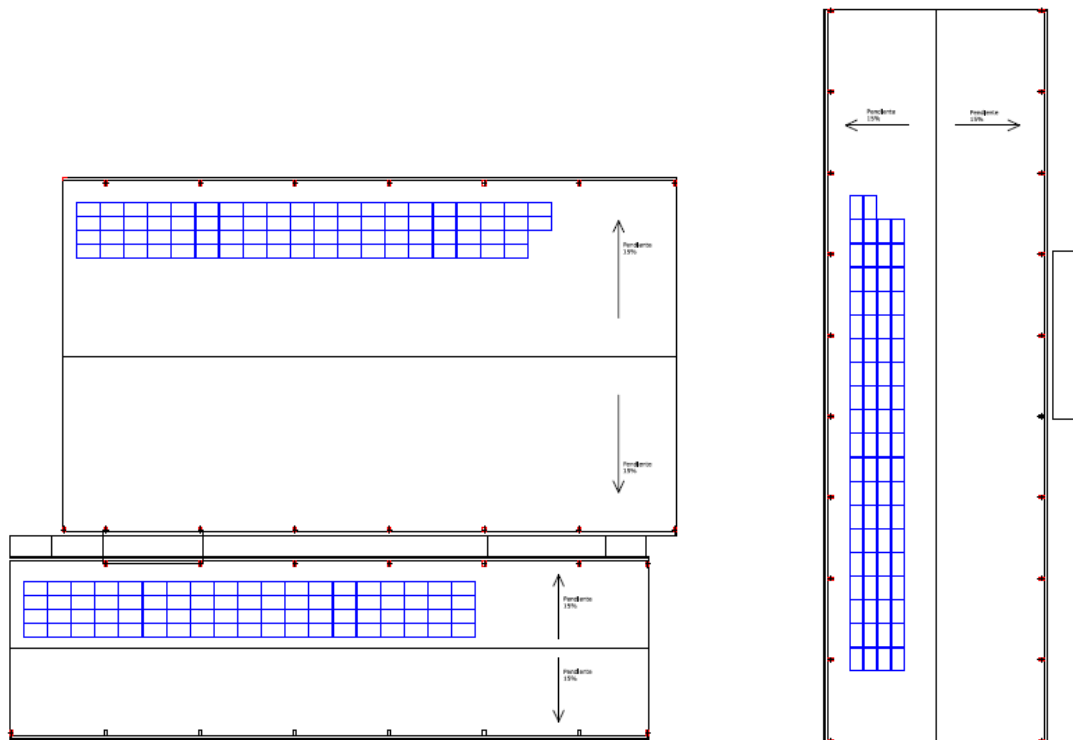
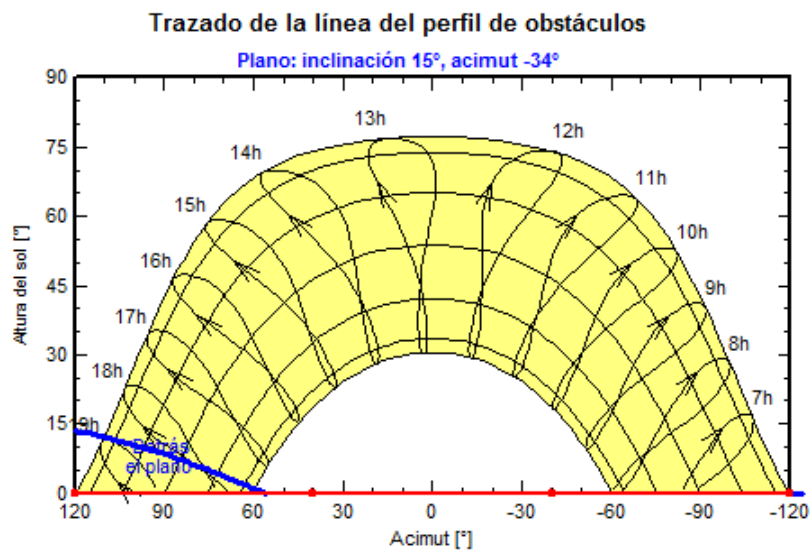


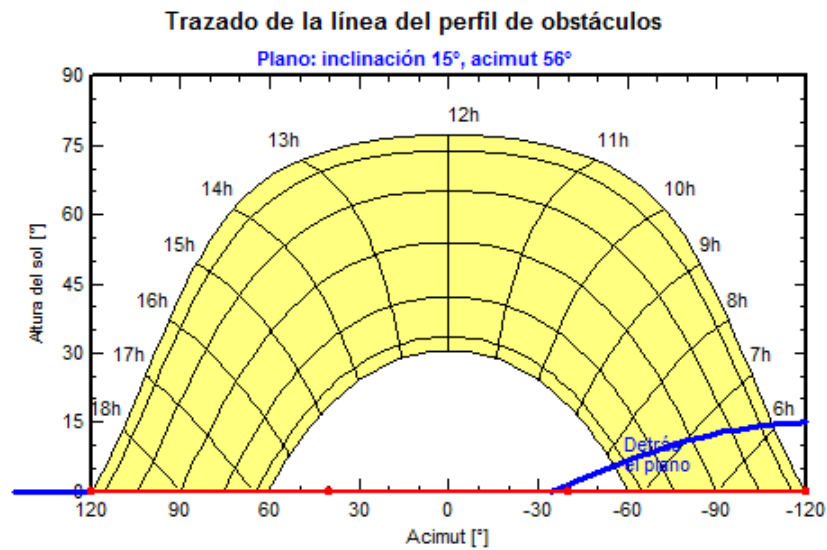
Simulación de sombras

La simulación de sombras se realiza con el software PVSyst y un análisis en Google SketchUp. La disposición de los módulos fotovoltaicos sobre la cubierta es coplanar de acuerdo al siguiente esquema:

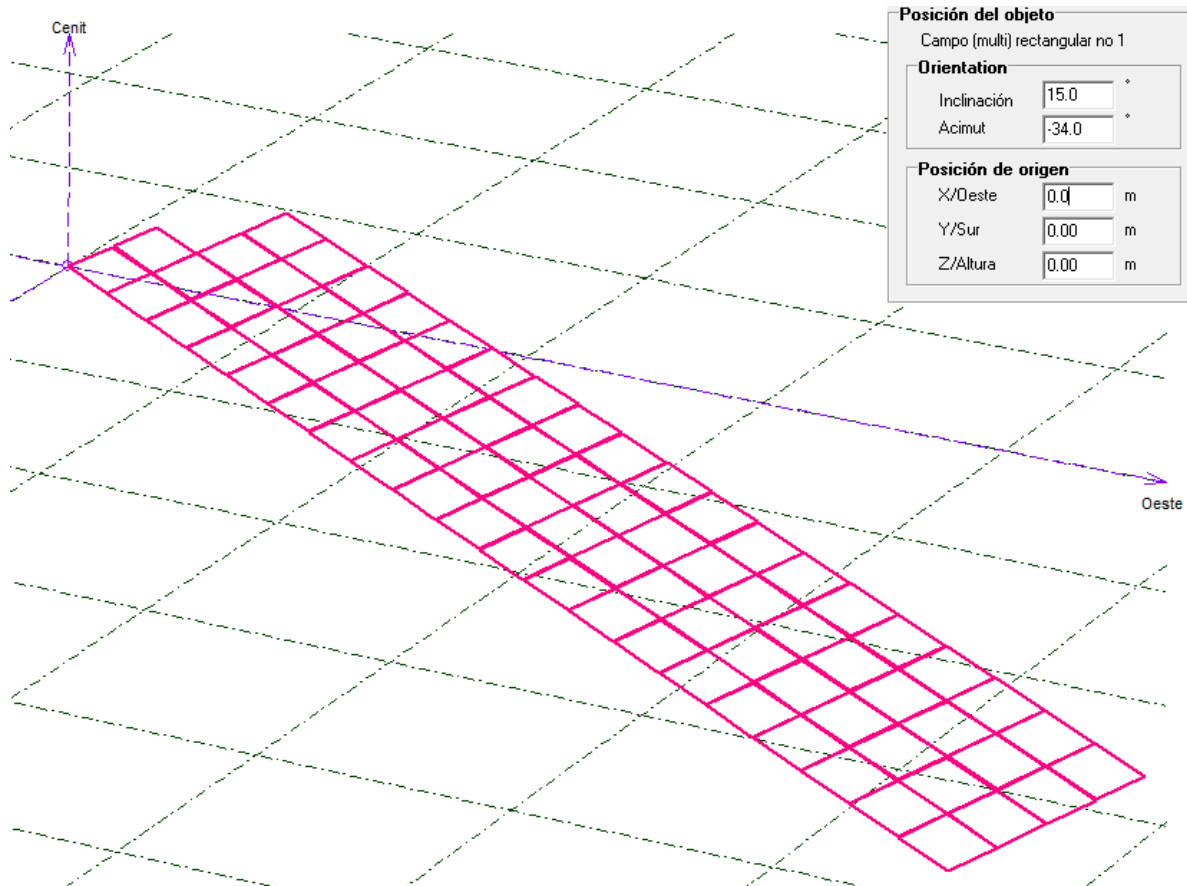


Se tienen tres sub-campos fotovoltaicos, cada uno en un edificio respectivamente. En los edificios 1 y 2 el ángulo azimutal tiene 34° al Este, mientras el edificio 3 el ángulo azimutal es de 54° el Oeste. El perfil de obstáculos en cada caso es el siguiente:

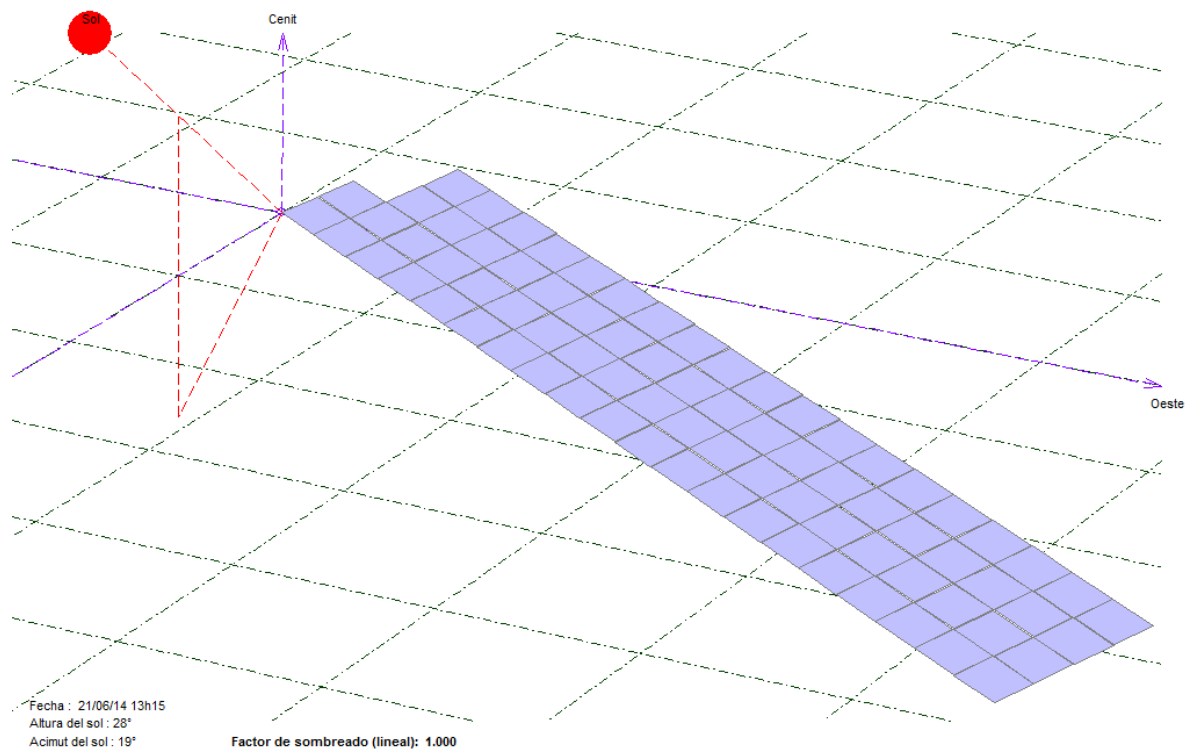




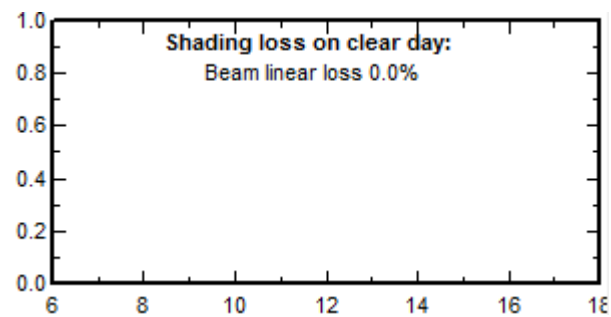
Para la cubierta del Edificio 1, se dispone un sub-campo fotovoltaico compuesto por 78 módulos con azimut 34° el Este. El modelo se presenta a continuación:



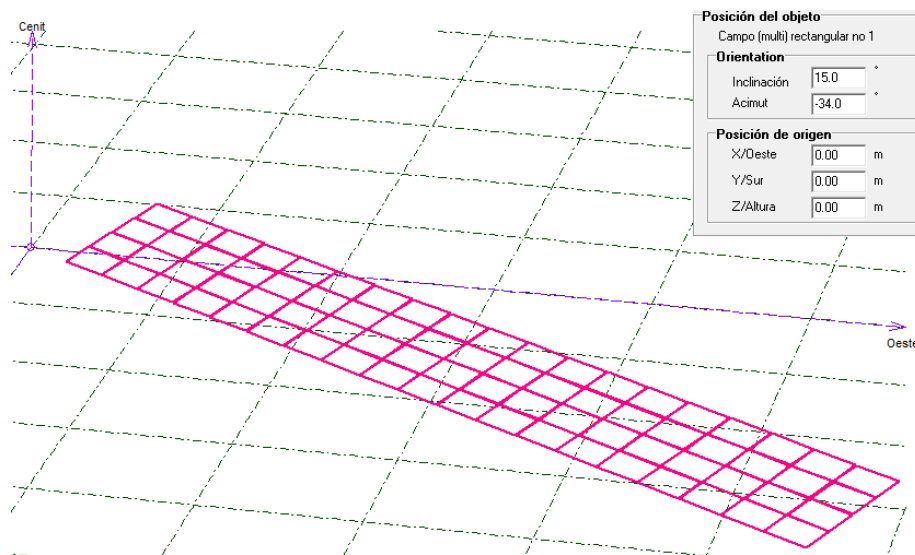
Se simula la situación para el solsticio de invierno en el hemisferio Sur, es decir el 21 de Julio.



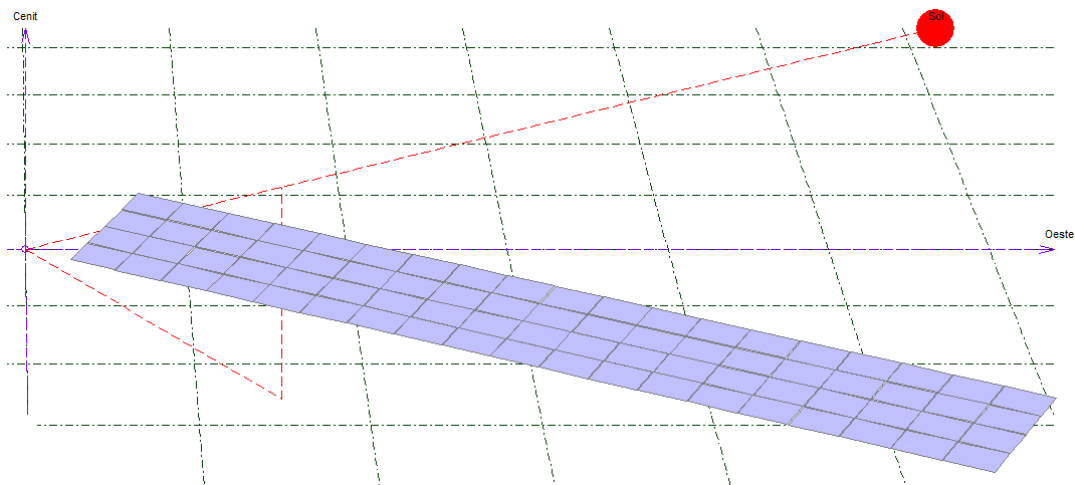
Se tiene entre paneles una pérdida por sombras equivalente a 0%. Esto de acuerdo al siguiente esquema realizado en función de las horas del día.



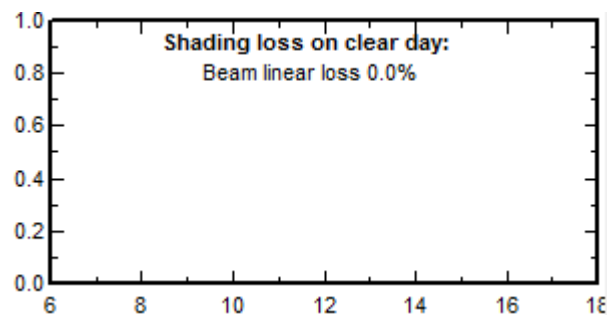
Para la cubierta del Edificio 2, se dispone un sub-campo fotovoltaico compuesto por 76 módulos con azimut 34° el Este. El modelo se presenta a continuación:



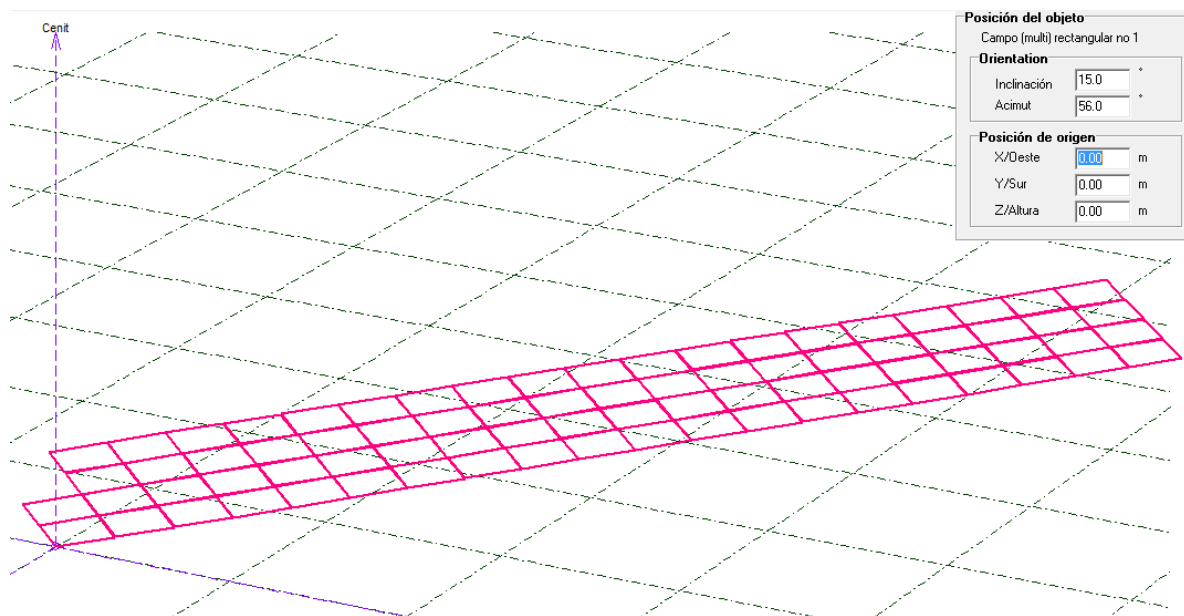
Simulando para el 21 de Julio se tiene:



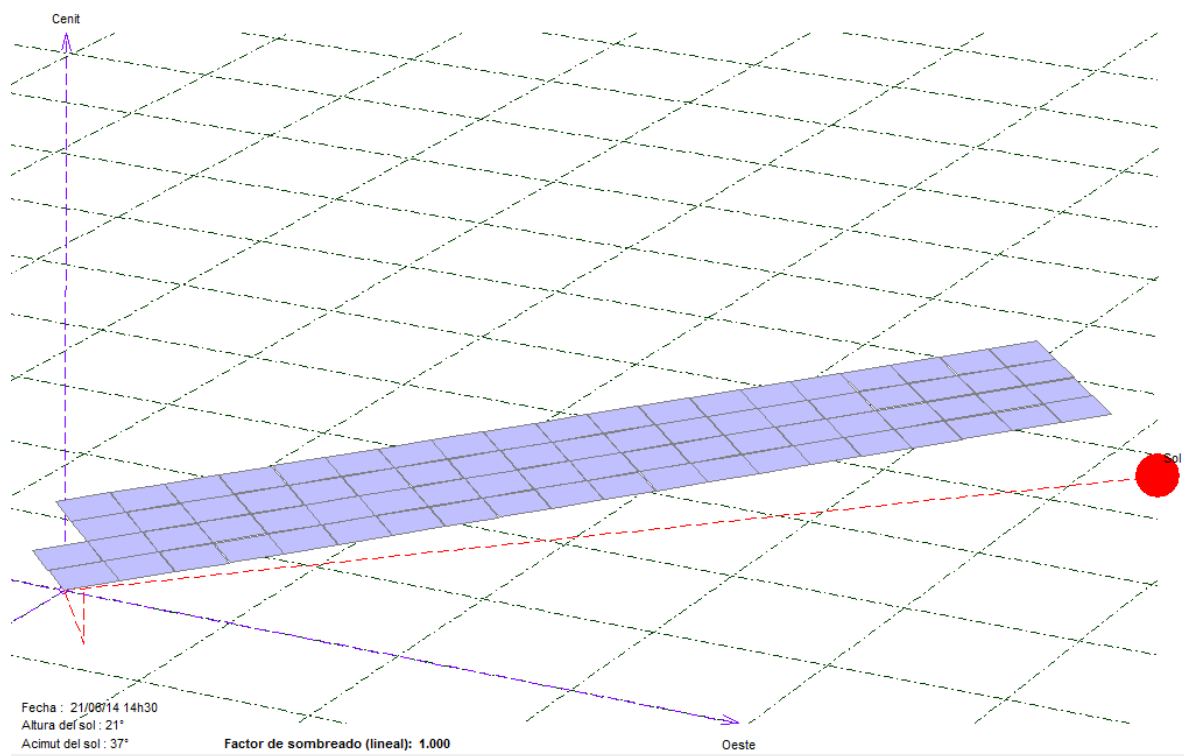
Se tiene entre paneles una pérdida por sombras equivalente a 0%. Esto de acuerdo al siguiente esquema realizado en función de las horas del día.



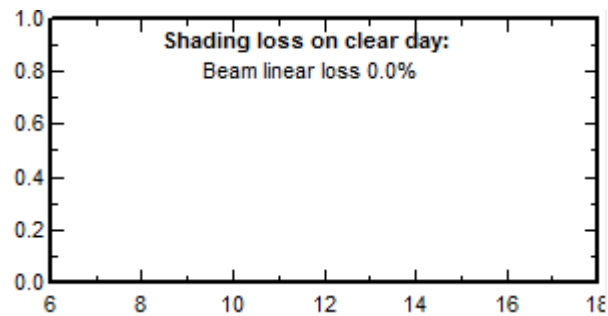
Para la cubierta del Edificio 3, se dispone un sub-campo fotovoltaico compuesto por 78 módulos con azimut 56° el Oeste. El modelo se presenta a continuación:



Análogamente a lo anterior, se simula la situación para el 21 de Julio



Se tiene entre paneles una pérdida por sombras equivalente a 0%. Esto de acuerdo al siguiente esquema realizado en función de las horas del día.

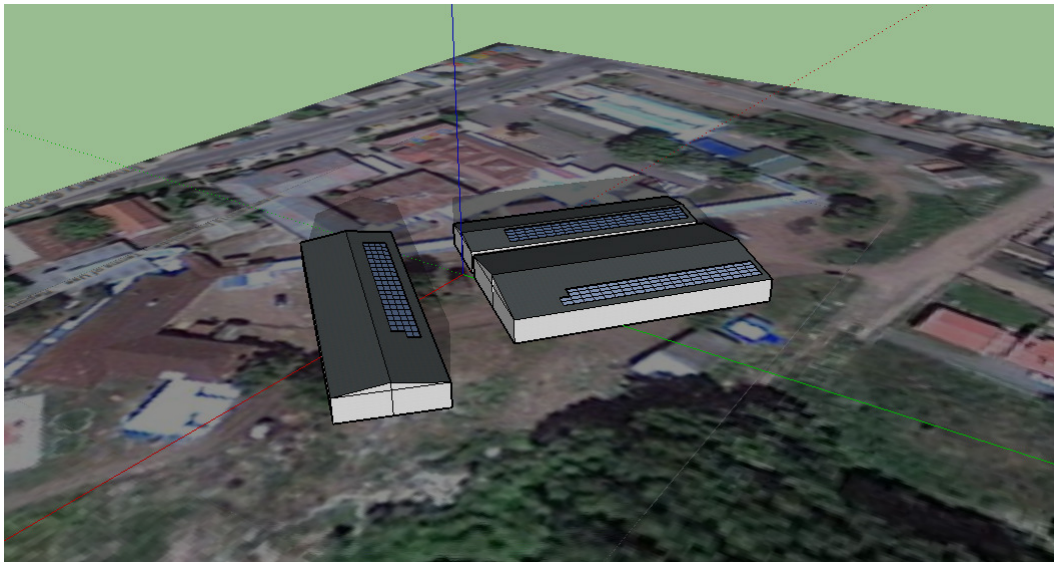


Conclusión: No se generan sombras entre paneles, en ninguno de los sub-campos, evaluado para el solsticio de invierno donde la altura del Sol es la más baja durante todo el año.

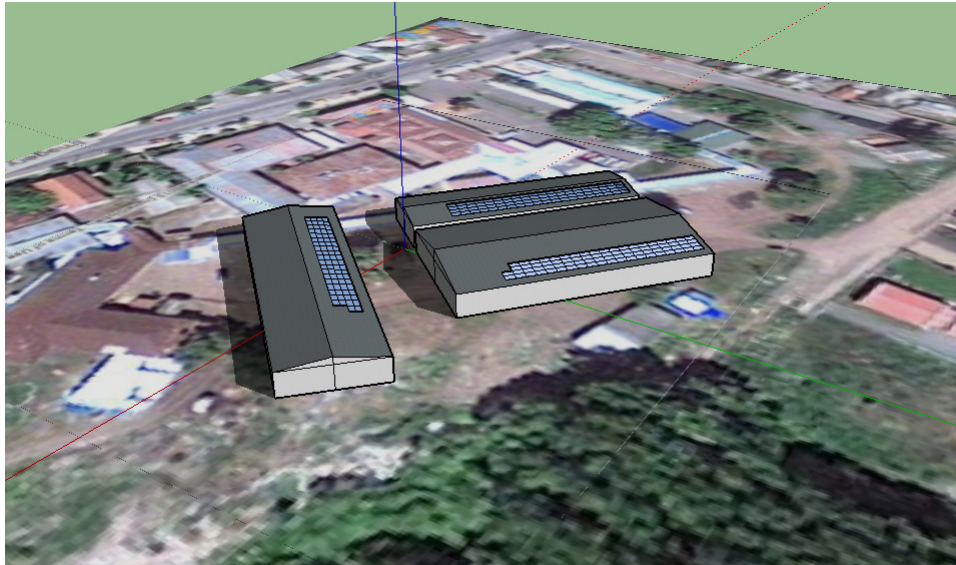
Imágenes con Google SketchUp

Se realiza la simulación de las sombras ocasionadas por los propios edificios y cubiertas del Hospital de Parral en un modelo tridimensional mediante el Google SketchUp. Al igual que en el caso anterior, se aprecian los resultados para el día de solsticio de invierno en tres horarios distintos: 10:00hrs, 14:00hrs y 17:00hrs.

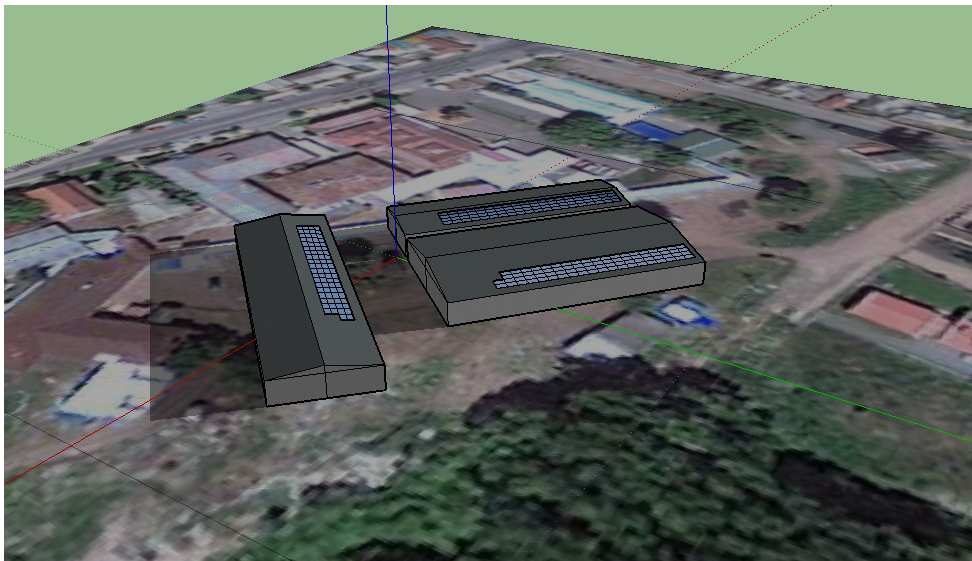
21 de Julio 10:00hrs



21 de Julio 14:00hrs



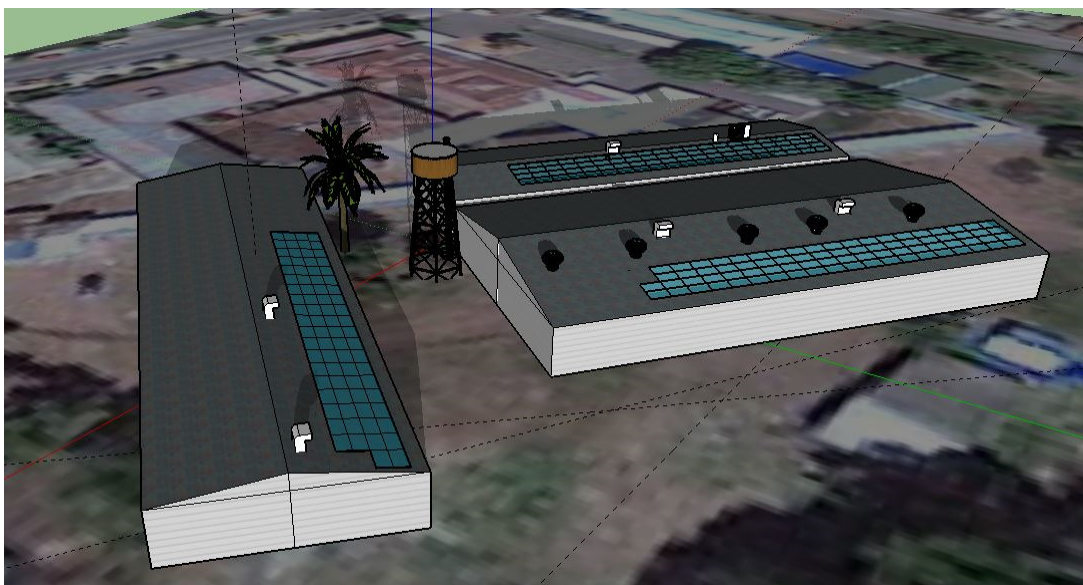
21 de Julio 17:00hrs



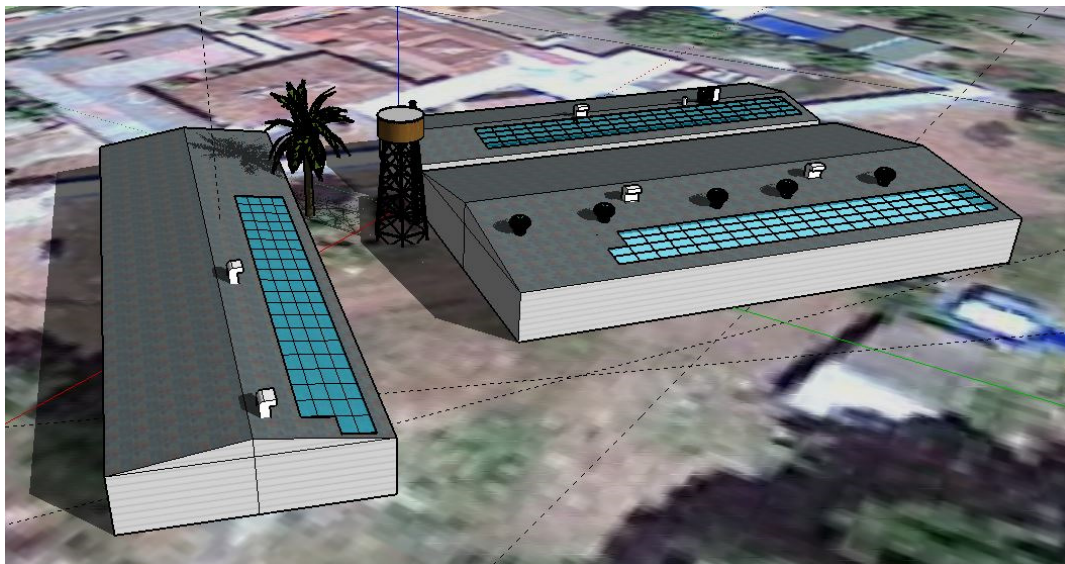
Análisis externo

Para el análisis de sombras con objetos externos se consideran los ductos y equipos de ventilación y climatización, además de la palmera existente y el estanque de agua elevado dentro del recinto. En base a esto se tiene el siguiente resultado:

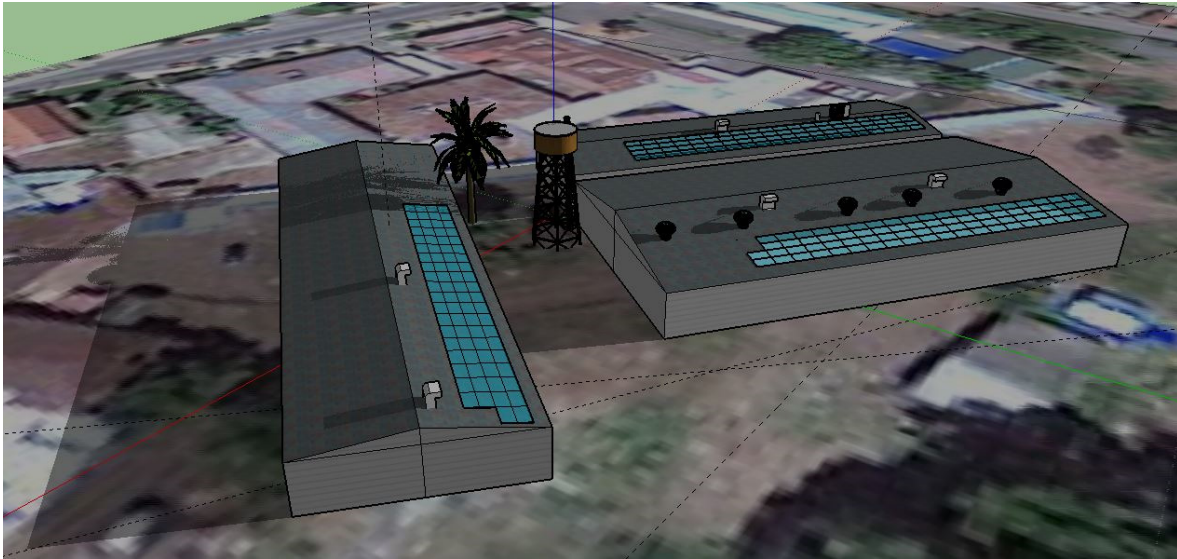
21 de Julio 10:00hrs



21 de Julio 14:00hrs



21 de Julio 17:00hrs



En base al análisis de sombras durante el día se tienen los siguientes alcances:

- Los ductos de ventilación del Edificio 3 ocasionan sombras a una pequeña porción del campo fotovoltaico durante las primeras horas de la mañana.
- La palmera tiene el mismo efecto durante horas de la tarde en el mismo campo fotovoltaico.
- El estanque de agua elevado no produce sombras relevantes, sin embargo, de acuerdo a la visita a terreno se informó que iba a ser remodelado y quitado del lugar.