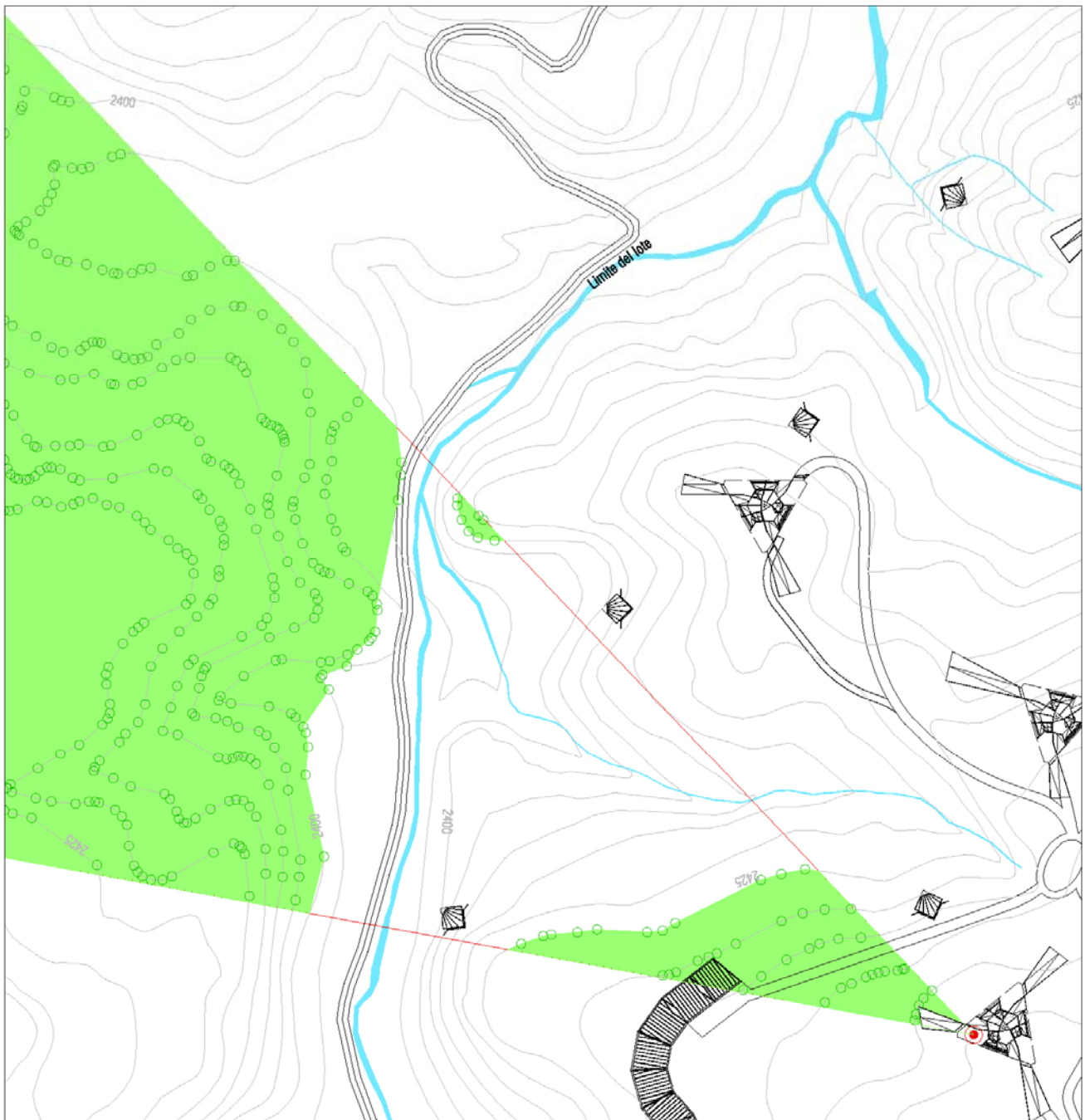


Figura 8 – Porciones del territorio que resultarían visibles por una persona de 1.70 mts de estatura que permaneciera de pie a 7.00 metros de la puerta de acceso de una de las edificaciones.

5. CONCLUSIONES

Durante el proceso de diseño se contó con una importante herramienta que permitió incorporar el tema del recurso paisajístico y visual en la determinación del trazado de las vías y senderos, el emplazamiento de las infraestructuras de apoyo y la ubicación y conformación definitiva de las edificaciones. El producto obtenido, el Plan Maestro para el Núcleo de COMFAMA en el Parque Arví, tiene un importante valor agregado y constituye una innovación en la manera de intervenir un lugar con un alto valor paisajístico.

El procedimiento geométrico y la herramienta informática que le complementa, demostraron su versatilidad para abordar de manera cuidadosa no sólo la intervención de lugares con un potencial paisajístico elevado, sino muchas otras aplicaciones relacionadas con los cálculos de visibilidad. Futuros trabajos de investigación se ocuparán de explorar nuevas aplicaciones al método desarrollado pero en una escala micro. Esta labor comenzará con la valoración de la ergonomía visual en puestos de trabajo.

6. REFERENCIAS

- BAASE, Sara. **Algoritmos computacionales: introducción al análisis y diseño**. México, D.F, Pearson Educación, 2002, Segunda Edición, 686 p.
- CASTILLO, Santiago. **Evaluación del recurso visual de la cuenca alta del Río Chico**. Tesis de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de Colombia, Seccional Medellín, 1985, Medellín, 192 p.
- MELGUIZO Bermúdez, Samuel y Octavio Uribe Toro. **Asoleamiento, Teoría General y Diagramas**. Universidad Nacional de Colombia, Seccional Medellín, Facultad de Arquitectura, 1987, Medellín, 54 p.
- OSORIO, Alfredo. **Análisis del recurso visual en el Cerro del Padre Amaya**. Tesis Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, 1981, 45 p.
- <http://www.parquearvi.org/>