



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCIÓN.

CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y MEDIO AMBIENTE

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO EN GEOGRAFÍA Y MEDIO AMBIENTE**

**TEMA: CREACIÓN DE UN AMBIENTE VIRTUAL A PARTIR DE PLANOS
ARQUITECTÓNICOS DE LA NUEVA ESTACION PERMANENTE PEDRO
VICENTE MALDONADO EN LA ANTÁRTIDA**

AUTOR: TRUJILLO CAMPOS ANDREA.

DIRECTOR: ING. LEÓN, FRANCISCO

CODIRECTOR: ING. PADILLA, OSWALDO

SANGOLQUÍ, AGOSTO 2014

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por la Srta. ANDREA TRUJILLO CAMPOS como requerimiento parcial a la obtención del título de Ingeniero Geógrafo y Medio Ambiente.

Sangolquí, Agosto de 2014.

Ing. Francisco León

DIRECTOR

Ing. Oswaldo Padilla

CODIRECTOR

REVISADO POR

Ing. Wilson Jácome

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y MEDIO
AMBIENTE**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

ANDREA TRUJILLO CAMPOS

Declaro que:

El proyecto de grado denominado “CREACIÓN DE UN AMBIENTE VIRTUAL A PARTIR DE PLANOS ARQUITECTÓNICOS DE LA NUEVA ESTACIÓN PERMANENTE PEDRO VICENTE MALDONADO EN LA ANTÁRTIDA”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las referencias que constan en las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Sangolquí, Agosto de 2014.

ANDREA TRUJILLO CAMPOS

AUTORIZACIÓN

Yo, ANDREA TRUJILLO CAMPOS

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución, del trabajo “CREACIÓN DE UN AMBIENTE VIRTUAL A PARTIR DE PLANOS ARQUITECTÓNICOS DE LA NUEVA ESTACION PERMANENTE PEDRO VICENTE MALDONADO EN LA ANTÁRTIDA.”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, Agosto de 2014

ANDREA TRUJILLO CAMPOS

DEDICATORIA

A mi familia, por ser el pilar fundamental en mi vida.

A ti, mi amor y al inicio de nuestra aventura juntos.

Andrea

AGRADECIMIENTOS

A mi Director, Ing. Francisco León, por
toda la ayuda y confianza proporcionada.

A mi Codirector Ing. Oswaldo Padilla, por
sus consejos y colaboración.

Al Instituto Antártico Ecuatoriano por su
colaboración en el transcurso del
proyecto.

Andrea

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS.....	vi
CAPITULO 1.....	1
GENERALIDADES	1
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	1
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	2
1.4. OBJETIVOS.....	3
1.4.1. Objetivo General.....	3
1.4.2. Objetivos Específicos.....	3
1.5. METAS	3
CAPITULO 2.....	4
ESTACIÓN PERMANENTE PEDRO VICENTE MALDONADO	4
2.1. ANTECEDENTES.....	4
2.1.1. Sistema Tratado Antártico.....	4
2.1.2. Presencia de Ecuador en la Antártida.....	5
2.2. ESTACIÓN PERMANENTE PEDRO VICENTE MALDONADO	6
2.2.1. Generalidades	6
2.3. ÁREA DE INFLUENCIA DE LA ESTACIÓN PEDRO VICENTE MALDONADO.....	7
2.3.1. Geología.....	10
2.3.2. Geomorfología	11
2.3.3. Hidrología	13
2.3.4. Climatología.....	14
2.3.5. Fauna.....	15
2.3.6. Flora.....	18
CAPITULO 3.....	19
FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	19

3.1. MODELAMIENTO 3D	19
3.1.1. Generalidades	19
3.2. SOFTWARE	19
3.2.1. Google SketchUp.....	19
3.2.2. Introducción a las Entidades	20
3.2.3. Sistema de Coordenadas.....	21
3.2.4. Motor de inferencias	22
3.2.5. Herramientas	23
3.2.6. Texturas	26
3.2.7. Grupos y Componentes	27
3.2.8. Animaciones	28
3.2.9. Gestor de escenas.....	28
3.3. MODELAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	29
Modelo Digital de Elevación.....	29
CAPITULO 4.....	31
EJECUCIÓN DEL PROYECTO	31
4.1. METODOLOGÍA.....	31
4.1.1. Información Base.....	31
Recopilación de Información Base.....	31
Generación de Información Base.....	35
4.1.2. Generación del modelo digital de elevación (MDE).....	35
4.1.3. Modelamiento Estructural	37
Construcción 3D Externa.....	38
Construcción 3D Interior	50
4.1.4. Implementación del Modelamiento Topográfico al Modelamiento Estructural.....	57
4.1.5. Georeferenciación del Modelo 3D.....	63
4.1.6. Área de las Instalaciones de la Nueva Estación Pedro Vicente Maldonado.....	65
4.1.7. Generación de Ambientes Virtuales	73
4.1.8. Realización del recorrido virtual	74
4.1.9. Herramientas de visualización	76

Generación de ambientes virtuales en archivos de formato de documento portátil (PDF).....	76
4.2. DIVULGACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO FINAL	78
CAPÍTULO 5.....	81
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	81
5.1. CONCLUSIONES	81
5.2. RECOMENDACIONES.....	82
BIBLIOGRAFÍA.....	83
ANEXOS.....	85

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.....	16
Cuadro 2.....	17
Cuadro 3.....	20
Cuadro 4.....	24
Cuadro 5.....	25
Cuadro 6.....	26
Cuadro 7.....	31
Cuadro 8.....	65
Cuadro 9.....	68
Cuadro 10.....	70
Cuadro 11.....	71
Cuadro 12.....	72
Cuadro 13.....	72
Cuadro 14.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Isla de Greenwich	8
Figura 3. Vista Panorámica de la Estación Pedro Vicente Maldonado	9
Figura 2. Ubicación de la Estación Científica Pedro Vicente Maldonado	9
Figura 4. Vista de Punta Fort William.....	10
Figura 5. Mapa Topográfico Punta Fort William.....	11
Figura 6. Mapa de ubicación de senderos Punta Fort William	12
Figura 7. Geomorfología de Punta Fort William	13
Figura 8. Vista de la vertiente "Río Culebra"	14
Figura 9. Vista Panorámica de la zona de influencia de la Estación Científica Pedro Vicente Maldonado	15
Figura 10. Google SketchUp.....	20
Figura 11. Sistema de coordenadas SketchUp	22
Figura 12. Motor de Interferencias	23
Figura 13. Cuadro de Texturas	27
Figura 14. Captura del Plano Estructural Talleres.....	32
Figura 15. Captura del Plano Estructural Embarcadero	32
Figura 16. Captura del Plano Estructural Helipuerto	33
Figura 18. Captura del Plano Estructural Tanques de Combustible	33
Figura 17. Captura del Plano Estructural Tanques de Combustible	33
Figura 19. Captura del Plano Estructural Planta Baja Módulo Administrativo	34
Figura 20. Captura del Plano Estructural Planta Baja Módulo Administrativo	34
Figura 21. Captura del Plano Topográfico de la zona de influencia de la Estación.....	34
Figura 22. Modelo Digital de Evaluación Punta Fort William	37
Figura 23. Importación de Autocad a SketchUp.....	38
Figura 24. Conversión de vectores a sólidos	39
Figura 25. Conversión de vectores a sólidos	39
Figura 26. Conversión de vectores a sólidos	40
Figura 27. Texturización de sólidos con herramienta "Paint Bucket"	41
Figura 28. Texturización de sólidos	41
Figura 29. Texturización de sólidos	42
Figura 30. Construcción del módulo Administrativo, Vivienda, Servicios.....	42
Figura 31. Construcción del módulo Administrativo, Vivienda, Servicios.....	43
Figura 32. Construcción del módulo Administrativo, Vivienda, Servicios.....	43
Figura 33. Construcción del módulo Administrativo, Vivienda, Servicios.....	44
Figura 34. Texturización del módulo Administrativo, Vivienda, Servicios	44
Figura 35. Implantación de ventanas en el módulo Administrativo, Vivienda, Servicios	45

Figura 36. Implantación de vigas en el módulo Administrativo, Vivienda, Servicios.....	46
Figura 37. Implantación de vigas en el módulo Administrativo, Vivienda, Servicios.....	46
Figura 38. Implantación de faldón en el módulo Administrativo, Vivienda, Servicios	47
Figura 39. Implantación de faldón en el módulo Administrativo, Vivienda, Servicios	47
Figura 40. Implantación de gradas en el módulo Administrativo, Vivienda, Servicios	48
Figura 41. Implantación de gradas en el módulo Administrativo, Vivienda, Servicios	48
Figura 42. Implantación de gradas en el módulo Administrativo, Vivienda, Servicios	49
Figura 43. Implantación de gradas en el módulo Administrativo, Vivienda, Servicios	49
Figura 44. Implantación de paredes internas en el módulo Administrativo, Vivienda, Servicios	50
Figura 45. Herramienta Trimble 3D Warehouse.....	51
Figura 46. Implantación de muebles en divisiones internas	51
Figura 47. Ubicación de divisiones internas y muebles en estructura externa. Detalle de módulo completo.....	52
Figura 48. Distribución interna planta baja	53
Figura 49. Distribución interna planta alta	53
Figura 50. Detalle de área habitabilidad, ala derecha del Módulo	54
Figura 51. Detalle de área habitabilidad, ala izquierda del Módulo	54
Figura 52. Detalle de área de comedor principal de la Estación	55
Figura 53. Detalle de área de cocina de la Estación	55
Figura 54. Detalle de área de lavandería de la Estación	56
Figura 55. Detalle de área de servicios higiénicos de la Estación	56
Figura 56. Detalle Sala de Mando y Control de la Estación	57
Figura 57. Curvas de Nivel de la zona de influencia de la Estación	58
Figura 58. Ingreso de Cotas de las curvas de nivel en el software Autocad	58
Figura 59. Configuración de unidades en el software SketchUp	59
Figura 60. Curvas de nivel importadas desde Autocad	59
Figura 61. Utilización de la herramienta Explotar en SketchUp.....	60
Figura 62. Resultado de la herramienta “Front Contours”	60
Figura 63. Resultado del terreno después de realizar la suavización.....	61
Figura 64. Imagen de Google Earth de la zona de influencia de la Estación.....	62
Figura 65. Visualización final del Terreno	62

Figura 66. Implementación del modelo de acuerdo a las curvas de nivel.....	63
Figura 67. Visualización final del Proyecto.....	63
Figura 68. Herramienta “Agregar ubicación” en el software SketchUp 8 Pro.....	64
Figura 69. Ubicación de la Estación por medio de Google Earth	64
Figura 70. Ubicación de la Estación agregada al modelo	65
Figura 71. Distribución del Módulo Administrativo, planta baja	67
Figura 72. Módulo Administrativo planta alta	67
Figura 73. Corte Transversal Módulo Administrativo, Vivienda y Servicios.....	73
Figura 74. Corte Transversal Módulo Administrativo, Vivienda y Servicios.....	74
Figura 75. Corte Transversal Módulo Administrativo, Vivienda y Servicios.....	74
Figura 76. Utilización del gestor de escenas para el recorrido virtual.....	75
Figura 77. Utilización de la función “Animación” para el recorrido virtual	76
Figura 78. Documento PDF incorporado el modelo 3D de la Estación Científica Pedro Vicente Maldonado	77
Figura 79. Exposición del presente Proyecto en el el II Taller de Investigaciones Antárticas	79
Figura 80. Parte del cronograma donde se presenta la exposición del Proyecto en el II Taller de Investigaciones Antárticas	80

RESUMEN

El Continente Antártico y su importancia científica en el mundo han logrado que varios países, entre ellos Ecuador, se interesen en conocer y ser parte de este lugar, ya que representa un punto clave para el desarrollo y planificación social y ambiental. Sin embargo, factores como la distancia, el difícil acceso y el clima han provocado que la presencia del país en el continente blanco no sea reconocida a nivel Nacional e Internacional. Por esta razón nació la necesidad de acceder a este lugar de incalculable valor científico e investigativo a través de la aplicación de nuevas tecnologías que permitan contribuir al proceso de desarrollo de herramientas para la construcción y simulación de ambientes virtuales, con un alto nivel de detalle, en cuanto a la definición de su entorno, su geografía y que muestren las instalaciones de la Estación Científica Ecuatoriana Permanente “Pedro Vicente Maldonado”, lugar en el cual se realizan de manera continua importantes investigaciones científicas que tienen que ver con el desarrollo del país y del mundo en general. El presente proyecto servirá de base para la creación de ambientes interactivos 3D, con el objetivo final de generar recorridos virtuales con tecnología de última generación que permita mostrar de manera detallada la estructura y el funcionamiento de cada sitio, en este caso, de la Estación Científica Ecuatoriana Permanente “Pedro Vicente Maldonado”.

PALABRAS CLAVES: AMBIENTE VIRTUAL, ESTACIÓN PERMANENTE "PEDRO VICENTE MALDONADO", CONTINENTE ANTÁRTICO, MODELO 3D, SIMULACIÓN.

SUMMARY

The Antarctic continent and its scientific importance in the world have achieved that several countries, including Ecuador, interested in learning and being part of this place, as it represents a key point for development and social and environmental planning. However, factors such as distance, difficult access and climate have caused the country's presence in the white continent is not recognized at National and International level. Thus was born the need to access this place of incalculable scientific and research value through the application of new technologies to contribute to the process of development tools for building and simulating virtual environments with a high level of detail, regarding the definition of their environment, geography and show the facilities of Standing Ecuadorian scientific Station "Pedro Vicente Maldonado" place in which occur continuously important scientific research that deal with the country's development and the world in general. This project will provide the basis for creating interactive 3D environments, with the ultimate goal of creating virtual tours with latest technology that lets us in detail the structure and operation of each site, in this case, the Research Station Ecuadorian Permanent "Pedro Vicente Maldonado."

PALABRAS CLAVES: VIRTUAL ENVIRONMENTS, PERMANENT ECUADORIAN STATION "PEDRO VICENTE MALDONADO", ANTARTIC CONTINENT, 3D MODEL, SUMULATION.

CAPITULO 1

GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES

El Ecuador a través del Programa Antártico Ecuatoriano y de la creación del Instituto Antártico Ecuatoriano, ha reforzado su presencia y su firme convicción antártica, considerando la importancia geopolítica actual y, más que todo futura, que tiene esta agreste y muy poco conocida región del planeta, sea por sus recursos alimenticios, recursos naturales, o por ser la mayor fuente de agua dulce del planeta. La presencia ecuatoriana en la Antártica ha sido reafirmada por medio de varias expediciones: en la primera de ellas se estableció el refugio denominado “República del Ecuador”, para luego, a través de la II y VII expediciones, culminar la construcción y habilitación de la Estación Científica “Pedro Vicente Maldonado”, en punta Fort William. (INAE, 2013)

Es necesario que todos los esfuerzos realizados en el campo de la investigación que se ejecutan en la Estación Científica Ecuatoriana “Pedro Vicente Maldonado” sean socializados a la comunidad científica Nacional e Internacional. Esta difusión gracias al avance tecnológico puede llegar a un mayor número de personas en el mundo con la utilización de técnicas de modelamiento 3D para acceder de una manera virtual a las instalaciones de la Estación Científica Ecuatoriana Permanente "Pedro Vicente Maldonado", en formatos 3D.

El presente proyecto servirá de base para la creación de ambientes interactivos 3D, con el objetivo final de crear recorridos virtuales con tecnología de última generación para el entendimiento del funcionamiento y la estructuración de la Estación Científica Ecuatoriana Permanente “Pedro Vicente Maldonado”.

1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La importancia científica del Continente Antártico para el mundo es una clave significativa para el desarrollo y planificación social y ambiental del país. Factores como la distancia, el difícil acceso y el clima han dificultado que la presencia del Ecuador en el continente blanco no sea reconocida a nivel Nacional e

internacional. Por esta razón aplicando nuevas tecnologías, se permitirá acceder a este lugar con incalculable valor científico a millones de personas, con una muy buena exactitud, en cuanto a la definición de su entorno, su geografía y mostrar las instalaciones de la Estación Científica Ecuatoriana Permanente “Pedro Vicente Maldonado” en la que flamea la bandera del Tricolor Nacional.

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Tal como establece la Constitución de la República del Ecuador 2008, en el Título I, Capítulo primero, Artículo 4 “El Estado ecuatoriano ejercerá derechos sobre los segmentos correspondientes de la órbita sincrónica geostacionaria, los espacios marítimos y la Antártica”.

Adicionalmente el Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV) en el Objetivo 5, Política 5.2, literal c), establece "Identificar amenazas, prevenir riesgos y reducir vulnerabilidades, para proteger a las personas, al patrimonio nacional y a los recursos estratégicos del Estado." (SENPLADES, 2009); por otro lado, la Ley Orgánica de Educación Superior del 2010, establece en el Título IX, CAPÍTULO 01, Art. 160, que "Corresponde a las universidades y escuelas politécnicas producir propuestas y planteamientos para buscar la solución de los problemas del país, en colaboración con los organismos del Estado y la sociedad."

El valor científico de la Estación Científica Ecuatoriana Permanente “Pedro Vicente Maldonado” para el mundo y Ecuador es incalculable, la falta de socialización a la comunidad nacional e internacional sobre el funcionamiento y estructuración de la Estación genera un desconocimiento de las acciones de investigación necesarias para la planificación y desarrollo a nivel nacional, para elaborar y analizar escenarios futuros que permitan adoptar medidas adecuadas para conservar los ambientes, recursos y reducir los impactos en los grupos sociales de interés. (INAE, 2013)

Las técnicas y métodos de modelamiento 3D han alcanzado de manera eficaz la representación grafica a detalle de la realidad. Los nuevos softwares permiten a los usuarios a acceder a información espacial tridimensional empleada en proyectos vinculados al desarrollo social y científico. El presente proyecto pretende aplicar las técnicas de modelamiento 3D para la representación virtual de la Estación Científica Ecuatoriana Permanente “Pedro Vicente Maldonado”

ubicada en el Continente Antártico para el conocimiento de su funcionamiento y estructuración.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Generar un ambiente virtual para consolidar el diseño de la nueva Estación Científica Ecuatoriana “Pedro Vicente Maldonado” ubicada en el Continente Antártico.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Modelar topográficamente la zona de influencia donde se encuentra ubicada la Estación Científica Ecuatoriana Permanente “Pedro Vicente Maldonado”
- Modelar tridimensionalmente la Estación Científica Ecuatoriana Permanente “Pedro Vicente Maldonado”.
- Construir un ambiente virtual de la Estación Científica Ecuatoriana Permanente “Pedro Vicente Maldonado” para posteriormente desarrollar un recorrido virtual de la Estación.
- Difundir en diferentes niveles y grupos de interés la información obtenida.

1.5. METAS

- Un (1) Modelo Digital de Elevación de la Estación Científica Ecuatoriana Permanente “Pedro Vicente Maldonado”
- Nueve (9) Esquemas digitales tridimensionales de la nueva Estación Científica Pedro Vicente Maldonado, conteniendo: Fachadas (4), Plantas (1), Cortes Longitudinales y Transversales (4).
- Un (1) Modelo texturizado a escala 1:1 de la Estación Científica Ecuatoriana Permanente “Pedro Vicente Maldonado”.
- Un (1) Recorrido virtual del interior y exterior de la Estación Científica Ecuatoriana Permanente “Pedro Vicente Maldonado”

CAPITULO 2

ESTACIÓN PERMANENTE PEDRO VICENTE MALDONADO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Sistema Tratado Antártico

El Tratado Antártico se firmó el 1 de diciembre de 1959 en Washington y entró en vigencia el 23 de junio de 1961, el tratado posee un marco normativo en relación a:

- El uso pacífico de la Antártica.
- La cooperación para la investigación científica.
- Intercambio de información y creación del régimen de inspecciones de las actividades que se realizan en la Antártica.

El Tratado designa a la Antártica como una región de paz y cooperación, abordando además las cuestiones relacionadas con los reclamos de soberanía. Establece que: “en interés de toda la humanidad que la Antártica continúe utilizándose siempre exclusivamente para fines pacíficos y que no llegue a ser escenario u objeto de discordia internacional”.

El Tratado fue firmado por doce países que habían desarrollado actividades en el Continente Blanco durante el Año Geofísico Internacional (1957-58). Los países signatarios fueron: Argentina, Nueva Zelandia, Australia, Noruega, Bélgica, Sudáfrica, Rusia, Chile, Francia, Gran Bretaña, Japón y Estados Unidos. Estos países adquirieron automáticamente la condición de Miembros Consultivos. (ATS, El Tratado Antártico y su partes integrantes, 2013).

Actualmente existen 50 países signatarios, 28 de estos son «partes consultivas», formando un grupo compuesto por los países signatarios originales y los adherentes consultivos; todos los miembros de este grupo poseen derecho a voz y voto en las reuniones consultivas del tratado. A los restantes 22 países que se han adherido al tratado se los considera «parte no consultiva», se los invita a asistir a las reuniones pero no participan en la

toma de decisiones al tener solo voz, pero podrá llegar a ser consultivos si construyen una base antártica o realiza investigaciones científicas importantes en la región. Los firmantes originales no pierden su carácter consultivo si no realizan investigaciones científicas. (ATS, El Tratado Antártico, 2013)

2.1.2. Presencia de Ecuador en la Antártida

En septiembre de 1988 durante el desarrollo de la XI Reunión Consultiva del Tratado Antártico, Ecuador es aceptado como Miembro Consultivo del Tratado Antártico con derecho a voz y voto en las decisiones sobre la normativa y gestión del tratado. (INAE, 2008)

En el año 1992 gracias a la labor científica desarrollada por el país, Ecuador es aceptado como Miembro Pleno con voz y voto, en el Comité Científico de Investigaciones Antárticas (SCAR), el más importante foro científico de la investigación antártica.

Se han efectuado ocho expediciones científicas ecuatorianas a la Antártida, con el fin de cumplir los principios, objetivos, propósitos y responsabilidades como Miembro Consultivo del Tratado Antártico y Pleno del SCAR, lo que ha permitido fundamentalmente la ejecución de proyectos científicos ecuatorianos en la Antártida, difusión de los resultados y el intercambio de información y personal con la comunidad científica internacional.

La Armada Nacional, desde la creación del Programa Antártico Ecuatoriano a cargo del Instituto Oceanográfico, ha desarrollado en forma directa, responsable y eficiente, actividades que han llevado a alcanzar un prestigio internacional en el ámbito del Tratado Antártico, siendo necesario que ésta responsabilidad involucre a otras instituciones por su carácter de interés nacional.

Uno de los lineamientos estratégicos que establece el Plan Nacional de Política Exterior del Ecuador 2006- 2020, considera fomentar y coordinar la presencia del Ecuador en la Antártida, mediante una activa participación en la instancias del Sistema del Tratado Antártico y en los programas de

Investigación Científica del continente Antártico; por lo que a continuación se expande las diferentes acciones del Tratado Antártico. (INAE, 2013)

- Medidas convenidas para la protección de Flora y Fauna Antártica, 1964
- Convención sobre la Conservación de Focas Antártida, 1972
- Convención para la Conservación de los Recursos Vivos y Marinos, 1980
- Convención para la Reglamentación de las Actividades sobre Recursos Minerales Antárticos, 1988
- Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente, 1991
- Convención internacional que reglamenta la caza de ballenas, 2005
- Declaración de Río sobre el medio ambiente y desarrollo, 1992

2.2. ESTACIÓN PERMANENTE PEDRO VICENTE MALDONADO

2.2.1. Generalidades

El 1 diciembre de 1987, el buque ecuatoriano Orión zarpó desde Guayaquil hacia el continente blanco, llevando a bordo un total de 60 miembros entre oficiales, tripulantes e investigadores. La instalación de un refugio y la realización de un intenso programa de investigación marítima en el estrecho Bransfield fueron las actividades más importantes que se cumplieron durante la primera expedición ecuatoriana a la Antártida. Dos años después, el país fue admitido como miembro consultivo del Tratado Antártico y en la actualidad es parte de diversos organismos internacionales que tiene el único fin de preservar a la Antártida como parte fundamental del futuro planeta. El 9 de agosto de 1989, se construyó la primera etapa de la

estación Científica Ecuatoriana, con el nombre de “Pedro Vicente Maldonado”. (INAE, 2013)

El 2 de marzo de 1990 se realizó la ceremonia de inauguración de la Estación Pedro Vicente Maldonado en punta Fort Williams de la bahía Discovery, en la Isla de Greenwich, en donde se requirió de 2000 piezas de estructura metálica consecutivas para la construcción de la estación. (Sánchez, 2008)

En Abril del 2004 el Ecuador creó el Instituto Antártico Ecuatoriano (INAE), establecido mediante Decreto Ejecutivo No. 1610 del 23 de Abril de 2004, publicado en el R. O. 326 del 3 de Mayo del mismo año, como entidad de derecho público, adscrita al Ministerio de Defensa Nacional, con domicilio en la ciudad de Guayaquil, patrimonio y fondos propios, con el objeto de fomentar y mantener la proyección geopolítica del país y la participación permanente en las actividades de investigación científica, en el contexto del Sistema del Tratado Antártico.

2.3. ÁREA DE INFLUENCIA DE LA ESTACIÓN PEDRO VICENTE MALDONADO

Once islas se encuentran en la porción septentrional de la península Antártica, constituyéndose en el archipiélago de las Islas Shetland del Sur, el cual se extiende en dirección ENE-WNW entre los paralelos 61° y 62° 20'S y entre los meridianos 54° y 63°W, las Islas están separadas del Continente Antártico por el Estrecho Bransfield y del Continente Sudamericano (Cabo de Hornos) por el Paso Drake. (H., Horn. & Arellano H, 1990)

La isla Greenwich ubicada a 62° 30' S y 50° 44' W entre las Islas Roberts y Livingston, está cubierta prácticamente en su totalidad por una espesa capa de hielo, destacándose afloramientos rocosos y de sedimentos en las partes más elevadas y en las costas, las que en su mayoría están constituida por glaciares que se cortan abruptamente en si contacto con el mar. (H., Horn. & Arellano H, 1990)

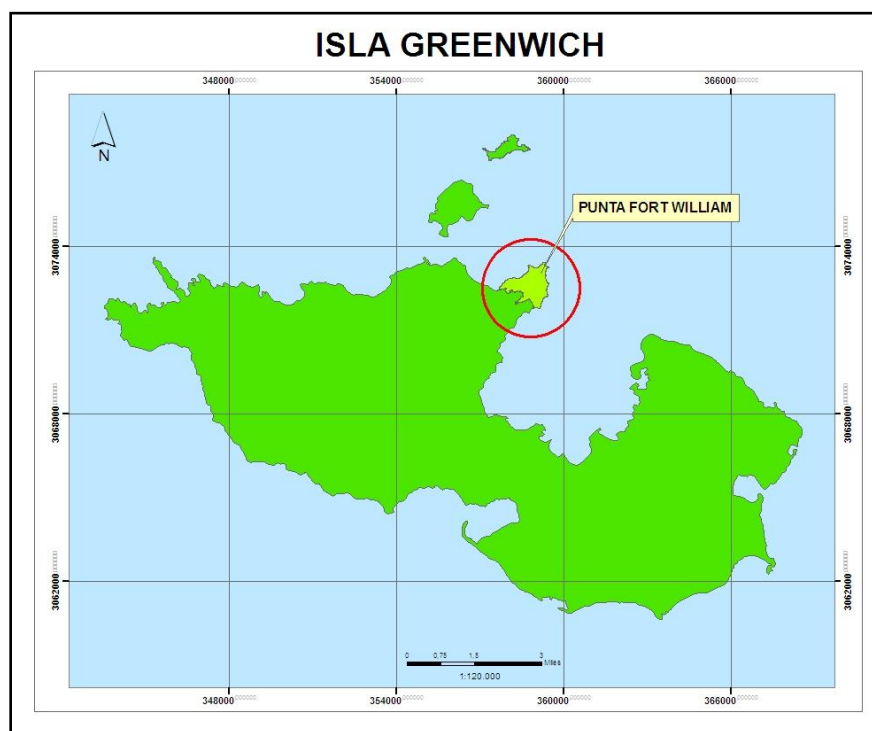


Figura 1. Isla de Greenwich

Fuente: Instituto Antártico Ecuatoriano, 2013.

En la entrada Noroeste, en el lado opuesto a la Punta Bascopé, se encuentra las puntas Figueria y Fort William. Junto a estos dos accidentes, aparecen los Mogotes Aguilera, caracterizados por dos morros aislados, de forma semejantes, cuyas altitudes oscilan entre los 25 y 28 metros; junto a los Mongotes se encuentra una elevación de 61 metros de altura que entra en contacto directo con la actual línea de costa. (H., Horn. & Arellano H, 1990)

El sitio seleccionado para la instalación de la Estación Científica Pedro Vicente Maldonado se ubicó al sudoeste de los Mogotes Aguilera, en una plataforma de tierra suelta, glacial-marina, teniendo como acceso principal la Ensenada Guayaquil y la Caleta Jambelí. (H., Horn. & Arellano H, 1990)

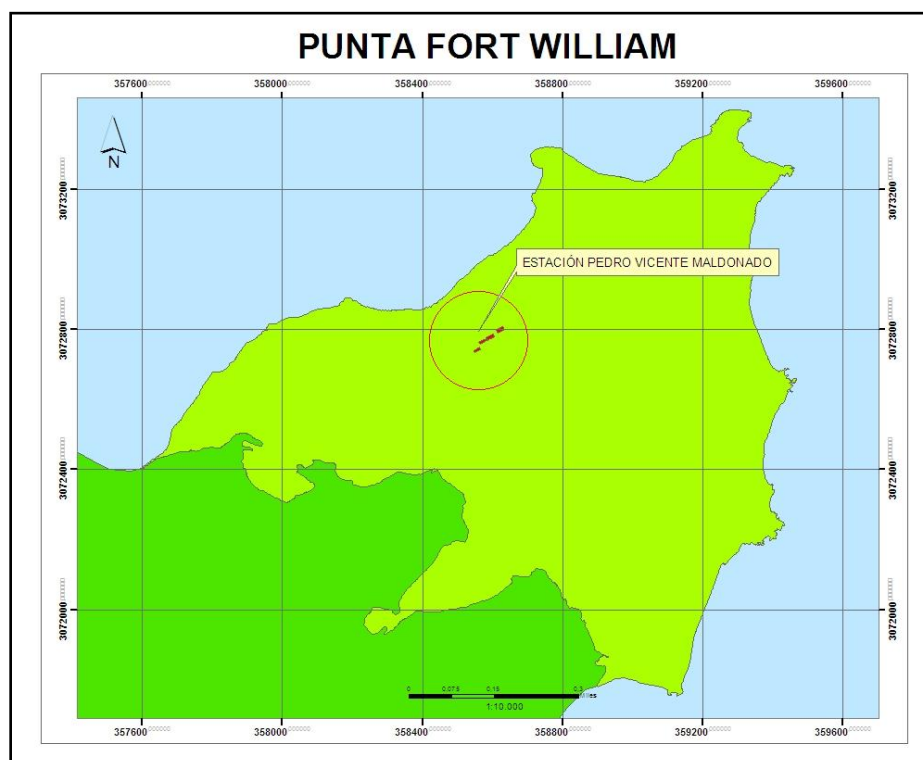


Figura 2. Ubicación de la Estación Científica Pedro Vicente Maldonado

Fuente: Instituto Antártico Ecuatoriano, 2013.



Figura 3. Vista Panorámica de la Estación Pedro Vicente Maldonado

Fuente: Instituto Antártico Ecuatoriano, 2013.

2.3.1. Geología

El área donde se ubica la estación Pedro Vicente Maldonado presenta restos de rocas volcánicas compuestas de andesítica y andesita-basáltica. Estos cuerpos de roca presentan una fuerte erosión debido a las actividades glaciares y marina, observándose actualmente solo afloramientos aislados. (Cornejo, R.et al, 1993)

Se observan sedimentos derivados de la actividad glaciár, marina y fluvio-glaciár entre los cuerpos de roca, cubriendo la mayor parte del área. Los sedimentos derivados de la actividad glaciár corresponden a gravas algo arenosas y angulares ubicadas en los bordes de los glaciares. Los sedimentos de origen marino corresponden a gravas arenosas cuyos clastos varían de redondeados a subredondeados y los cuales conforman depósitos de playa antiguos y actuales. (Cornejo, R.et al, 1993)



Figura 4. Vista de Punta Fort William

Fuente: Villota P., 2012.

2.3.2. Geomorfología

La morfología de los depósitos adyacentes a la línea de costa actual del área de influencia, tiene un papel fundamental para el estudio de la historia evolutiva de la región y sus alrededores.

En la Punta Fort Williams, las áreas continentales más elevadas exhiben superficies planas con una gradiente abrupta en contacto con depósitos postglaciales y litoráneos o directamente a través de fallas, con las aguas del Estrecho Inglés y Bahía Chile. Tres dominios morfológicos principales se observan en la región: el glacial, el fluvio-glacial y playal-marino. (H., Horn. & Arellano H, 1990)

La región de Fort Williams está situada entre dos frentes de glaciares, uno junto a Bahía Chile, Glacial Traub y otro en contacto con el Estrecho Inglés, Glacial Quito. (H., Horn. & Arellano H, 1990)



Figura 5. Mapa Topográfico Punta Fort William

Fuente: Salazar D., 2012.

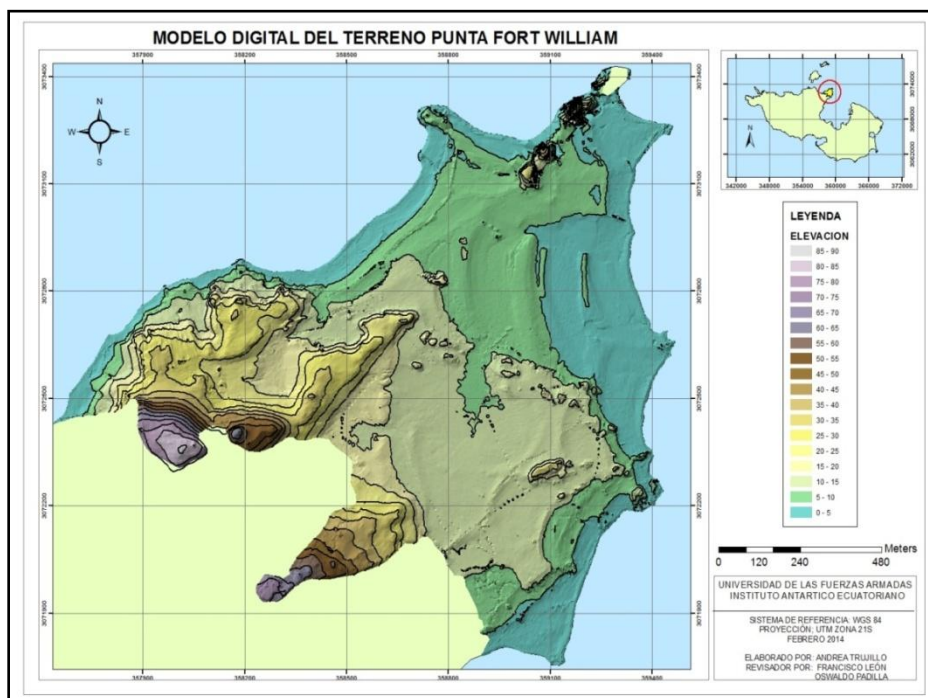


Figura 6. Modelo Digital del Terreno Punta Fort William

Fuente: Instituto Antártico Ecuatoriano, 2012.

En el sector de Punta Fort William se reconocen esencialmente siete unidades geomorfológicas:

- Promontorios Rocosos (Pr)
- Depósitos de Playa (Dp)
- Depósitos Glaciolacustres (Dgl)
- Depósitos Fluvioglaciares (Df)
- Zona de Abrasión (Za)
- Depósitos Glaciares (Dg)
- Glaciares

Algunas unidades geomorfológicas presentan diferentes zonas de pendientes, en las que actúan procesos geomorfológicos diferentes.

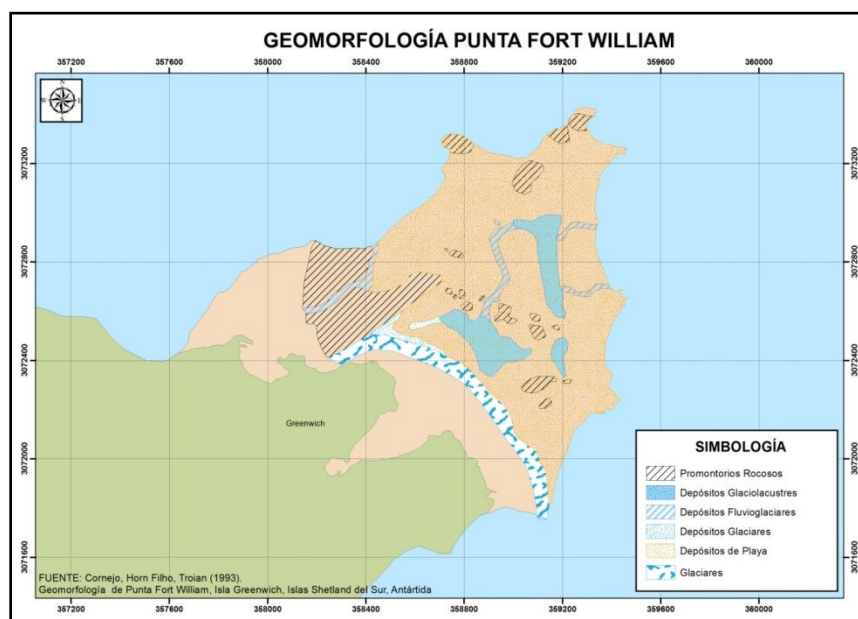


Figura 7. Geomorfología de Punta Fort William

Fuente: Cornejo, R. et al, 1993.

2.3.3. Hidrología

La hidrología del sector se la puede definir como cursos de agua de deshielo de glaciares o vertientes, que durante el invierno austral son mínimos y corren por debajo de la superficie glaciar. Por su parte en el verano austral éstas vertientes crecen gracias a la fusión de los glaciares y la nieve, sin embargo son de poco caudal y longitud (el más voluminoso es la vertiente “Río Culebra”), producen la movilización de los depósitos antiguos de playa y de los sedimentos de origen glaciar. Estos depósitos están constituidos por arenas finas y gruesas. (Villota, P, 2013)

Se presentan depósitos glacio-lacustres en los sectores en donde las aguas de los deshielos se han acumulado.



Figura 8. Vista de la vertiente "Río Culebra"

Fuente: Villota P., 2012.

2.3.4. Climatología

La temperatura media es de 3°C; la media mínima es de -5,2°C; la media máxima es de -1,2 °C; estos datos fueron obtenidos del estudio de PROANTEC, Ecuador, 1990, de la Estación Meteorológica Arturo Prat, para un periodo de 14 años de observaciones (1947 – 1960). Las temperaturas tienden a ser elevadas en los meses de verano (octubre a marzo), disminuyendo sensiblemente durante abril a septiembre. La humedad relativa media anual para todo el periodo considerado es de 82%. Los meses de marzo, abril y diciembre, presentan mayor humedad (84%).

Las lluvias son dominantes en los meses de febrero, marzo y diciembre. La precipitación de nieve predomina durante los meses de marzo y octubre (11%), seguidos de junio, agosto y septiembre (10%). El tiempo nublado (17% de los días) es frecuente en la región. Las aguas de la Bahía Chile y el Estrecho Ingles se congelan completamente durante los meses de abril a septiembre, con un espesor de 1 a 1,5 metros. El deshielo se inicia en octubre en el Estrecho y posteriormente en la Bahía, despejando los hielos en dirección al Estrecho Bransfield.



Figura 9. Vista Panorámica de la zona de influencia de la Estación Científica Pedro Vicente Maldonado

Fuente: INAE, 2012.






2.3.5. Fauna

Generalmente la vida se manifiesta en las costas, por lo que la península antártica es un lugar especial para la concentración de fauna debido a la proximidad del mar en toda su extensión, por esta razón se observa una importante variedad de especies en el sector donde está ubicada la Estación Pedro Vicente Maldonado. (H., Horn. & Arellano H, 1990)



Las especies que se observaron en el área de influencia de la Estación Científica Pedro Vicente Maldonado se detallan a continuación.

Cuadro 1.

Especies de Aves Observadas en la zona de influencia de la Estación

AVES		
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FOTOGRAFÍA
Petrelas gigantes	Macronetes giganteus	
Gaviotas dominicanas	Larus dominicana	
Skuas pardas	Catharacta lonnbergi	
Gaviotín	Sterna vittata	
Cormorán	Phalacrocorax atriceps	



AVES		
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FOTOGRAFÍA
Pingüino antártico	<i>Pygoscelis antarctica</i>	
Papúa	<i>pygoscelis papua</i>	

Cuadro 2.

Especies de Mamíferos observados en la zona de influencia de la Estación.

MAMÍFEROS		
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FOTOGRAFÍA
Focas de Weddell	<i>Leptonychotes weddelli</i>	
Elefantes marinos	<i>Mirounga Leonina</i>	
Lobos marinos	<i>Arctocephalus gazella</i>	

2.3.6. Flora

En la zona donde se ubica la Estación Pedro Vicente se observó plantas terrestres las cuales se encontraban fijadas sobre las rocas y en los sectores desprovistos de nieve y hielo, se encontraron líquenes, musgos, algas y hongos. Las especies antárticas se limitan a algunas plantas con flores, hongos, líquenes, musgos y algas. De todas ellas, los líquenes son el grupo que mejor se ha adaptado al rigor del clima. Muchos de estos organismos son tan simples como las algas; otros más complejos como los líquenes, musgos y hongos; pero existen otros muy primitivos como las bacterias. (H., Horn. & Arellano H, 1990)

En el mar que circunda el Antártico existe una gran diversidad de algas marinas, algunas de enormes folíolos de 30 metros de largo y algo más de medio metro de ancho, así como algas microscópicas. (Villota, P, 2013)

Los líquenes están muy adaptados al clima antártico, son sumamente resistentes y capaces de sobrevivir en condiciones extremas. En la Antártida las únicas plantas fanerógamas que se conocen son el pasto antártico (*Deschampsia antarctica*), y la hierba (*Colobanthus quitensis*) y se suelen encontrar entre los musgos y en zonas muy protegidas. (Villota, P, 2013)

CAPITULO 3

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

3.1. MODELAMIENTO 3D

3.1.1. Generalidades

Desde un punto de vista técnico un modelo 3D, es un grupo de fórmulas matemáticas que describen un ambiente en tres dimensiones. Es una representación esquemática visible a través de un conjunto de objetos, elementos y propiedades que, una vez procesados, se convertirán en una imagen 3D o una animación 3D. Este conjunto de características suele estar formado por objetos poligonales, tonalidades, texturas, sombras, reflejos, transparencias, translucidez, reflexiones, iluminación, profundidad de campo, desenfoces por movimiento, ambiente y punto de vista.

3.2. SOFTWARE

3.2.1. Google SketchUp

Google SketchUp es un programa informático de diseño gráfico y modelado en 3D, consta de un sistema operativo de fácil utilización que permite crear, compartir y presentar modelos 3D generando una conceptualización de elementos en tres dimensiones. Estos elementos pueden georeferenciarse por medio de imágenes de Google Maps y subirlos a la red para el acceso y utilización del público en general, también se pueden visualizar otros modelos que han sido generados por otros usuarios alrededor del mundo. Todos estos archivos se encuentran enlazados a una comunidad conocida como Diseños de SketchUp.



Figura 10. Google SketchUp

Fuente: (Google SketchUp Pro, 2014)

3.2.2. Introducción a las Entidades

Los modelos de SketchUp se crean básicamente uniendo líneas para formar aristas. Las caras se crean automáticamente cuando tres o más líneas o aristas están en el mismo plano (un espacio plano infinito 2D) o son coplanarias y forman un bucle cerrado. Las aristas y las caras se combinan de este modo para crear modelos 3D. (Pérez, J, 2013)

Para la creación de un modelo 3D el programa ofrece al usuario un conjunto de entidades con diferentes funciones con una fácil y práctica utilización. A continuación, se detalla una lista completa de las entidades disponibles en SketchUp.

Cuadro 3.

Entidades Básicas Google SketchUp

NOMBRE	NOTAS
Línea	Las líneas en SketchUp son rectas. Las líneas, también de nominadas aristas, son el elemento básico de construcción de todos los modelos de SketchUp.



NOMBRE	NOTAS
Círculo	Los círculos, arcos y curvas se componen de varias líneas o aristas.
Arco	Sección de circunferencia o de cualquier otra curva
Polígono	Figura plana compuesta por una secuencia finita de segmentos rectos consecutivos que cierran una región en el plano.
Curva	Línea continua de una dimensión, que varía de dirección paulatinamente.
Polilínea	Consiste de uno o más segmentos de línea.
Agrupar	Las entidades de grupos se utilizan para combinar dos o más entidades en el modelo para realizar operaciones rápidas, como una copia.
Componente	Las entidades de componentes son como los grupos, con la diferencia de que se pueden volver a utilizar en cualquier modelo de SketchUp. Los componentes son modelos de SketchUp que se utilizan dentro de otros modelos.
Línea guía	Una entidad de línea guía es una línea temporal que se utiliza como ayuda para dibujar.
Acotación	Una indicación que señala la longitud de una arista o de un radio.
Superficie	Las entidades de superficie son el resultado de combinar varias caras para dar sensación de uniformidad.
Plano de sección	
Imagen	Una imagen raster o basada en píxeles, importada.
Texto	El texto puede estar desvinculado ("flotando") o vinculado a una entidad concreta utilizando una línea de guía.

Fuente: Google SketchUp, 2014.

3.2.3. Sistema de Coordenadas

SketchUp utiliza un sistema de coordenadas 3D en el que los puntos se identifican en el espacio mediante su posición en tres ejes de dibujo: X, Y, y Z positivos o negativos por encima o por debajo del suelo. (Pérez, J, 2013)

En SketchUp el valor X positivo o negativo se representa mediante líneas rojas continuas o punteadas respectivamente; Y positivo o negativo se ilustran respectivamente mediante líneas de eje verdes continuas o punteadas; y Z positivo o negativo (por encima o por debajo del suelo) se representa mediante líneas azules continuas o punteadas. (Pérez, J, 2013)

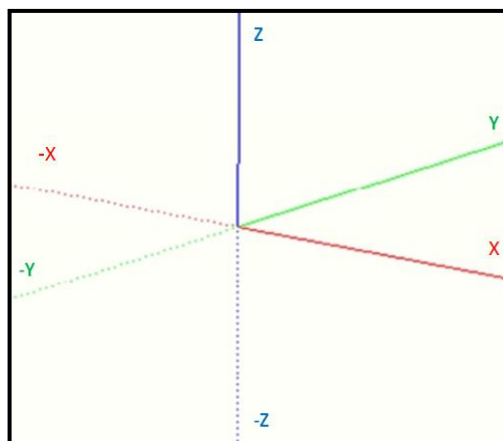


Figura 11. Sistema de coordenadas SketchUp

Fuente: Google Sketchup, 2014.

3.2.4. Motor de inferencias

SketchUp incorpora un motor de inferencias invisible que ayuda a dibujar modelos precisos y realistas. El motor de inferencias sitúa o infiere puntos a partir de otros puntos del modelo, como el centro de un círculo, el punto medio de una línea, una perpendicular al plano del suelo, un punto sobre una cara, sobre una arista, etc. (Pérez, J, 2013)

El programa SketchUp señala estos puntos mediante indicadores de colores y notas de ayuda, mensajes en pantalla que indican la posición del cursor mientras se dibuja una entidad.

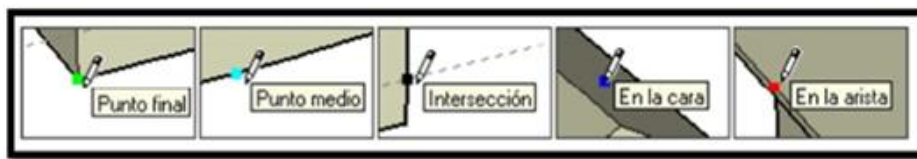


Figura 12. Motor de Interferencias

Fuente: Google Sketchup, 2014.

3.2.5. Herramientas

SketchUp brinda al usuario diferentes herramientas orientadas al trazo y diseño de los elementos. Algunas de estas herramientas sirven para crear entidades comunes como círculos, arcos, polígonos o líneas a mano alzada. Otras permiten dibujar modelos complejos modificando otros modelos (dividiendo, sesgando e incluso combinando geometrías). (Pérez, J, 2013)

Las herramientas de SketchUp se dividen en cinco categorías:

Herramientas Principales.- Utilizadas con frecuencia para seleccionar y modificar geometrías.

Herramientas de Dibujo.- Para crear geometrías.

Herramientas de Modificación.- Utilizada para retocar geometrías existentes.

Herramientas Auxiliares.- Para crear líneas o puntos de apoyo y documentar el modelo.

Herramientas de Cámara.- Para ver las geometrías.

Herramientas de Paseo.- Para explorar el modelo.

En el cuadro siguiente se enumeran todas las herramientas de dibujo y de modificación.

Cuadro 4.

Herramientas Principales de Dibujo y de Modificación.

<u>Icono</u>	<u>Herramienta</u>	<u>Tipo</u>	<u>Notas</u>
	Seleccionar (espacio)	Principal	Se utiliza para seleccionar entidades.
	Pintar (B)	Principal	Se utiliza para aplicar materiales (combinaciones de color y texturas).
	Crear Componente	Principal	
	Borrar (E)	Principal	Se utiliza para eliminar geometrías y reunificar caras.
	Línea (L)	Dibujo	Se utiliza para crear, interaccar o dividir una cara u otra línea (arista).
	Rectángulo (R)	Dibujo	Se utiliza para crear, intersecar o dividir una cara u otra línea (arista).
	Círculo (C)	Dibujo	Se utiliza para crear, intersecar o dividir una cara u otra línea (arista).
	Arco (A)	Dibujo	Se utiliza para crear, intersecar o dividir una cara u otra línea (arista).
	Polígono	Dibujo	Se utiliza para crear, intersecar o dividir una cara u otra línea (arista).
	Mano Alzada	Dibujo	Se utiliza para crear, intersecar o dividir una cara u otra línea (arista).
	Mover (M)	Modificación	Se utiliza para mover, distorsionar (autoplegar) y copiar entidades.
	Empujar/tirar (P)	Modificación	Se utiliza para ampliar y contraer geometrías.

Fuente: Fuente: Google SketchUp, 2014.

Cuadro 5.

Herramientas de Modificación y Auxiliares.

<u>Icono</u>	<u>Herramienta</u>	<u>Tipo</u>	<u>Notas</u>
	Rotar (Q)	Modificación	
	Sigueme	Modificación	Se utiliza para duplicar un perfil a lo largo de un recorrido o ruta.
	Escala (S)	Modificación	
	Equidistancia (F)	Modificación	
	Medir (T)	Auxiliar	Se utiliza para obtener mediciones y crear entidades de líneas auxiliares.
	Acotación	Auxiliar	Se utiliza para calcular y mostrar una acotación.
	Transportador	Auxiliar	Se utiliza para fijar ángulos.
	Texto	Auxiliar	
	Ejes	Auxiliar	
	Texto 3D	Auxiliar	Se utiliza para dibujar geometría de texto tridimensional.
	Plano de sección	Auxiliar	Se utiliza para crear efectos de corte de sección.

Fuente: Google SketchUp, 2014

Cuadro 6.

Herramientas de Cámara y Paseo.

<i>Icono</i>	<i>Herramienta</i>	<i>Tipo</i>
	Orbitar (O)	Cámara
	Desplazar (H)	Cámara
	Zoom (Z)	Cámara
	Ver modelo centrado	Cámara
	Anterior	Cámara
	Siguiente	Cámara
	Situar Cámara	Cámara
	Girar	Cámara
	Caminar	Cámara

Fuente: Google SketchUp, 2014.

3.2.6. Texturas

Google SketchUp permite aplicar a los elementos creados texturas de diferentes materiales para obtener más detalle y un mayor realismo. Los materiales son básicamente pinturas que tienen un color y opcionalmente una textura (definida en un archivo de imagen).

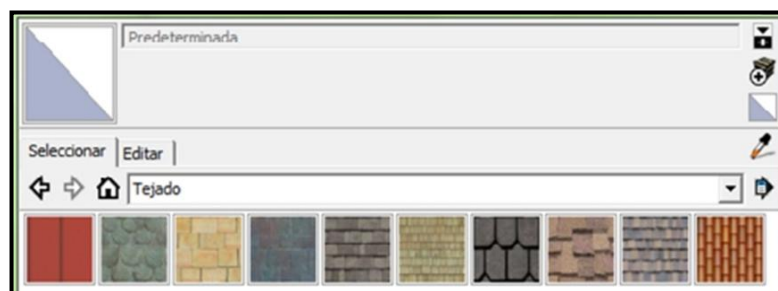


Figura 13. Cuadro de Texturas

Fuente: Google SketchUp, 2014.

3.2.7. Grupos y Componentes

Los grupos y los componentes son entidades que pueden contener otras entidades. Los grupos combinan varios elementos en uno y generar así operaciones de edición sobre un conjunto para facilidad del usuario (como copiar o desplazar todos los elementos a la vez). Las características de los grupos son: (Pérez, J, 2013)

Selección Rápida.- Cuando se selecciona un grupo, se seleccionan todos los elementos del mismo.

Aislamiento de la Geometría.- Las entidades incluidas en un grupo están protegidas del resto del modelo. Las geometrías situadas fuera del grupo no afectan a las que están dentro.

Organización del Modelo.- Los grupos se pueden integrar dentro de otros grupos, formando una jerarquía de subgrupos.

Material del Grupo.- Al grupo en su conjunto se le puede asignar un material propio, que será independiente de los materiales con los que se pintan las entidades del grupo.

Ejes de Dibujo.- Los grupos mantienen sus propios ejes de dibujo internos.

3.2.8. Animaciones

SketchUp permite la creación de diferentes escenas del modelo, cada una de estas muestra un ajuste diferente con respecto al punto de vista, efecto de selección, sombras, entre otras opciones. Estas diferentes escenas se combinan, formando un conjunto secuencial, en el cual el usuario observa una descripción de los objetos de un modelo 3D a lo largo del tiempo. El funcionamiento de la animación puede configurarse para aplicar una transición gradual entre los efectos en las distintas escenas y de esta manera generar una presentación dinámica y realista. (Pérez, J, 2013)

Cada escena tiene como fin mostrar un lugar específico del modelo previsto por el diseñador. Se puede utilizar la función "Animación" de SketchUp para pasar de una escena a otra creando un recorrido animado por el modelo.

3.2.9. Gestor de escenas

El gestor de escenas de SketchUp se utiliza para controlar y editar las distintas características de cada escena por medio de un listado de las mismas. Cada escena es administrada por el diseñador, quien asigna un orden de reproducción en la animación. Cada escena tiene una serie de propiedades que pueden guardarse. Además, al actualizar una escena, se puede seleccionar qué propiedades, de las que se guardan con la escena, se actualizan, es así que en cada escena se plasmará lo que el usuario desea mostrar y se definirá el tipo de vídeo que se creará. La gran ventaja de trabajar con capas será que durante la edición del vídeo se activarán o desactivarán cada una de las capas que se deseen presentar, razón por la cual se hacen más didácticas las presentaciones. (Pérez, J, 2013)

Las animaciones pueden exportarse como archivos de animación de vídeo (archivos AVI) o como series de archivos de imagen, uno por cada fotograma por segundo de la presentación. Los archivos AVI pueden reproducirse con cualquier software de vídeo compatible, SketchUp usa componentes especiales de software de terceros denominados códecs (compresor/descompresor).

3.3. MODELAMIENTO TOPOGRÁFICO

Modelo Digital de Elevación

Un modelo digital de elevación es una representación visual y matemática de los valores de altura con respecto al nivel medio del mar, que permite caracterizar las formas del relieve y los elementos u objetos presentes en el mismo. (Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía, 2014)

En los modelos digitales de elevación existen dos cualidades esenciales que son la exactitud y la resolución horizontal o grado de detalle digital de representación en formato digital, las cuales varían dependiendo del método que se emplea para generarlos. (Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía, 2014)

Un Modelo Digital de Elevación es una representación de la superficie del terreno en formato Raster. Para la creación del modelo digital del terreno de la Estación Pedro Vicente Maldonado se utilizó el software Arc Gis, en el cual a partir de datos de elevación del terreno en formato vectorial (curvas de nivel y puntos de elevación) se manejaron redes irregulares de triángulos conocidos como TIN (Triangular Irregular Network). Los TIN, permiten modelar las superficies heterogéneas del terreno de forma prácticamente idéntica a la realidad mediante la unión de puntos de muestreo de partida (nodos). Los modelos TIN tienen una enorme ventaja sobre las estructuras de datos Raster: permiten la incorporación de líneas de ruptura de las pendientes (como ríos, acantilados, etc.), lo cual da lugar a una mayor precisión en el cálculo.

Para la creación del modelo digital del terreno de la Estación Científica Pedro Vicente Maldonado se procesó información tipo shape en formato requerido (puntos, líneas o polígonos) con su respectiva georeferenciación. Es necesario que la información sea consistente y continua para la obtención de un modelo más preciso. Para la generación del TIN se utilizó la herramienta Create TIN from features en el software Arc Gis, la cual realiza una interpolación por medio de una triangulación de los datos ingresados.

Después de la generación del TIN de la zona de influencia de la Estación, fue necesario transformarlo a formato Raster y clasificarlo de acuerdo al criterio del operador. Para el caso de la zona de influencia de la Estación se clasificó en 18 clases, con un rango de 5 msnm.

CAPITULO 4

EJECUCIÓN DEL PROYECTO

4.1. METODOLOGÍA

4.1.1 Información Base

Recopilación de Información Base

El Instituto Antártico Ecuatoriano (INAE) en conjunto con la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE realizó el proyecto “Consultoría para realizar los estudios de factibilidad y el diseño de infraestructuras y obras, para la Estación Científica Ecuatoriana Pedro Vicente Maldonado, localizada en el Continente Antártico” en el cual, se emitieron como producto final, los planos arquitectónicos y estructurales de la nueva Estación. El presente modelamiento contempló como punto de partida los planos estructurales y topográficos del mencionado proyecto realizado por docentes del departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción DECTC de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE (Ver Cuadro 7), tanto para el modelamiento estructural de la Estación, como para el modelamiento del terreno.

Cuadro 7.

Docentes a cargo de los planos topográficos y estructurales de la Estación

Nombres/Apellidos	Cargo
José Ricardo Duran Carrillo	Docente tiempo completo
Santiago David Castellanos	Docente tiempo completo



Nombres/Apellidos	Cargo
Víctor Hugo Páez	Docente Hora Clase
Edwin Francisco León	Docente tiempo completo
Rodolfo Salazar Martínez	Docente tiempo completo

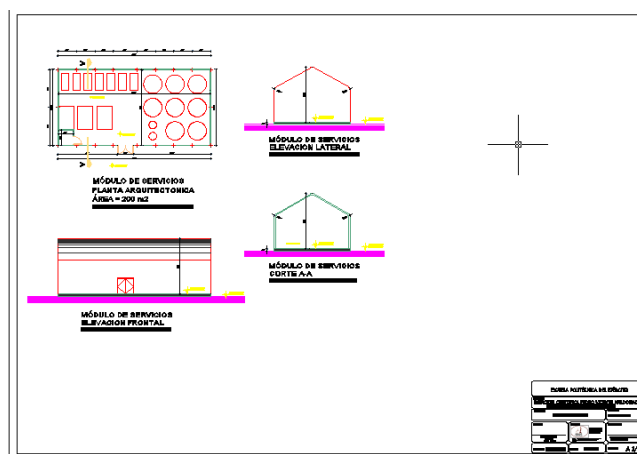


Figura 14. Captura del Plano Estructural Talleres

Fuente: Instituto Antártico Ecuatoriano, 2013.

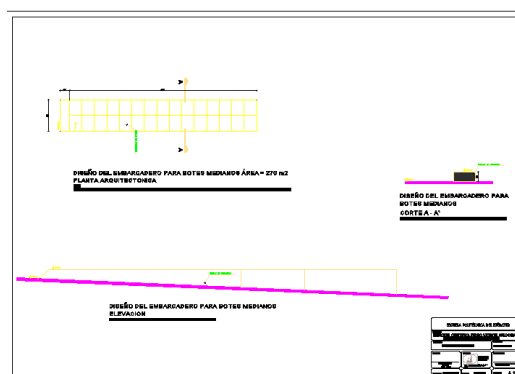


Figura 15. Captura del Plano Estructural Embarcadero

Fuente: Instituto Antártico Ecuatoriano, 2013.

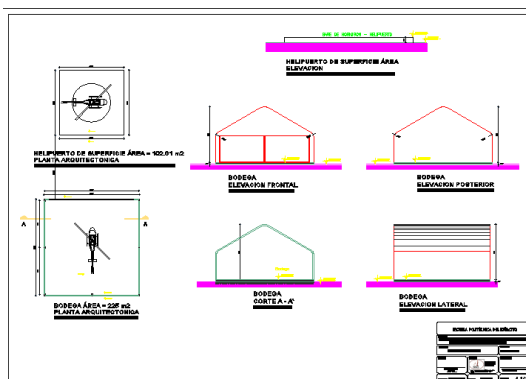


Figura 16. Captura del Plano Estructural Helipuerto
Fuente: Instituto Antártico Ecuatoriano, 2013.

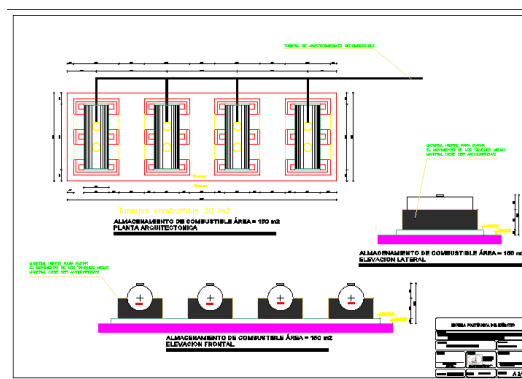


Figura 17. Captura del Plano Estructural Tanques de Combustible
Fuente: Instituto Antártico Ecuatoriano, 2013.

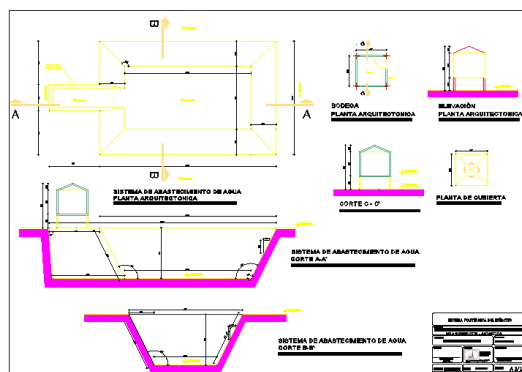


Figura 18. Captura del Plano Estructural Tanques de Combustible
Fuente: Instituto Antártico Ecuatoriano, 2013.

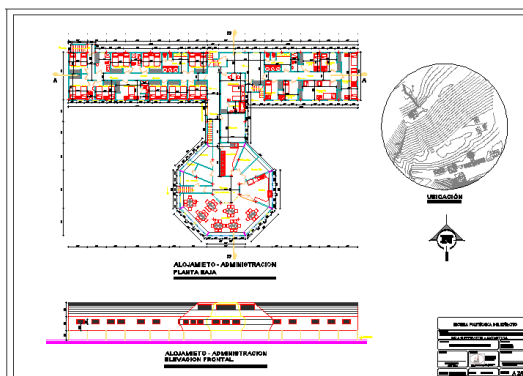


Figura 19. Captura del Plano Estructural Planta Baja Módulo Administrativo

Fuente: Instituto Antártico Ecuatoriano, 2013.

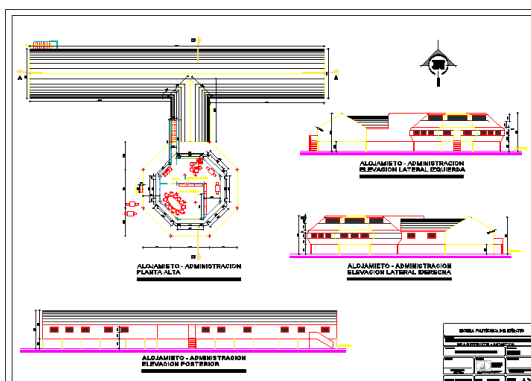


Figura 20. Captura del Plano Estructural Planta Baja Módulo Administrativo

Fuente: Instituto Antártico Ecuatoriano, 2013.

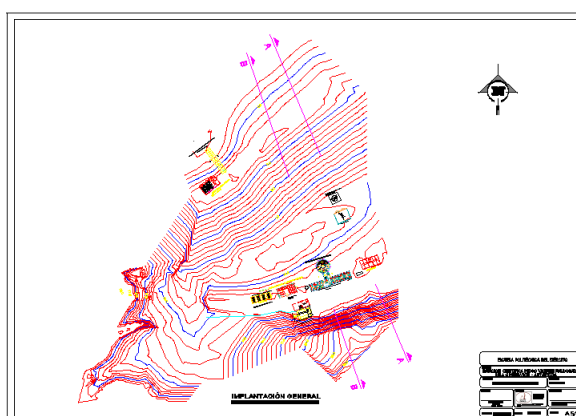


Figura 21. Captura del Plano Topográfico de la zona de influencia de la Estación

Fuente: Instituto Antártico Ecuatoriano, 2013.

Generación de Información Base

A partir de la información adquirida por el Instituto Antártico Ecuatoriano y la Universidad de las Fuerzas Armadas, se generó:

- Un modelo digital de elevación, realizado en el software Arc Gis.
- Un modelo 3D texturizado de las instalaciones de la Estación Pedro Vicente Maldonado, realizado en el software libre SketchUp 2013.
- Un recorrido virtual de las instalaciones de la Estación, realizado en el software libre SketchUp 2013.
- (10) Esquemas de fachadas de las Instalaciones de la Estación, (5) planos de cortes longitudinales y (4) planos de cortes transversales de la Estación. Con un total de (19) planos de la Nueva Estación Pedro Vicente Maldonado.

4.1.2. Generación del modelo digital de elevación (MDE)

Se elaboró el MDE de la zona de influencia de la Estación Pedro Vicente Maldonado, a partir de curvas de nivel y cotas 1:50000 proporcionadas por el Instituto Antártico Ecuatoriano. Como herramienta de generación se aplicó: "Create TIN from Features", del "3D Analyst" del programa Arc Gis, cuyo proceso se muestra a continuación:

1. Agregar los archivos con información altimétrica (curvas de nivel, cotas) y límite (límite de Punta Fort William)
2. Ejecutar "Create TIN from Features"
3. Marcar y configurar las capas que intervendrán en la elaboración de la Red irregular triangular (TIN), en este caso:
 - Cotas
 - "Height source": Elevation
 - "Triangulate as": mass point (vértices del TIN)

- "Tag value field": none
 - Curvas de nivel
 - "Height source": Elevation
 - "Triangulate as": soft line (suavizan el contorno del TIN)
 - "Tag value field": none
 - Límite Punta Fort William
 - "Height source": none
 - "Triangulate as": soft clip (suavizan el corte)
 - "Tag value field": none
4. Elegir la ubicación de salida y el nombre del archivo TIN
 5. Ejecutar la herramienta "TIN to Raster"
 6. Seleccionar el archivo TIN generado
 7. Elegir la ubicación de salida y el nombre del archivo Raster

En la figura 22 se aprecia el resultado del proceso para generar un MDE de la zona de influencia de la Estación Pedro Vicente Maldonado.

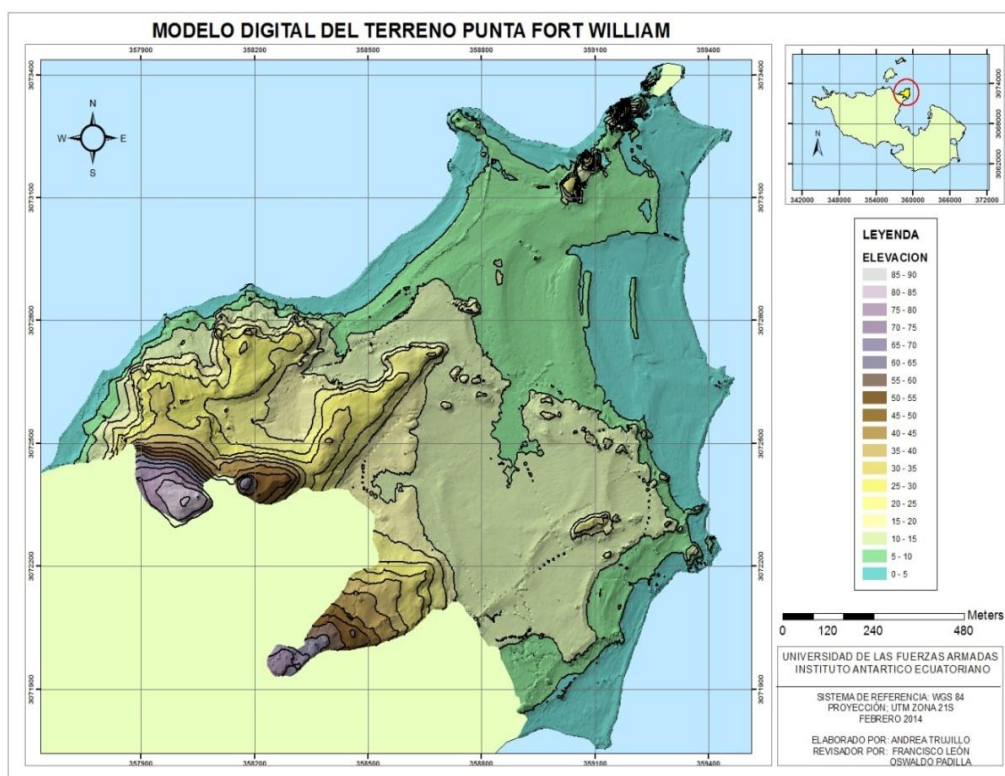


Figura 22. Modelo Digital de Evaluación Punta Fort William

Fuente: INAE, 2013.

4.1.3. Modelamiento Estructural

El proyecto “Modelamiento Digital en 3D de la Estación Científica Pedro Vicente Maldonado” se graficó en el software Sketch Up a partir de la importación de planos base en formato dgn (Autocad) que trabaja principalmente con vectores (puntos, líneas, polígonos). Es necesario aclarar que por medio de la opción “Import” del software Sketch Up, es posible mantener las medidas reales de las Instalaciones de la nueva Estación.

Para el diseño de la Estación, se siguieron una serie de pasos, desde la importación de los planos, el texturizado de las superficies, hasta la elaboración del recorrido virtual en 3D para su presentación al Instituto Antártico Ecuatoriano. A continuación se explica los pasos que se siguieron, categorizados para la construcción de la infraestructura exterior, interior y el relieve.

Construcción 3D Externa.

Es necesario iniciar con la importación del archivo originario de Autocad, el cual contiene los planos a escala del diseño estructural de la Estación Científica Pedro Vicente Maldonado, al software SketchUp Pro por medio de la herramienta “Import” dentro de la pestaña “File” de la barra superior del menú principal. Una vez abierta la ventana de importación, se deberá verificar las unidades de la escala, que son las mismas que las del archivo originario de Autocad y se configura esta característica del archivo dando clic en el botón “Opciones”, colocando las unidades en “metros”. (Ver Figura 4.10.).

Al momento de la importación al SketchUp, los datos se encuentran como tipo vectores (puntos, líneas, polígonos). Por medio de la herramienta “Push/Pull”, convirtiendo a estos vectores en objetos sólidos, es decir, con 3 dimensiones (alto, ancho, profundidad).

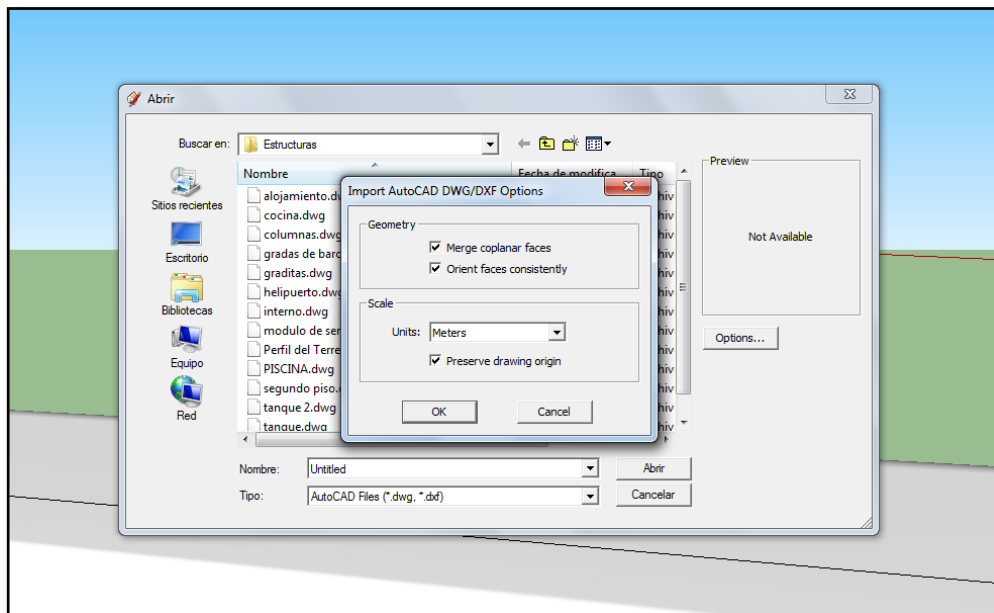


Figura 23. Importación de Autocad a SketchUp

La mayor parte de las medidas ya vienen configuradas desde el archivo de Autocad, pero otras como la altura de las paredes, profundidad de paredes, ventanas, puertas, entre otras; hay que restablecerlas colocando el dato en la opción “Measurements” ubicado en la barra inferior. De esta manera se levantará las paredes, techos y pisos de todo el modelo.

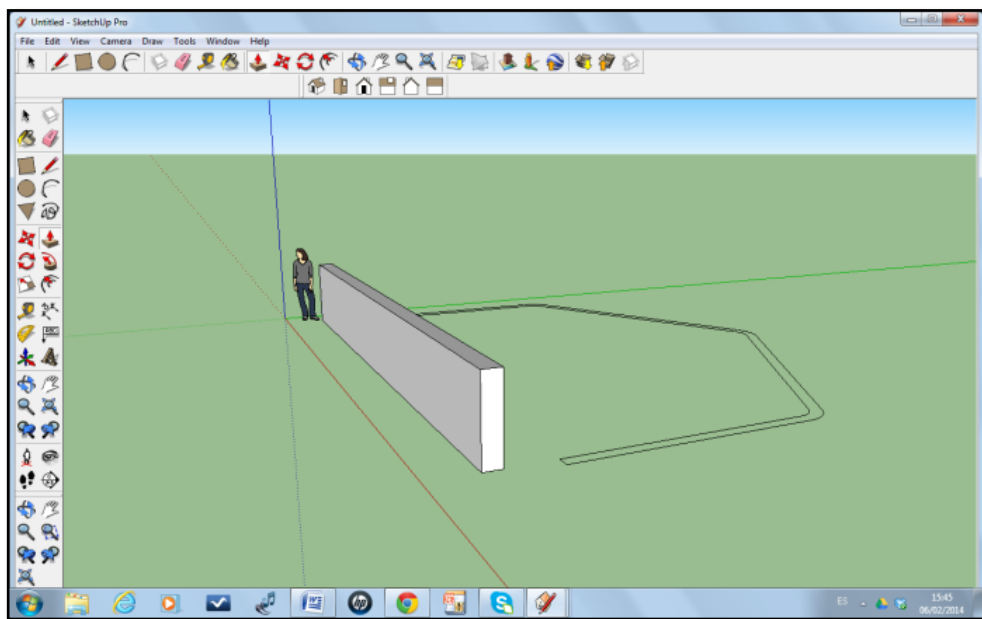


Figura 24. Conversión de vectores a sólidos

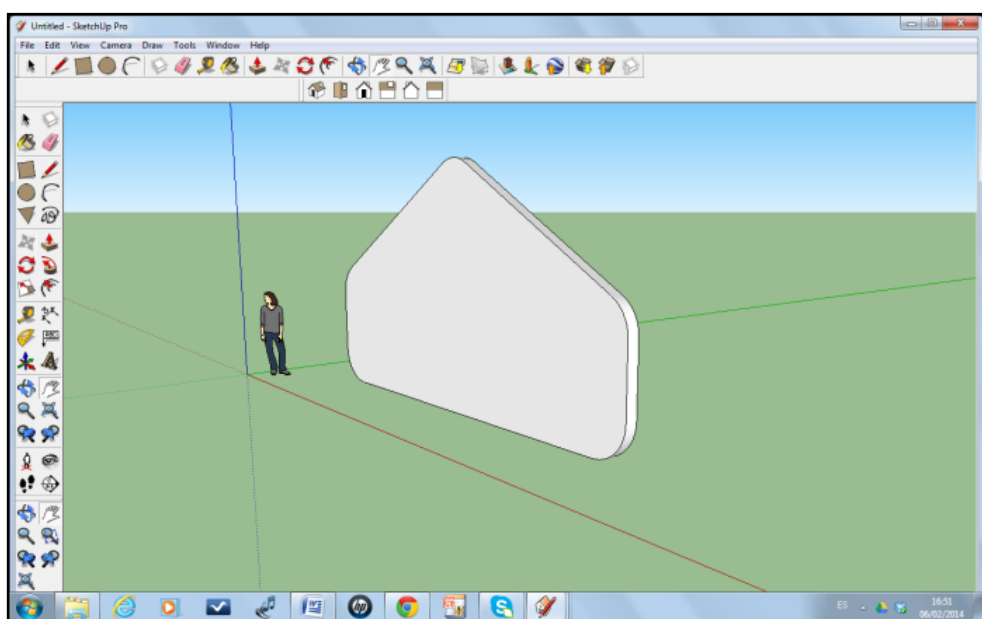


Figura 25. Conversión de vectores a sólidos

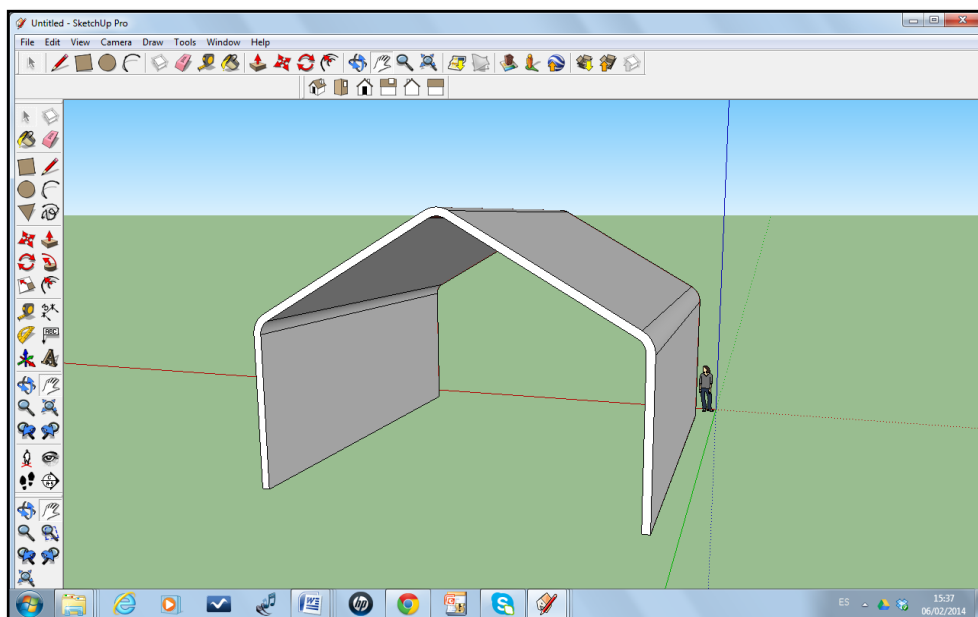


Figura 26. Conversión de vectores a sólidos

Después de la construcción de la infraestructura externa, se procede a texturizar los objetos, dotándolos de colores y relieves haciendo clic en la herramienta "Paint Bucket", la cual despliega una paleta con distintas opciones de colores y texturas como metal, piedra, vegetación, madera, etc.

En este caso, el material para la construcción de la estructura metálica (más del 80%) de la nueva estación Pedro Vicente Maldonado, es de color rojo metálico. Es importante encontrar la textura adecuada para el modelo de esta manera se obtendrá un mayor grado de detalle para la simulación.

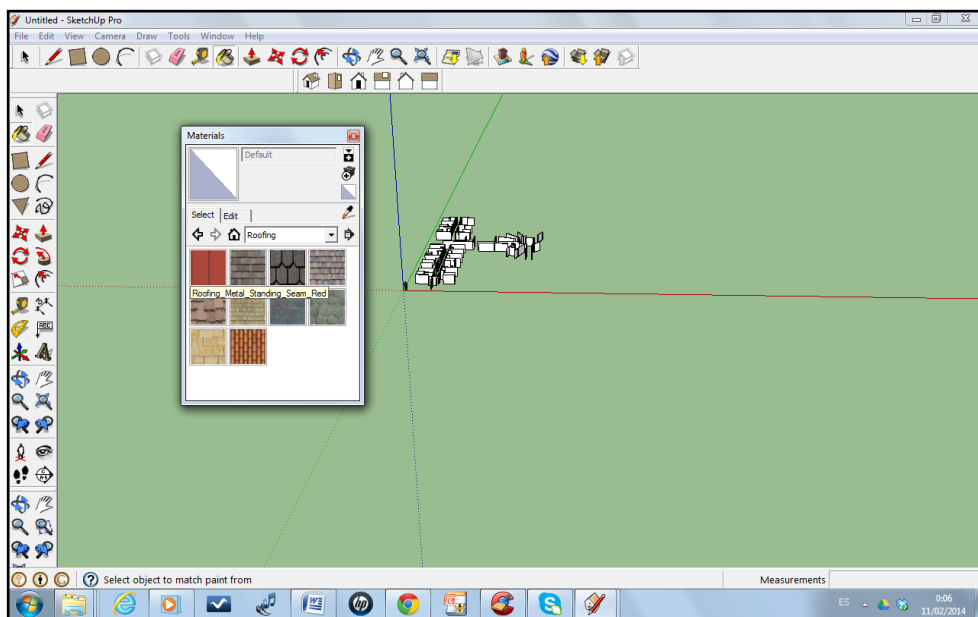


Figura 27. Texturización de sólidos con herramienta “Paint Bucket”

El Módulo Administrativo, Vivienda y Servicios, por su peculiar diseño, tomó más tiempo para graficarlo. Consta de 3 partes: área de habitabilidad, área de corredores de acceso y área de servicios, en la cual se encuentra la sala de mando y control de la estación en la parte superior.

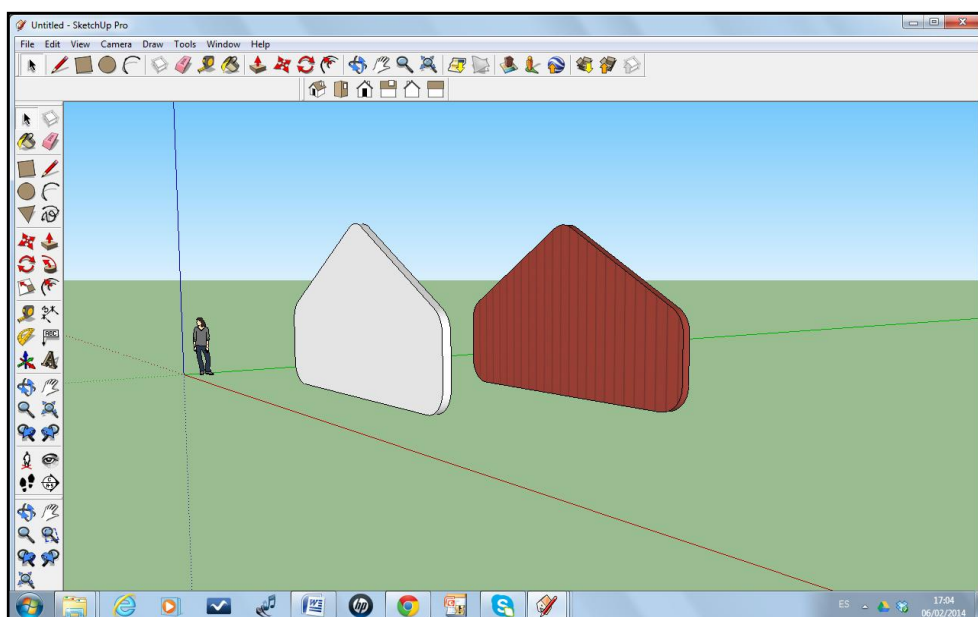


Figura 28. Texturización de sólidos

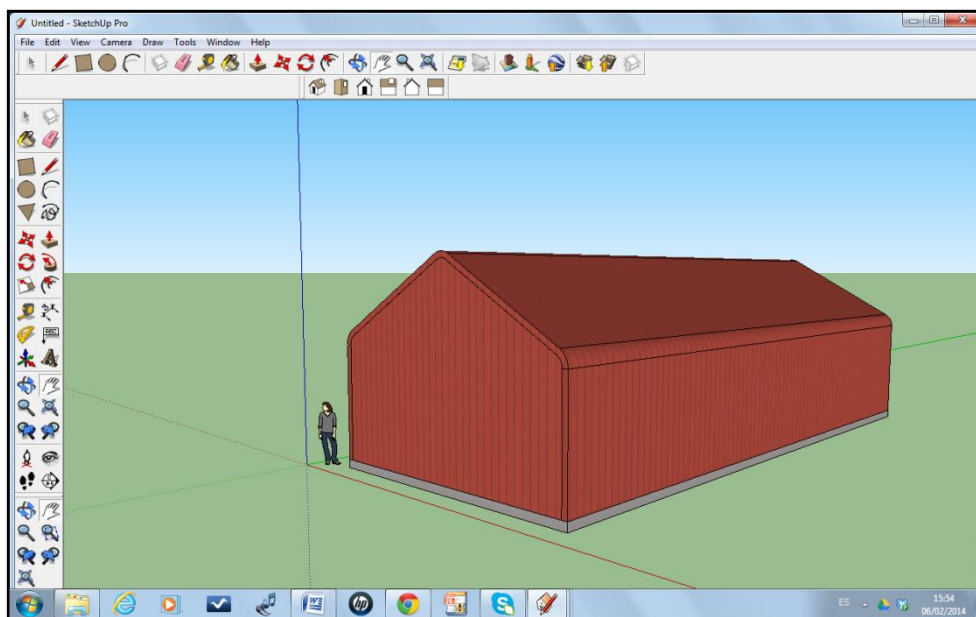


Figura 29. Texturización de sólidos

El software SketchUp, toma automáticamente los ángulos de inclinación de las paredes de la sala de mando, esto facilita el trabajo ya que con la herramienta “push/pull” solo se elevan las paredes hasta que coincidan unas con otras y con el techo. Posteriormente se le da el texturizado, el mismo que el resto de la construcción y al final se construyen y se le implanta las ventanas y puertas.

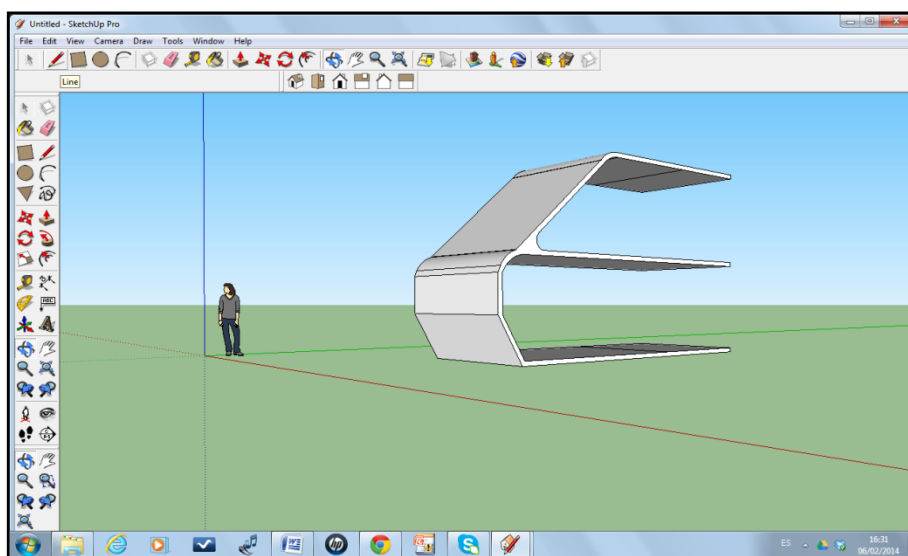


Figura 30. Construcción del módulo Administrativo, Vivienda, Servicios

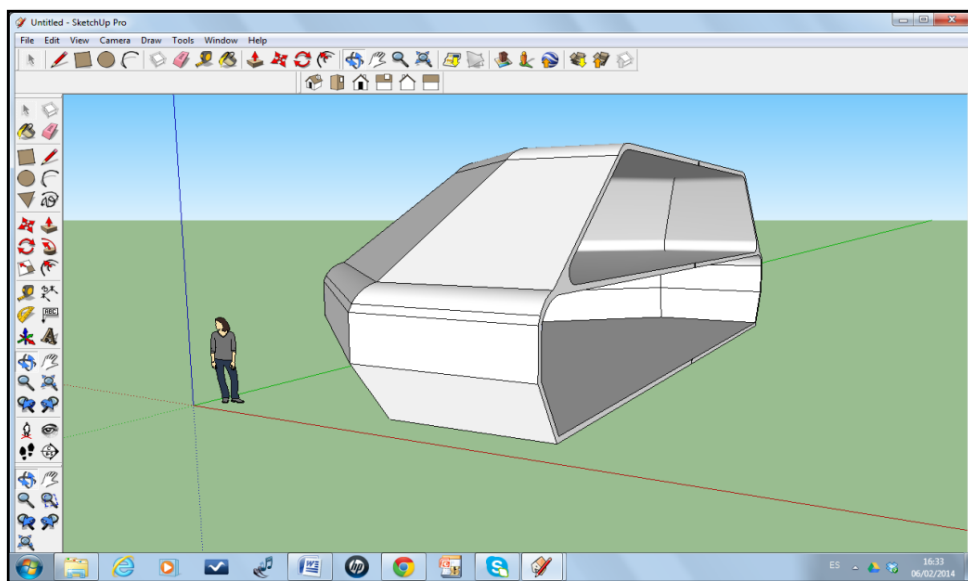


Figura 31. Construcción del módulo Administrativo, Vivienda, Servicios

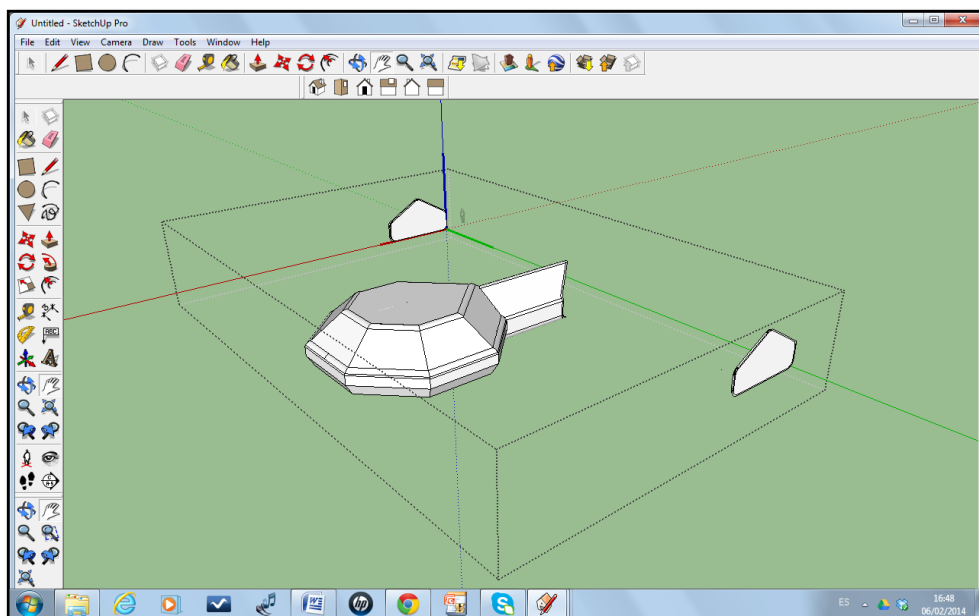


Figura 32. Construcción del módulo Administrativo, Vivienda, Servicios

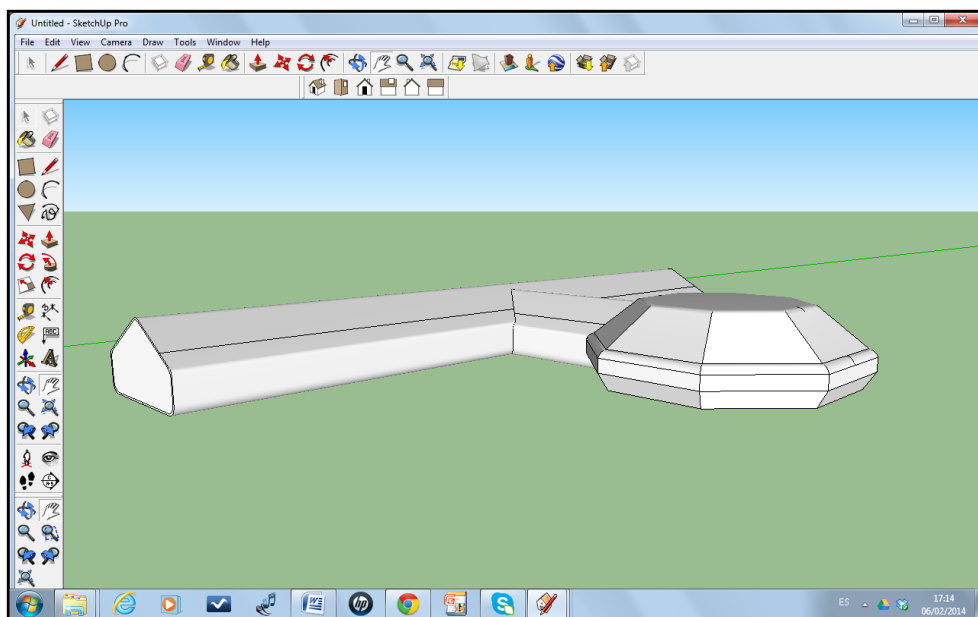


Figura 33. Construcción del módulo Administrativo, Vivienda, Servicios

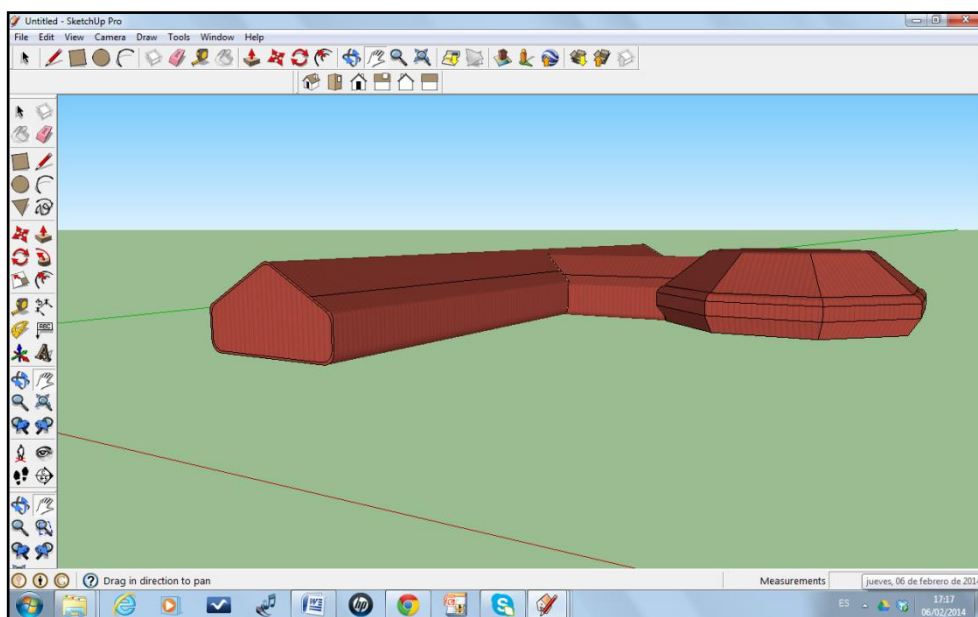


Figura 34. Texturización del módulo Administrativo, Vivienda, Servicios

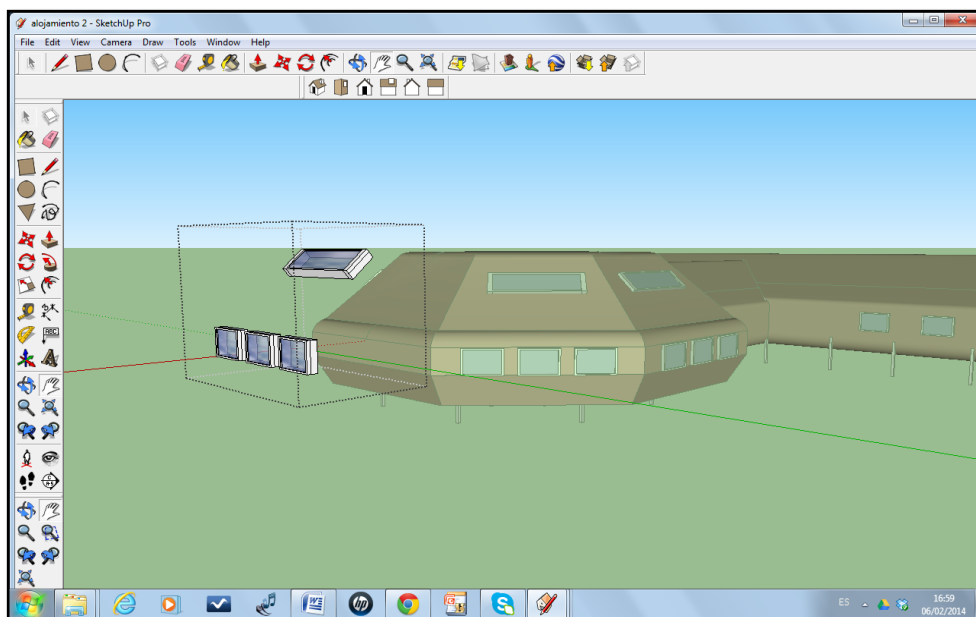


Figura 35. Implantación de ventanas en el módulo Administrativo, Vivienda, Servicios

El siguiente paso es la implantación de vigas. En el plano importado de Autocad se encuentra la ubicación y la inclinación de cada viga, construidas de acero. Estas son importantes para dar cierta altura al edificio, evitando la acumulación de nieve y oxidación de la estructura. Finalmente, se incorporó a la construcción un faldón en la parte inferior para que recubra las vigas para protegerlas del clima antártico. (Ver Figura 36)

Por no estar en contacto directo con el suelo, la estación posee gradas que comunican el exterior con el interior de la estación. El siguiente paso es la elaboración de cada escalera con las herramientas básicas de dibujo (line, rectangle), este proceso se lo realiza aparte para luego incorporarlo a la estructura y, por medio de la herramienta "intersección de objetos", se juntan las caras de los dos objetos (escalera con estación), para luego borrar manualmente las partes innecesarias o errores en la construcción. Nuevamente el plano importado de Autocad nos dice la altura de cada grada y la cantidad de las mismas para su elaboración. (Ver Figura 40)

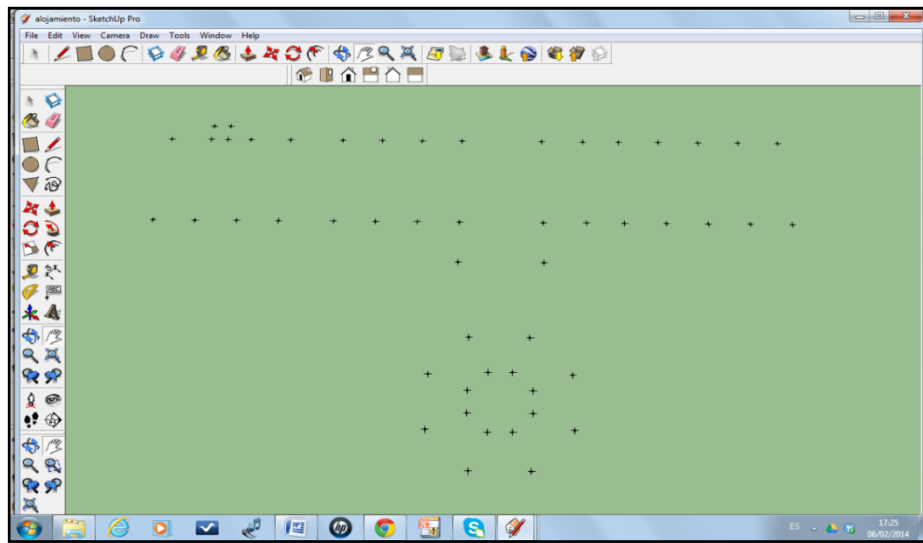


Figura 36. Implantación de vigas en el módulo Administrativo, Vivienda, Servicios

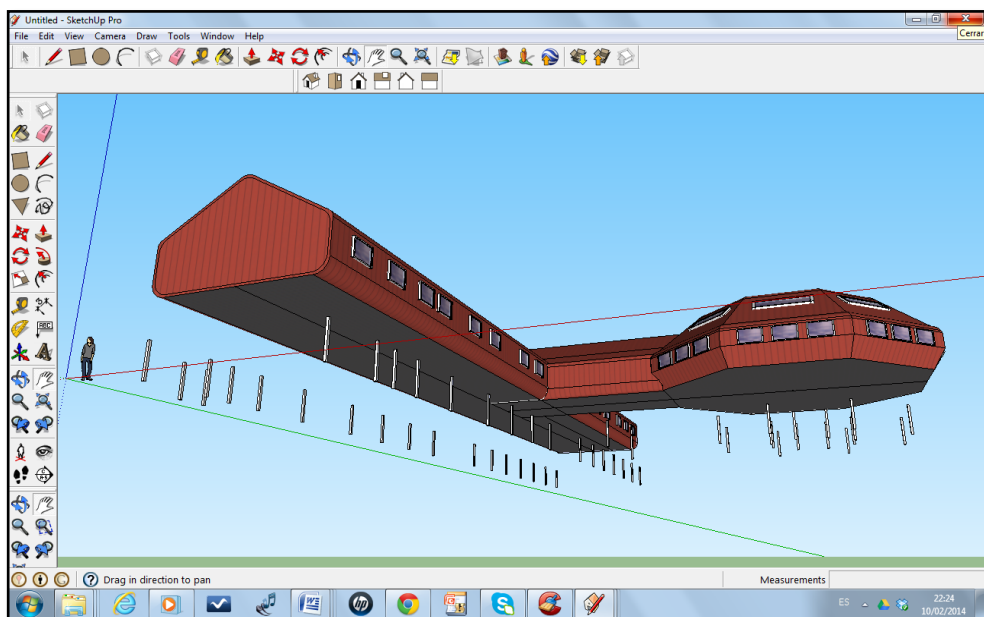


Figura 37. Implantación de vigas en el módulo Administrativo, Vivienda, Servicios

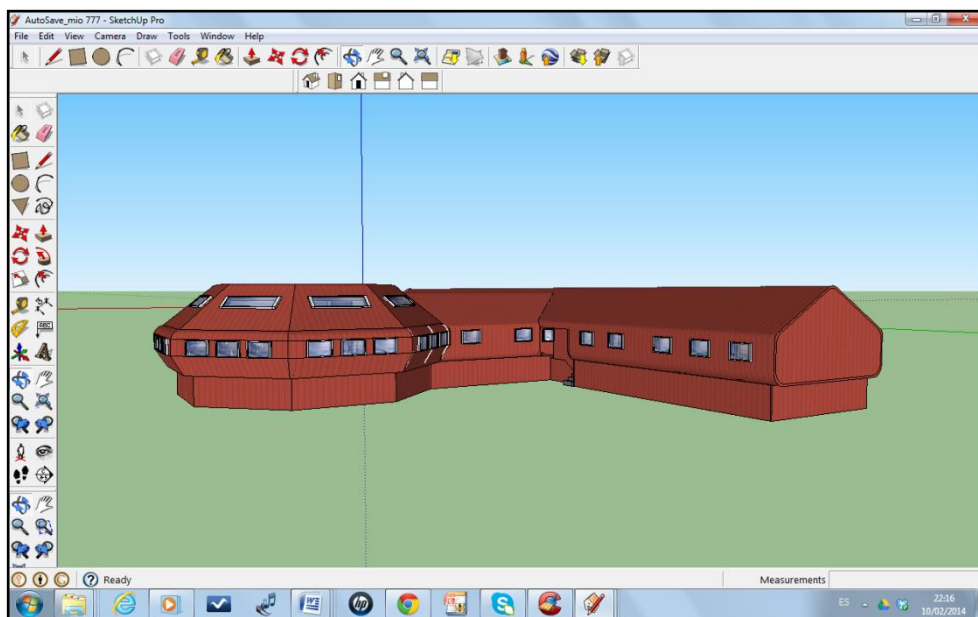


Figura 38. Implantación de faldón en el módulo Administrativo, Vivienda, Servicios

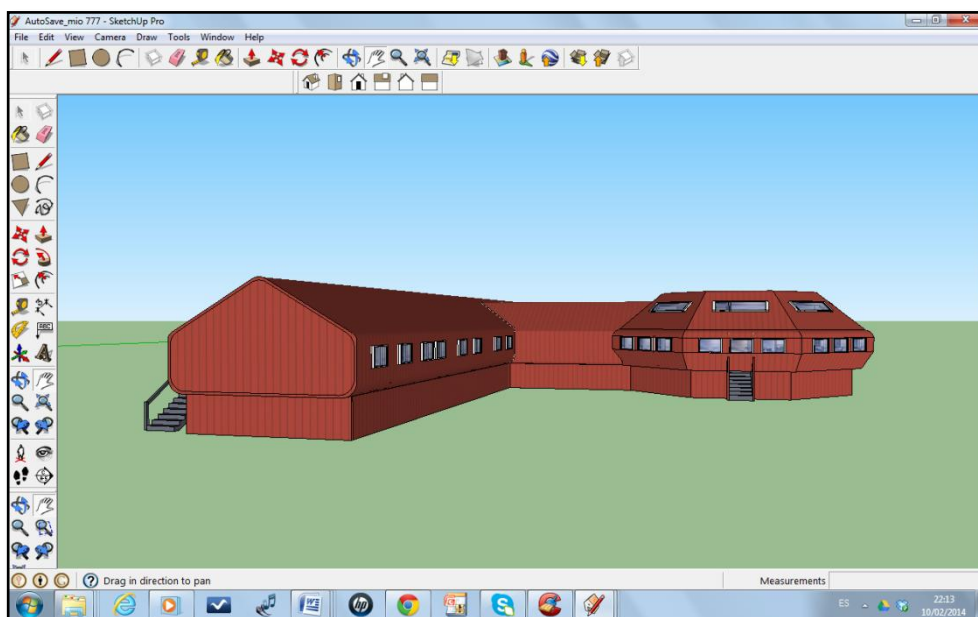


Figura 39. Implantación de faldón en el módulo Administrativo, Vivienda, Servicios

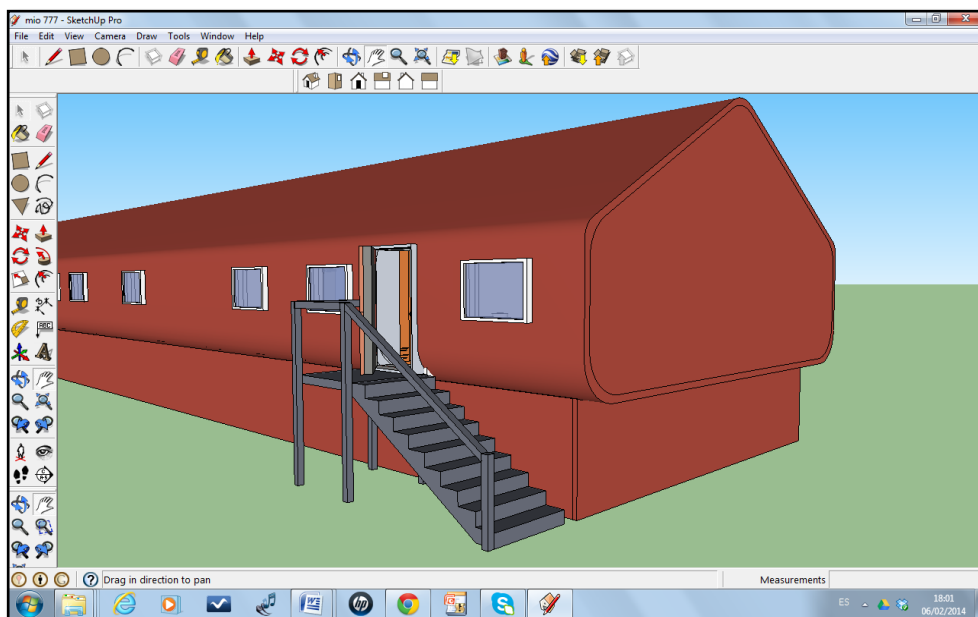


Figura 40. Implantación de gradas en el módulo Administrativo, Vivienda, Servicios

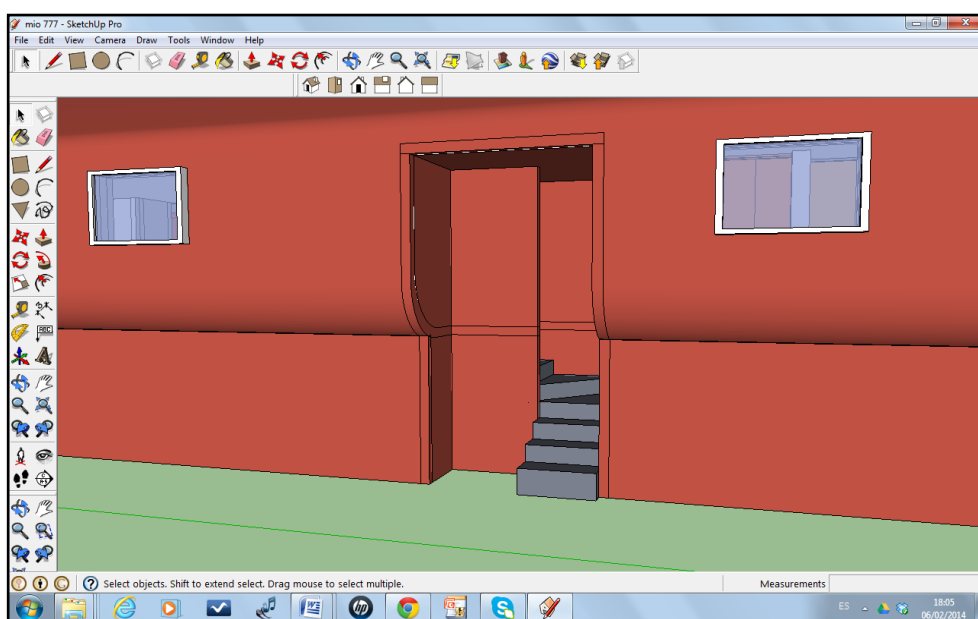


Figura 41. Implantación de gradas en el módulo Administrativo, Vivienda, Servicios

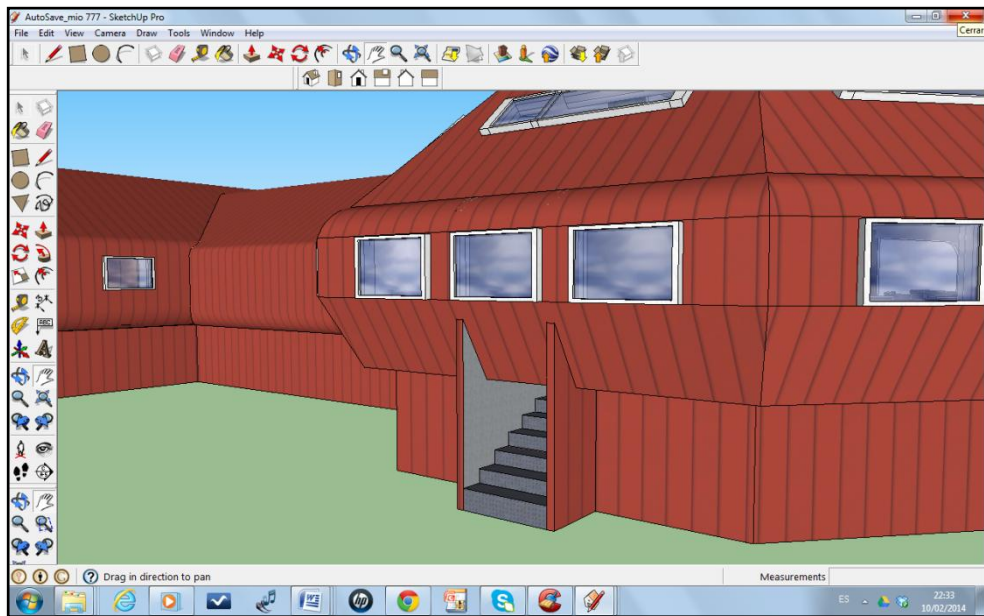


Figura 42. Implantación de gradas en el módulo Administrativo, Vivienda, Servicios

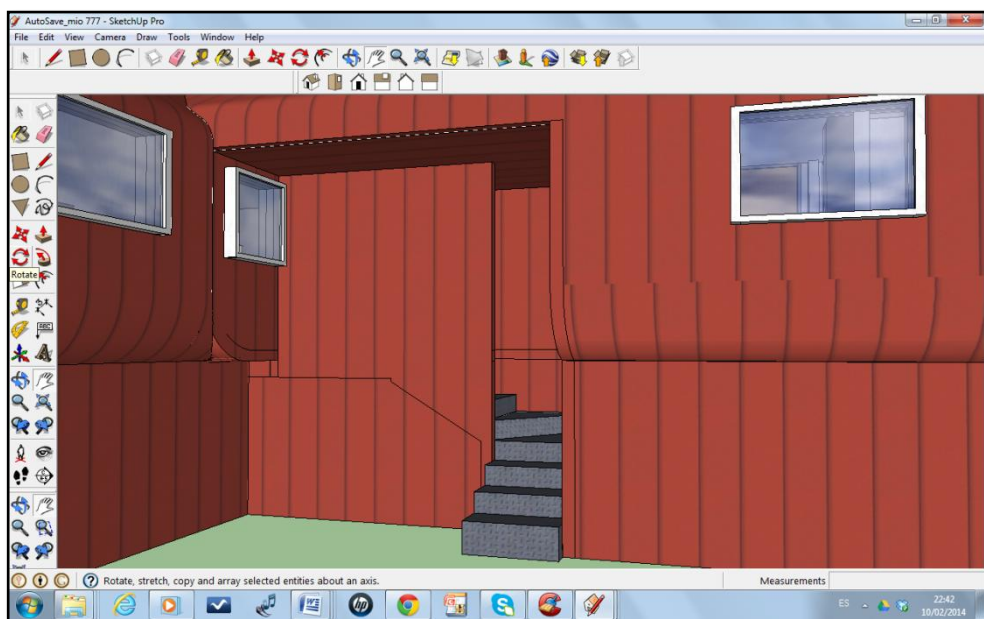


Figura 43. Implantación de gradas en el módulo Administrativo, Vivienda, Servicios

Construcción 3D Interior

Se realiza la construcción de las paredes internas de acuerdo a las especificaciones del plano importado de Autocad, esto se lo hace aparte de la estructura inicialmente creada.

Cada pared tiene rasgos propios de altura, profundidad, anchura, entre otras propiedades. Con el software SketchUp se facilita la construcción de estos elementos tipo vector ya que adopta sus características y permite transformarlos a sólidos. En este punto es necesario especificar que el único módulo que tiene divisiones internas es el Módulo de Administrativo, Vivienda y Servicios. El resto de construcciones son estructuras sin paredes internas.

A continuación se debe colocar los muebles dentro de cada división. Para este paso es necesario descargar del internet accesorios en 3D de otros usuarios que ponen a disposición del público en general. Se ingresa a la herramienta “Get Models” la cual direcciona a una galería gráfica de Google “Trimble 3D Warehouse”.

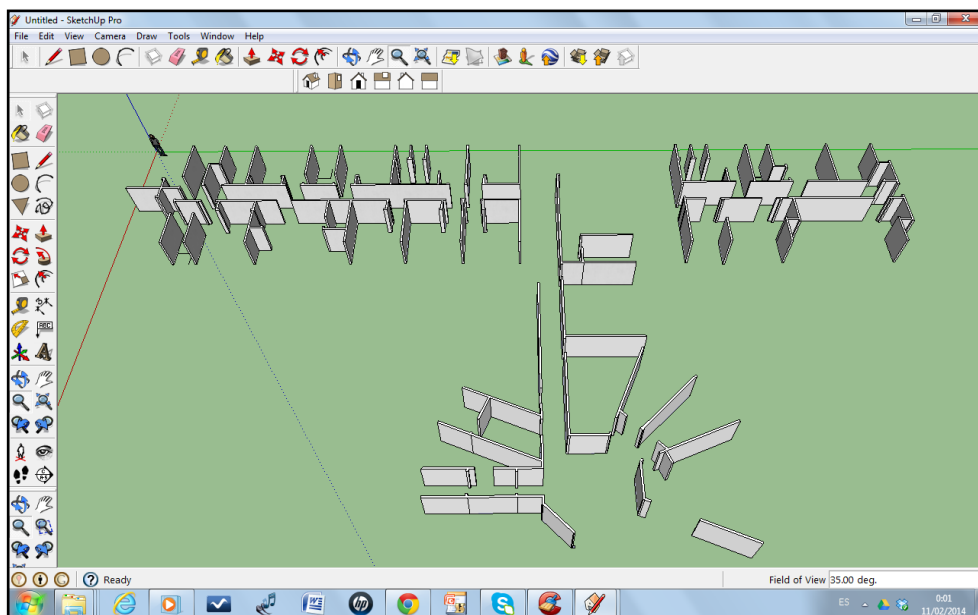


Figura 44. Implantación de paredes internas en el módulo Administrativo, Vivienda, Servicios

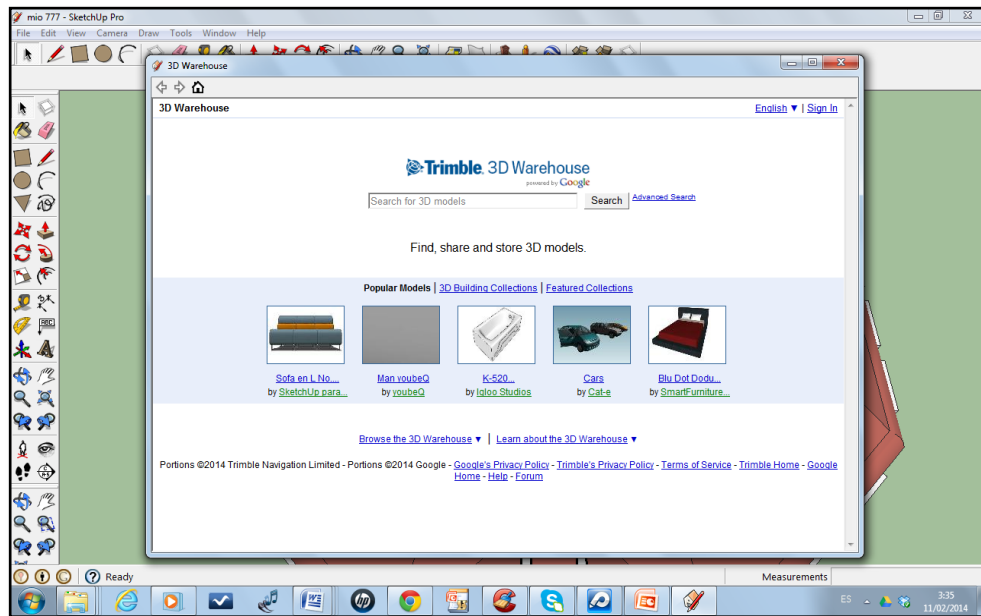


Figura 45. Herramienta Trimble 3D Warehouse

Posteriormente, se selecciona el conjunto de paredes internas y muebles y se lo coloca dentro de la estructura externa creada anteriormente.

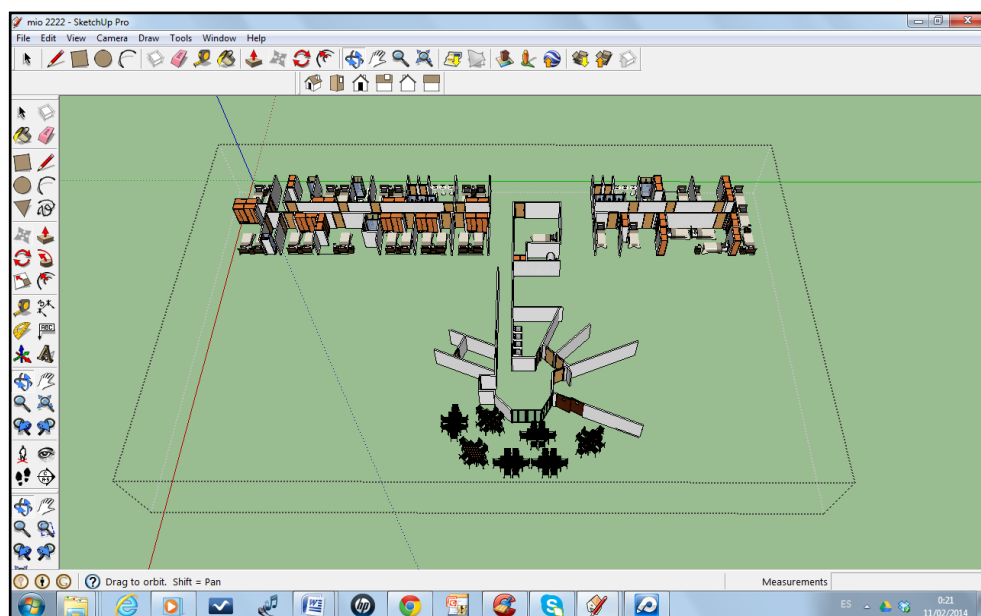


Figura 46. Implantación de muebles en divisiones internas

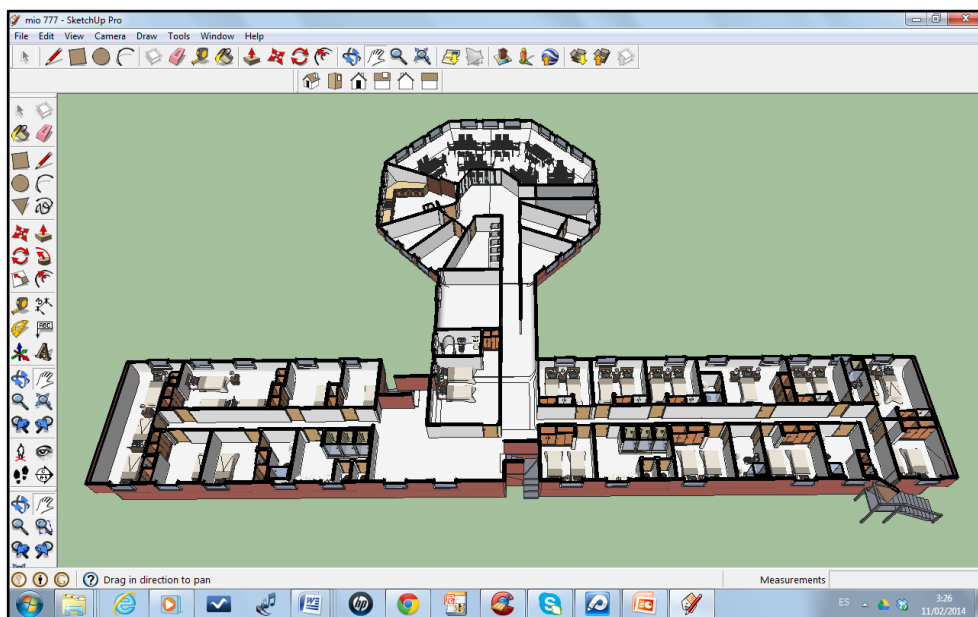


Figura 47. Ubicación de divisiones internas y muebles en estructura externa. Detalle de módulo completo

El Módulo de Servicios y Vivienda está dividido en:

- a. Planta baja:
 - i. Sala
 - ii. Comedor
 - iii. Lavandería
 - iv. Cocina
 - v. Enfermería
 - vi. Gimnasio
 - vii. Bodega
 - viii. Cuarto Frío
 - ix. Dormitorios (17)
 - x. Baños
- b. Planta alta:
 - i. Sala de Mando y Control

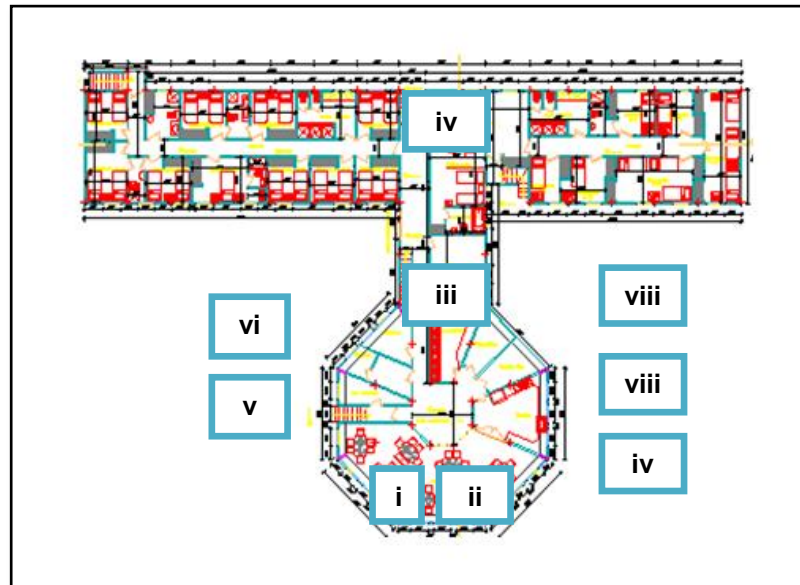


Figura 48. Distribución interna planta baja
Fuente: Instituto Antártico Ecuatoriano, 2013.

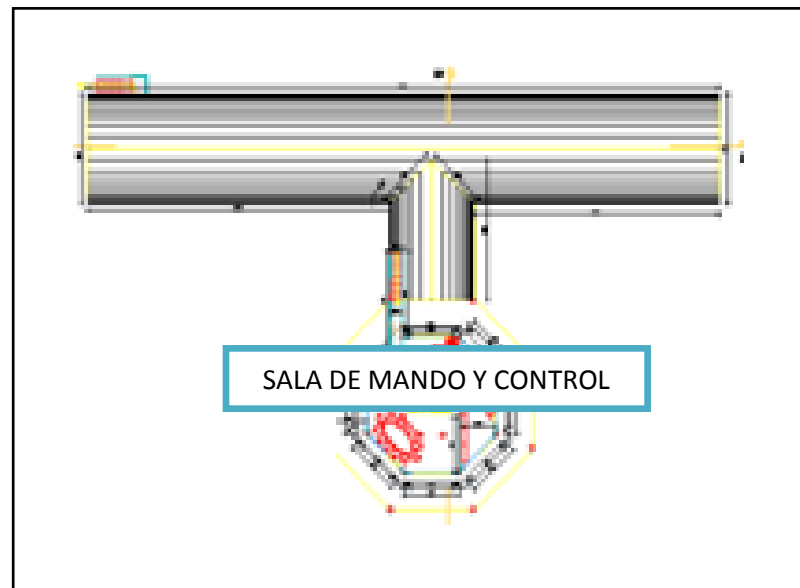


Figura 49. Distribución interna planta alta
Fuente: Instituto Antártico Ecuatoriano, 2013.

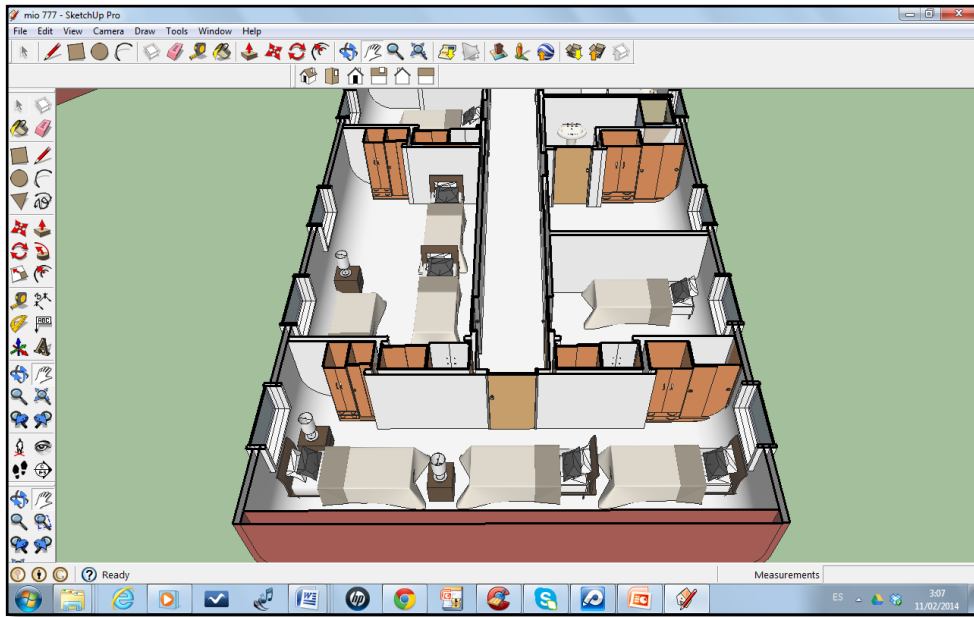


Figura 50. Detalle de área habitabilidad, ala derecha del Módulo

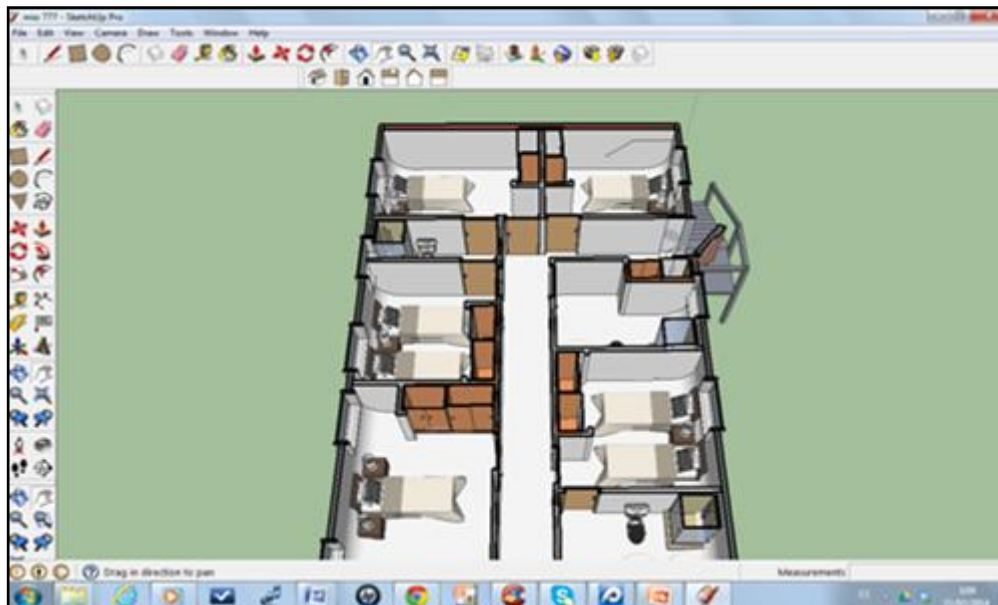


Figura 51. Detalle de área habitabilidad, ala izquierda del Módulo

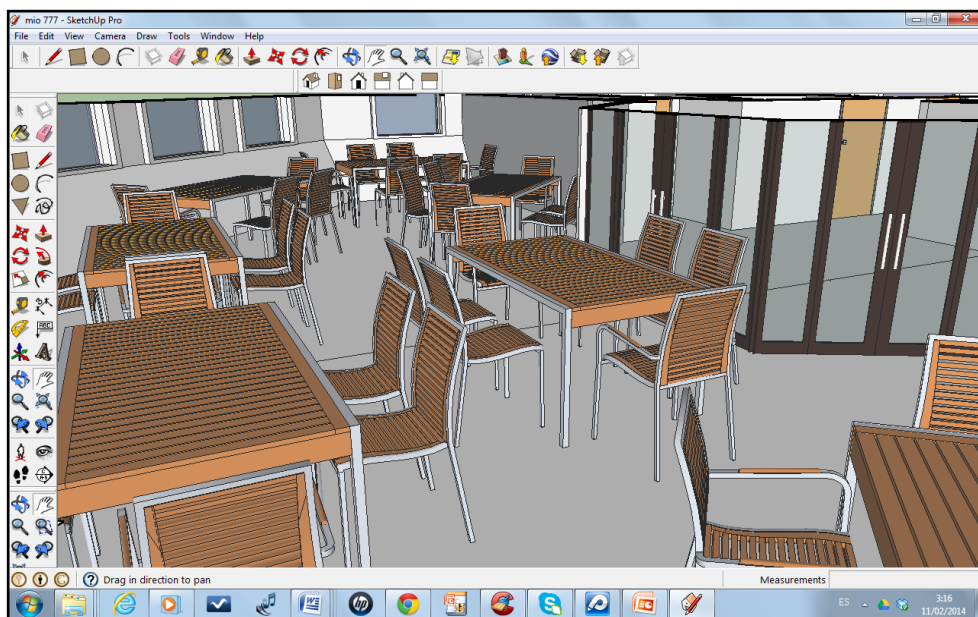


Figura 52. Detalle de área de comedor principal de la Estación

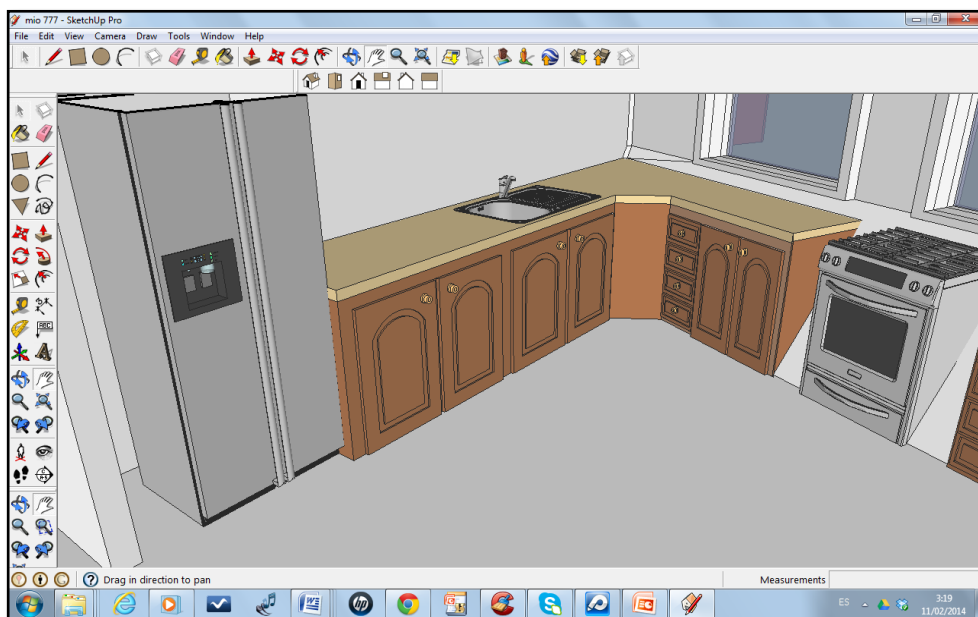


Figura 53. Detalle de área de cocina de la Estación

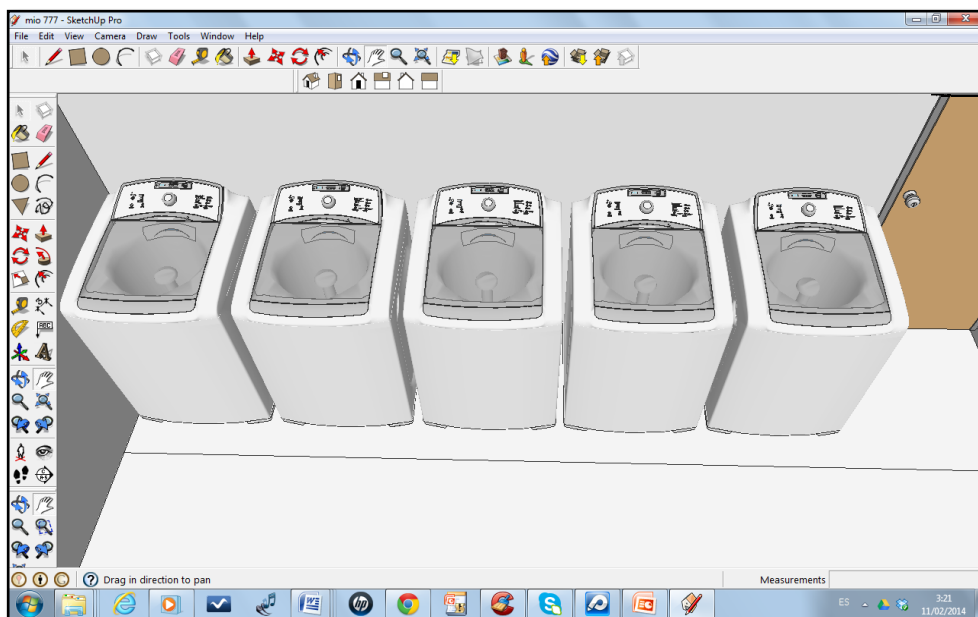


Figura 54. Detalle de área de lavandería de la Estación

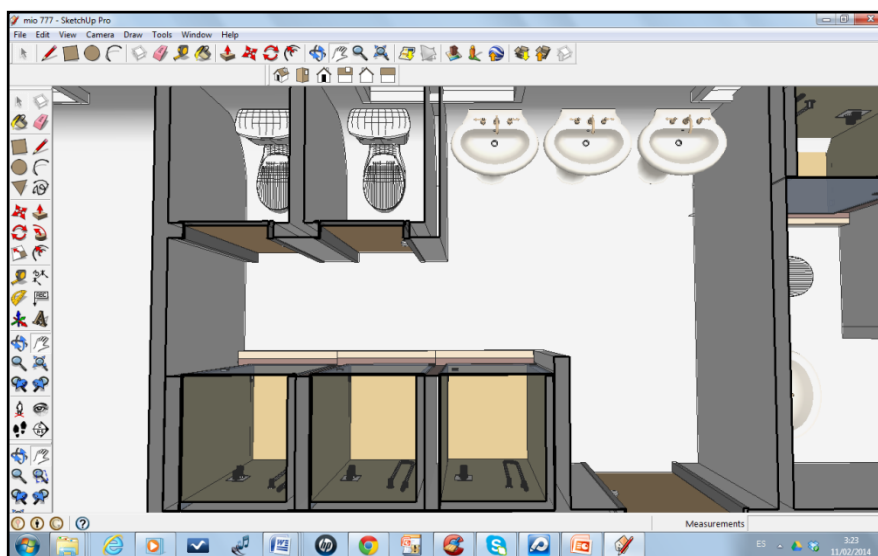


Figura 55. Detalle de área de servicios higiénicos de la Estación

Una vez terminada la planta baja del módulo Administrativo, Vivienda y Servicios, se implementa las divisiones y muebles del segundo piso (Sala de Mando y Control).

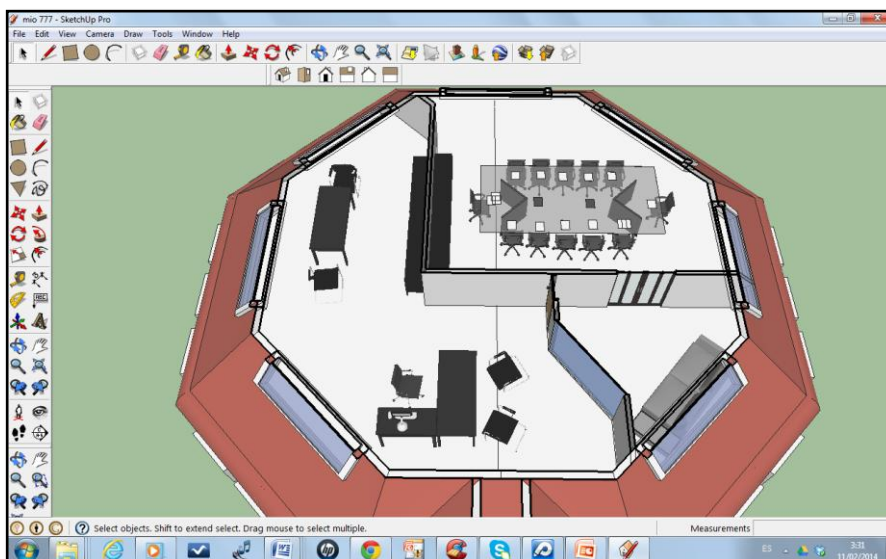


Figura 56. Detalle Sala de Mando y Control de la Estación

4.1.4. Implementación del Modelamiento Topográfico al Modelamiento Estructural

Las curvas de nivel están en formato dwg de Autocad, estas deben ser importadas al SketchUp. Es importante verificar si el archivo tiene información solo de vectores, en este caso, las curvas de nivel, ya que si existen datos tipo texto puede producirse algún error. Otro punto importante es darse cuenta que cada curva de nivel tenga información de la altura para poder realizar el modelamiento 3D. Las curvas de nivel deben tener continuidad y ser consistentes con la información con respecto a la altura.

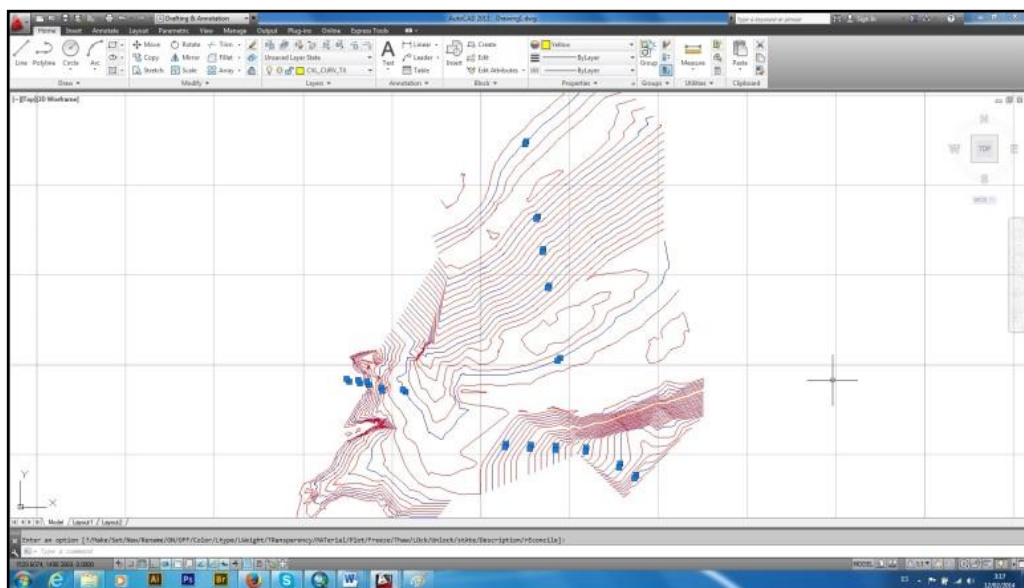


Figura 57. Curvas de Nivel de la zona de influencia de la Estación

Después de verificar si la información con las curvas es correcta, se procede a importar del Autocad al SketchUp. Para este proceso se debe configurar las opciones de información para que los objetos importados se abran con la misma información espacial, métrica y vectorial.

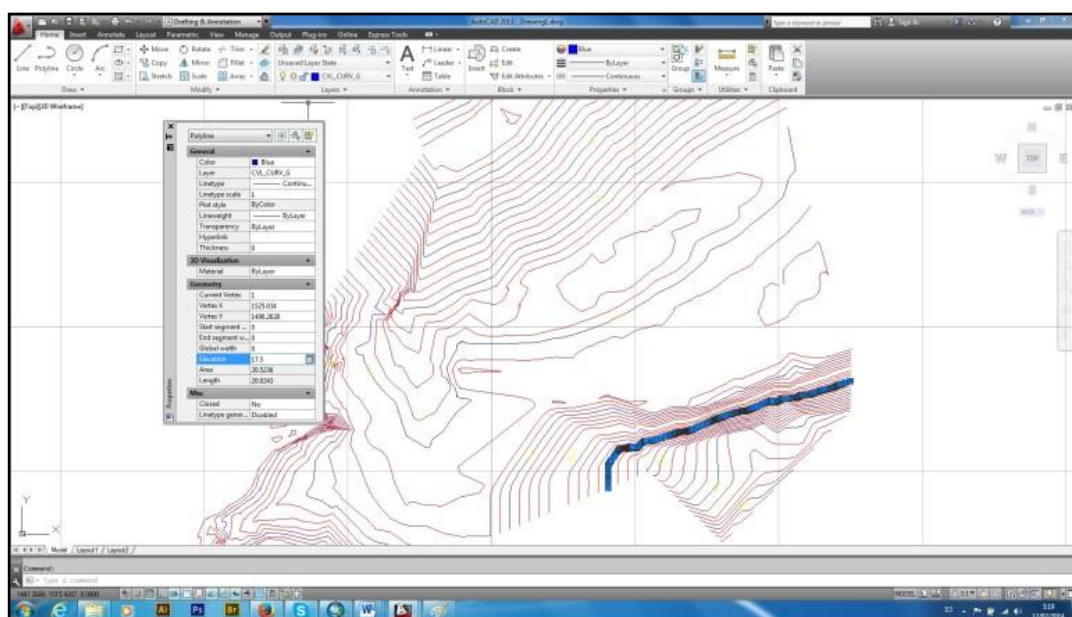


Figura 58. Ingreso de Cotas de las curvas de nivel en el software Autocad

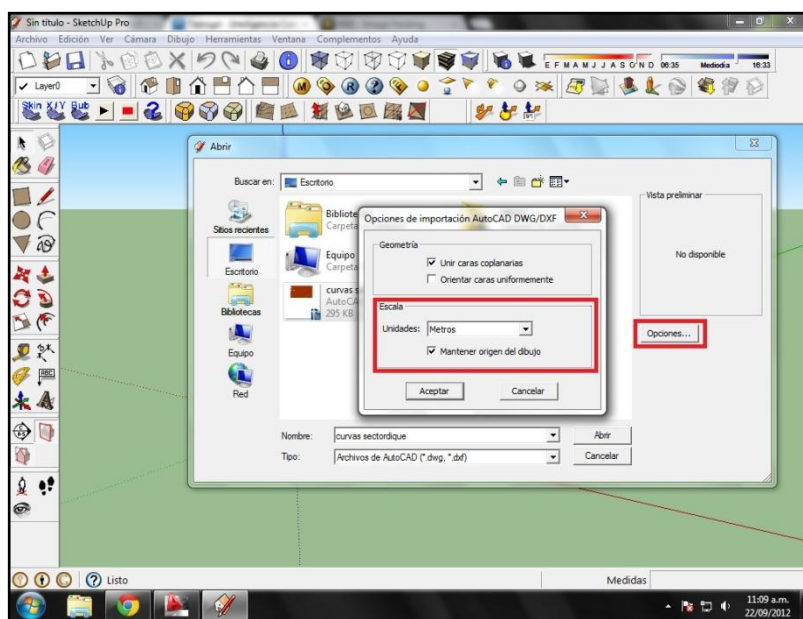


Figura 59. Configuración de unidades en el software SketchUp

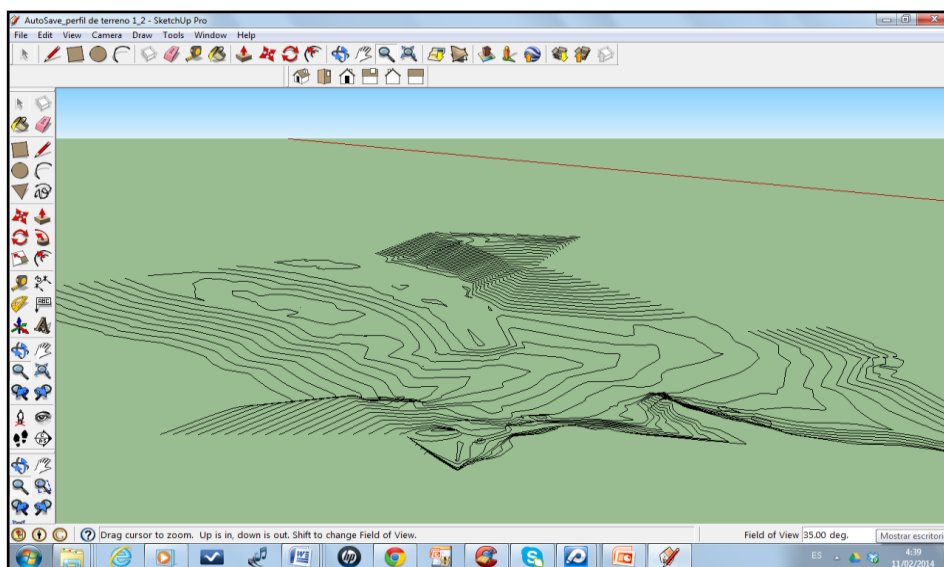


Figura 60. Curvas de nivel importadas desde Autocad

Al momento de la importación, todas las curvas se encuentran consolidadas como un solo elemento y es necesario dar autonomía a cada una de ellas para así poder usar la información y característica de cada vector. Para esto, se debe seleccionar la herramienta “Explotar”, haciendo que el objeto total se divida en varios sub objetos.

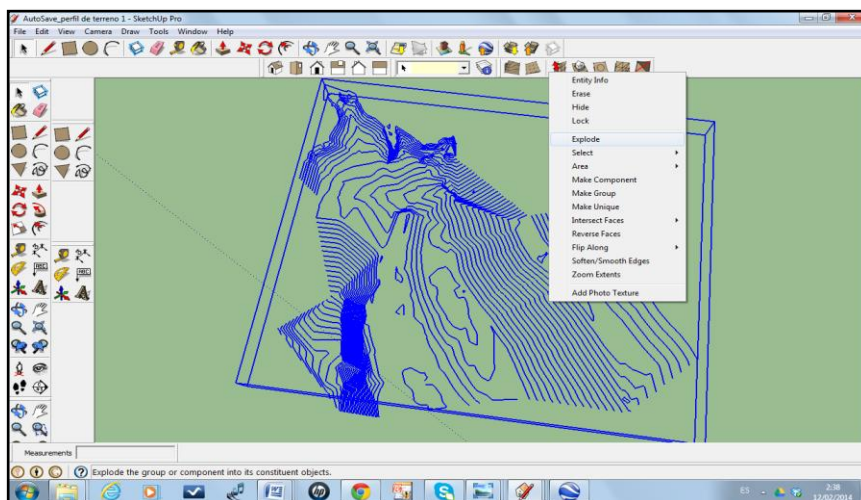


Figura 61. Utilización de la herramienta Explotar en SketchUp

A continuación se selecciona las curvas y con la herramienta “Front Contours” se genera el modelo tridimensional del terreno.

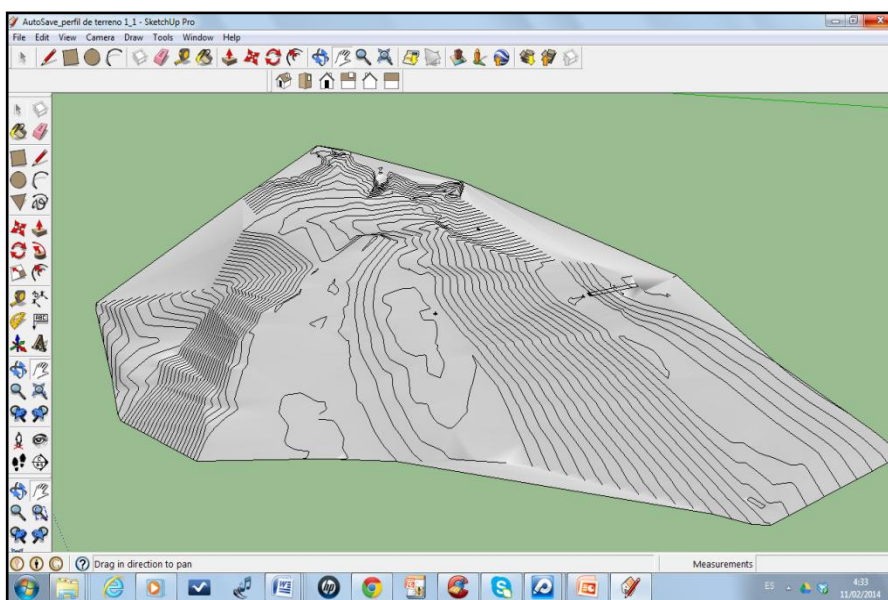


Figura 62. Resultado de la herramienta “Front Contours”

El siguiente paso es la edición del terreno, es decir se suaviza las divisiones bruscas con la herramienta “Smooove” y se edita el color haciendo clic en “Paint Bucket”, así se va modificando la textura del terreno.

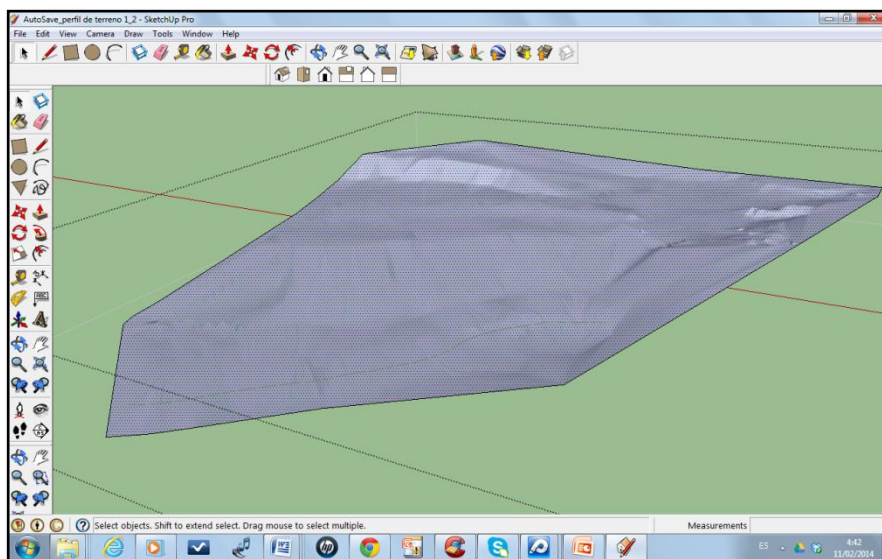


Figura 63. Resultado del terreno después de realizar la suavización

Se tomó una imagen del Google Earth actualizada para representar de mejor manera el terreno de las zonas aledañas a la zona de influencia de la estación, misma que se importó al SketchUp con ayuda de la herramienta “From Scratch” que genera una cuadrícula que permite editar el relieve y posteriormente con la herramienta “Smoove” suavizar los picos y la información no consistente.

Luego, se realiza la implantación de las estructuras externas e internas sobre el terreno. Para esto se toma nuevamente la información de las curvas de nivel pero esta vez con la información (vectores) de las estructuras de la Estación y se sobrepone al relieve recién realizado. La razón por la que se toma nuevamente las curvas de nivel, es para poder usarlas como guía y poder ubicar en los puntos correctos a las estructuras.

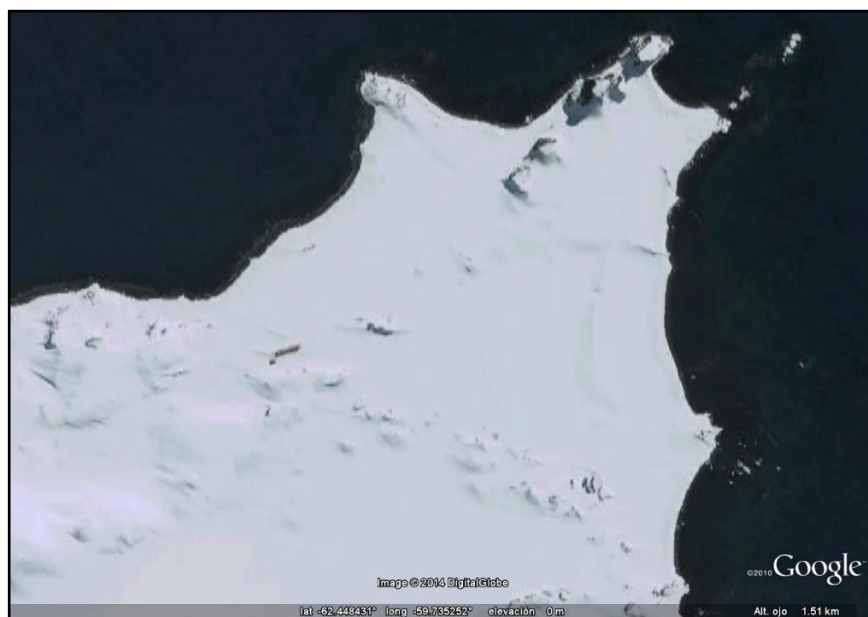


Figura 64. Imagen de Google Earth de la zona de influencia de la Estación

Fuente: Google Earth, 2014.

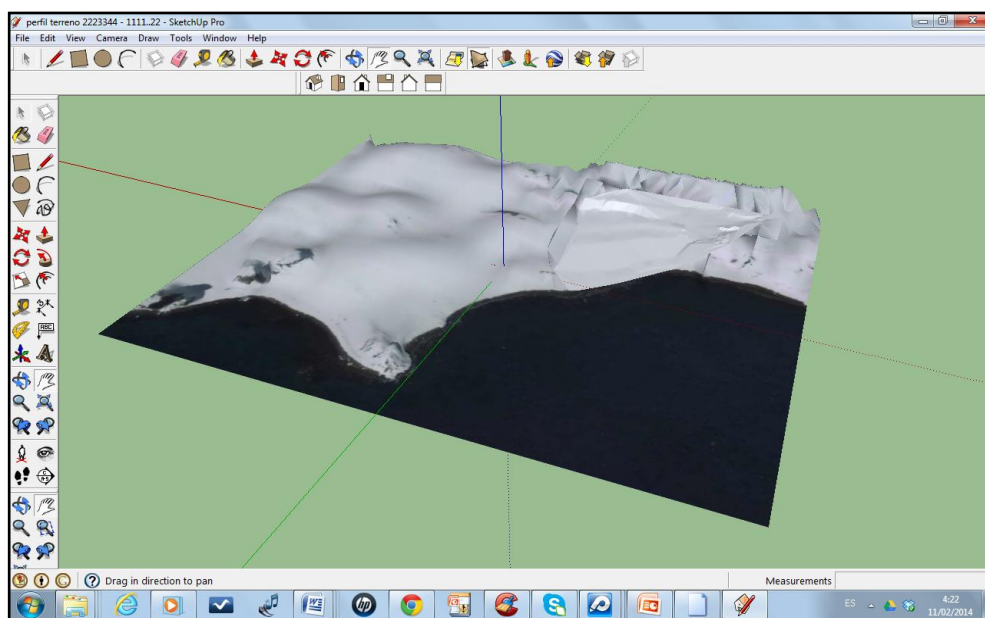


Figura 65. Visualización final del Terreno

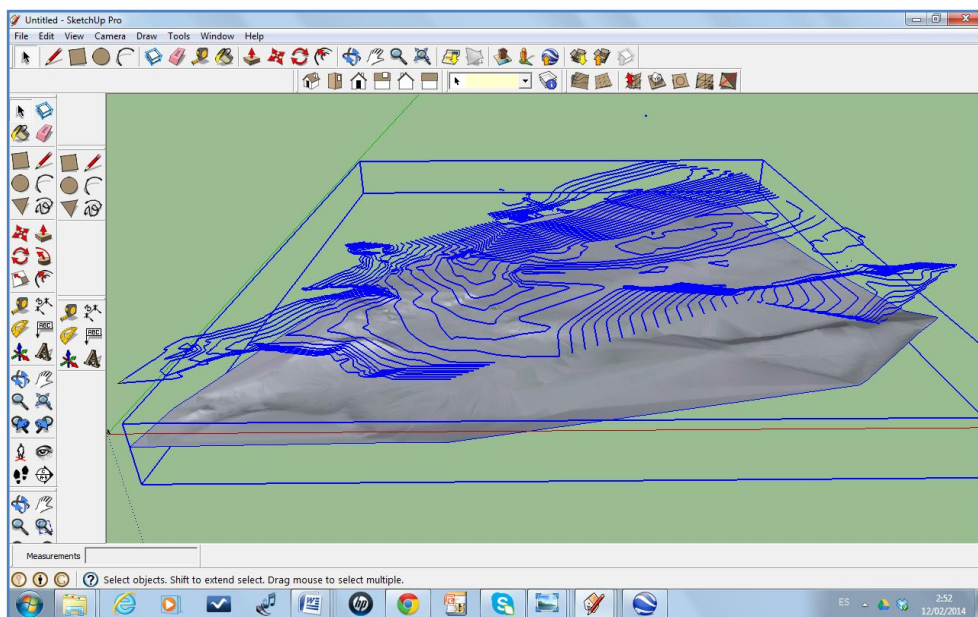


Figura 66. Implementación del modelo de acuerdo a las curvas de nivel

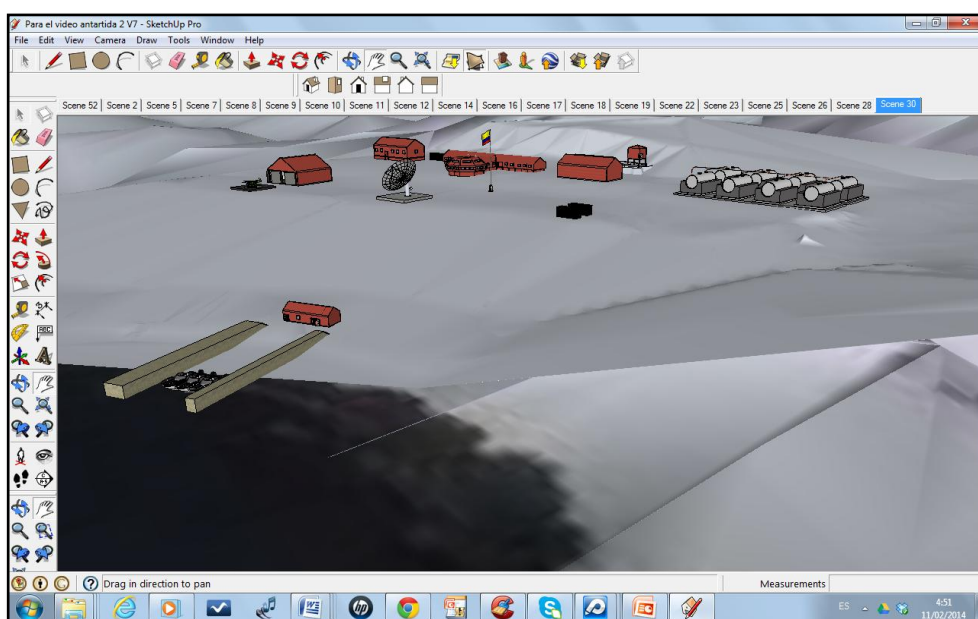


Figura 67. Visualización final del Proyecto

4.1.5. Georeferenciación del Modelo 3D

El software SketchUp 8 Pro, dispone opciones para la georeferenciación e incorporación de información altitudinal a los modelos 3D. A través de Google Earth por medio de la utilización de la herramienta "Agregar

Ubicación” se situó las diferentes instalaciones de la Estación Pedro Vicente Maldonado en el terreno. (Espín, M & Guano, F, 2013)

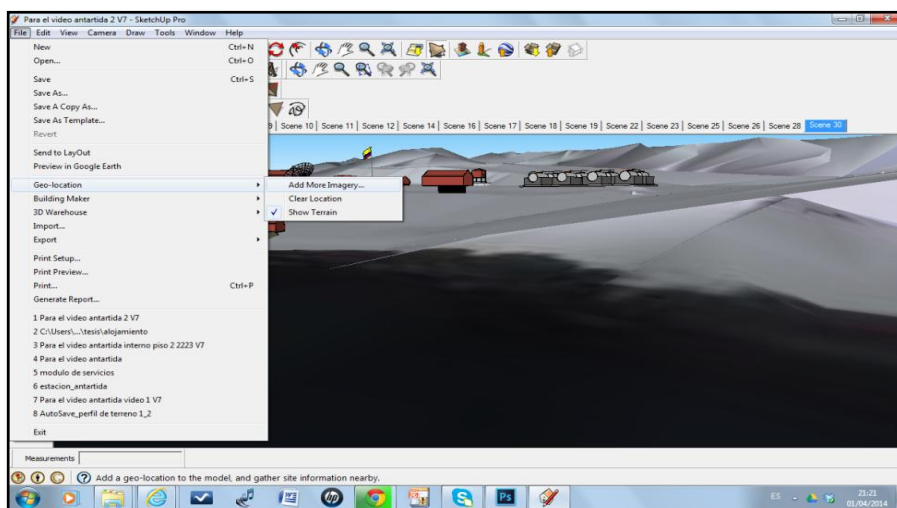


Figura 68. Herramienta “Agregar ubicación” en el software SketchUp 8 Pro

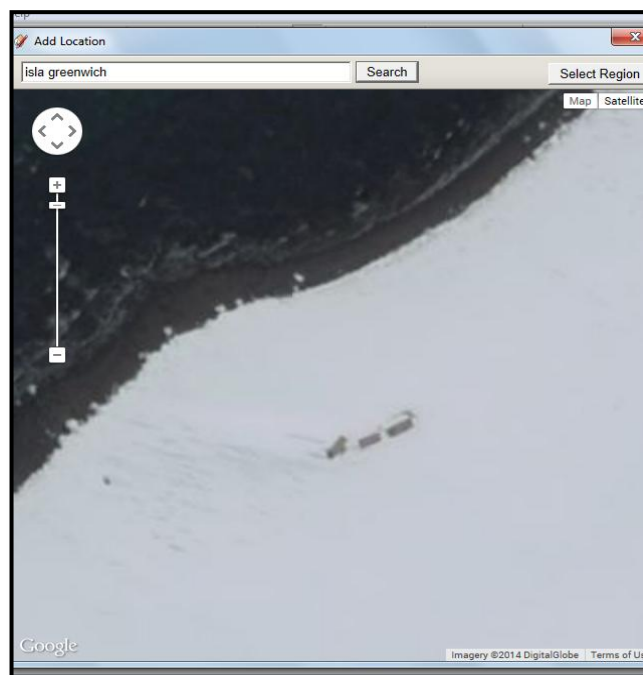


Figura 69. Ubicación de la Estación por medio de Google Earth

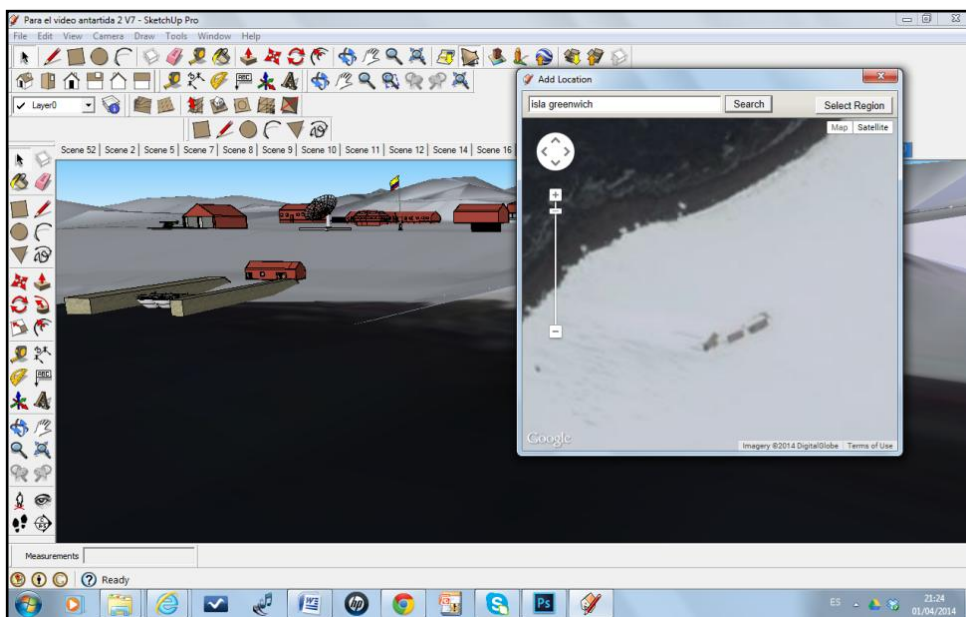
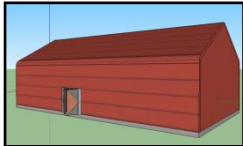
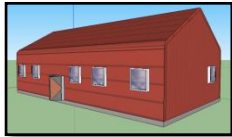


Figura 70. Ubicación de la Estación agregada al modelo

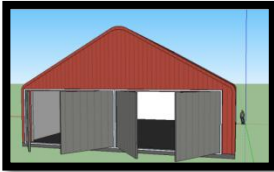
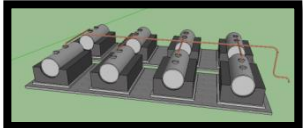
4.1.6. Área de las Instalaciones de la Nueva Estación Pedro Vicente Maldonado

Cuadro 8.

Área de las Instalaciones de la Nueva Estación

CALCULO DE AREAS			
INSTALACIÓN	ÁREA (m ²)	MEDIDAS (m)	GRÁFICO
Talleres	194,04	19,8 x 9,8	
Laboratorios	194,04	19,8 x 9,8	



CALCULO DE AREAS			
INSTALACIÓN	ÁREA (m ²)	MEDIDAS (m)	GRÁFICO
Casa de botes	37,24	9,8 x 3,8	
Helipuerto	219,04	14,8 x 14,8	
Tanques de combustible	150		
Cisterna	134,40	18 x 9	
Desembarcaderos	157,50	31,5 x 5	
Generador y Captación de agua	194,04	19,8 x 9,8	

El Módulo Administrativo, Vivienda y Servicios consta de varias unidades: la planta baja se dividió en área de camarotes, baños e instalaciones de servicios.

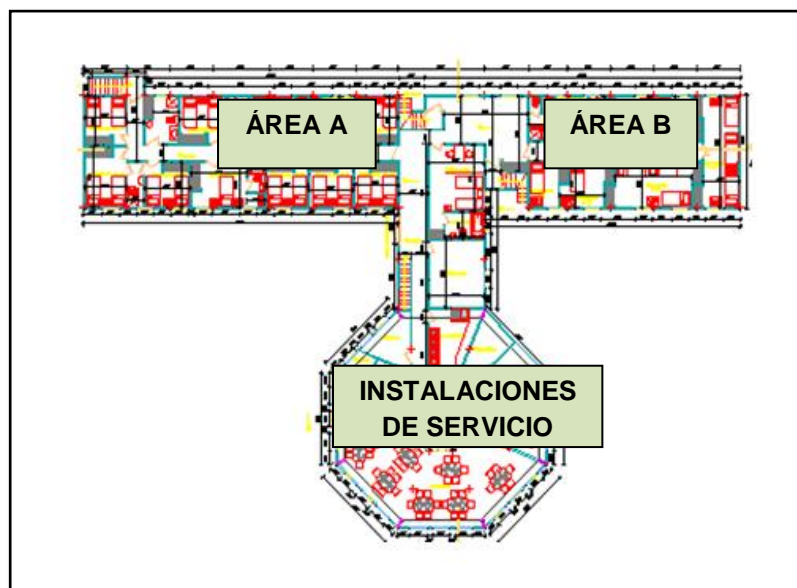


Figura 71. Distribución del Módulo Administrativo, planta baja
Fuente: Planos Arquitectónicos y Estructurales de la Estación.

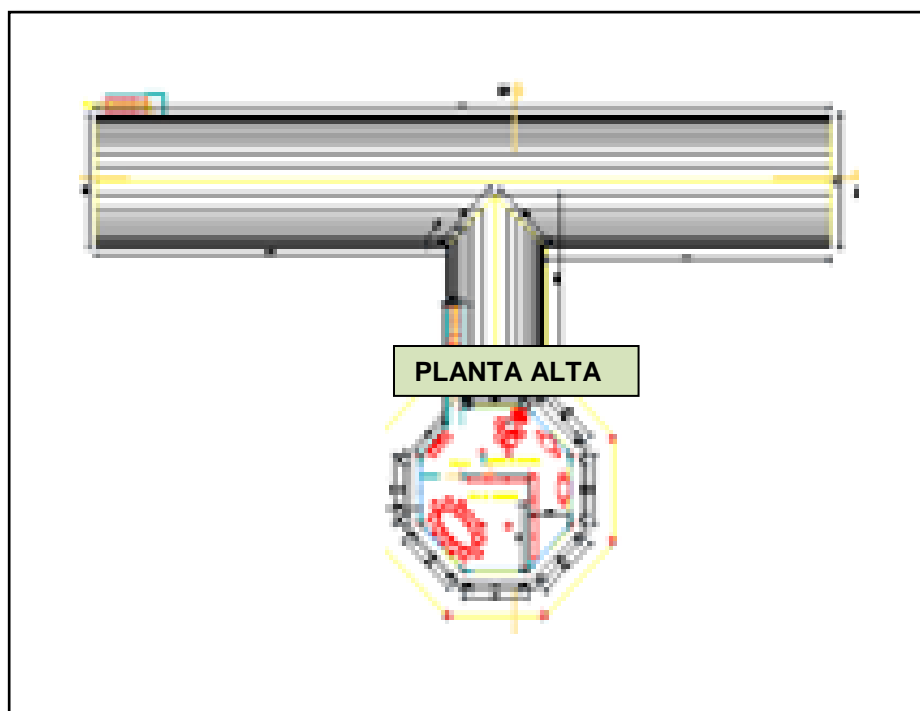


Figura 72. Módulo Administrativo planta alta
Fuente: Planos Arquitectónicos y Estructurales de la Estación.

El cálculo de áreas se realizó por medios de los planos arquitectónicos desarrollados en el software AUTOCAD. Una de las herramientas que

ofrece AUTOCAD es la posibilidad de contabilizar el área y el perímetro de un polígono cerrado.

Por medio de la herramienta “Medir áreas y perímetros” se deberá hacer clic en los vértices del polígono de forma consecutiva y ordenada hasta llegar al vértice de origen, calculando el área requerida en las unidades necesarias. Para el cálculo del área total del Módulo Administrativo, vivienda y servicios se procedió a sumar el área de las unidades de dicho módulo.

Es importante acotar que la precisión métrica utilizada en el programa SketchUp depende de que al inicio de la importación se configure las unidades de acuerdo al desarrollo de los planos arquitectónicos.

Cuadro 9.

Área camarotes planta baja

INSTALACIÓN	ÁREA (m²)
Camarote A1	9,89
Camarote A2	8,48
Camarote A3	20,71
Camarote A4	18,23
Camarote A5	9,35
Camarote A6	7,12



INSTALACIÓN	ÁREA (m²)
Camarote B1	9,14
Camarote B2	9,77
Camarote B3	9,77
Camarote B4	9,72
Camarote B7	12,82
Camarote B8	11,8
Camarote B9	9,15
Camarote B10	9
TOTAL	154,95

El modulo administrativo de vivienda y servicios consta de baños compartidos e individuales, también posee áreas de recreación como un gimnasio ubicado en la planta baja del modulo y biblioteca ubicada en la planta alta de la estructura.

Cuadro 10.**Área baños planta baja**

BAÑOS PLANTA BAJA	
INSTALACIÓN	ÁREA (m²)
Baño A1	3,89
Baño B4	6,32
Baño B7	2,3
Baño B2-B3	5,04
Baño B5-B6	3,44
Baño General Derecha	12
Baño general Izquierda	12,92
Baño enfermería	4,86
TOTAL	50,77

Cuadro 11.**Área Instalaciones de Servicios planta baja**

INSTALACIONES DE SERVICIOS PLANTA BAJA	
INSTALACIÓN	ÁREA (m²)
Enfermería	18,72
Gimnasio	17,17
Lavandería	14,47
Frigorífico	7,96
Cuarto Frio	8,26
Cocina	19,36
Comedor	66,4
Pre-cámara	6,62
Bodega	9,2
Almacén	8,26
Área de circulación	59,48
TOTAL	235,9

Cuadro 12.**Planta alta Módulo Administrativo, Vivienda y Servicios**

PLANTA ALTA MÓDULO ADMINISTRATIVO, VIVIENDA Y SERVICIOS	
INSTALACIÓN	ÁREA (m²)
Sala de Mando y Control	72,69
Área de circulación	5,42
Total	78,11

Cuadro 13.**Área total Módulo Administrativo, Vivienda y Servicios**

MÓDULO ADMISNISTRATIVO, VIVIENDA Y SERVICIOS	
INSTALACIÓN	ÁREA (m²)
Camarotes planta baja	154,95
Baños planta baja	50,77
Instalaciones de servicio planta baja	235,9
Planta alta	78,11
TOTAL	519,73

4.1.7. Generación de Ambientes Virtuales

Es una tecnología de interface avanzada entre un usuario y un sistema computacional. El objetivo de esta tecnología es recrear al máximo la sensación de realidad para un individuo llevándolo a adoptar esta interacción como una de sus realidades temporales. Se realiza en un tiempo real con el uso de técnicas y de equipamientos computacionales que ayudan en la ampliación del sentimiento de presencia del usuario. La misma permite la comprensión del ambiente virtual como simulación de la realidad a través de la tecnología. Se extiende a la apreciación de un universo no real (de íconos y símbolos). (Andrade L. & Narea P. , 2011)

Los ambientes virtuales son un conjunto de herramientas de soporte digital (software) de relativa complejidad que facilitan la difusión de conocimientos, la evaluación de la adquisición de esos datos y la orientación en determinadas áreas de la actividad humana antes de su aplicación concreta en la vida real. (Collaguazo, E. & Domínguez M, 2011).



Figura 73. Corte Transversal Módulo Administrativo, Vivienda y Servicios



Figura 74. Corte Transversal Módulo Administrativo, Vivienda y Servicios

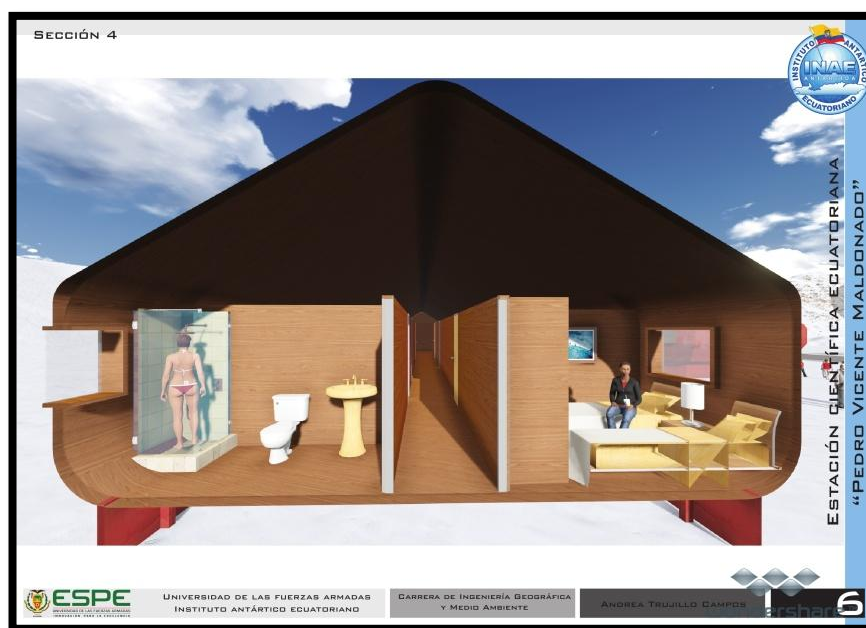


Figura 75. Corte Transversal Módulo Administrativo, Vivienda y Servicios

4.1.8. Realización del recorrido virtual

El software libre SketchUp realiza la creación de animaciones por medio de la de distintas escenas o vistas, las cuales pueden ser modificadas de acuerdo al criterio del operador, dichas escenas se combinan y ejecutan de

una manera secuencial y producen la animación del recorrido virtual. Existen varias herramientas en el software que permiten aplicar una transición gradual entre las distintas escenas, generando una animación continua y dinámica.

Se utiliza la herramienta “Animación” de SketchUp para obtener una secuencia continua de las diferentes escenas creadas por el operador. SketchUp cuenta con un gestor de escenas el cual controla las diferentes propiedades de cada una y proporciona al usuario una lista de todas las escenas creadas. Esta lista puede ser modificada y organizada de acuerdo al orden en el que aparecerán al reproducir una animación. El archivo generado en el software libre puede exportarse como archivo de animación de video (archivos AVI), estos archivos se reproducen con cualquier software de video compatible. (Acosta, V, 2011)

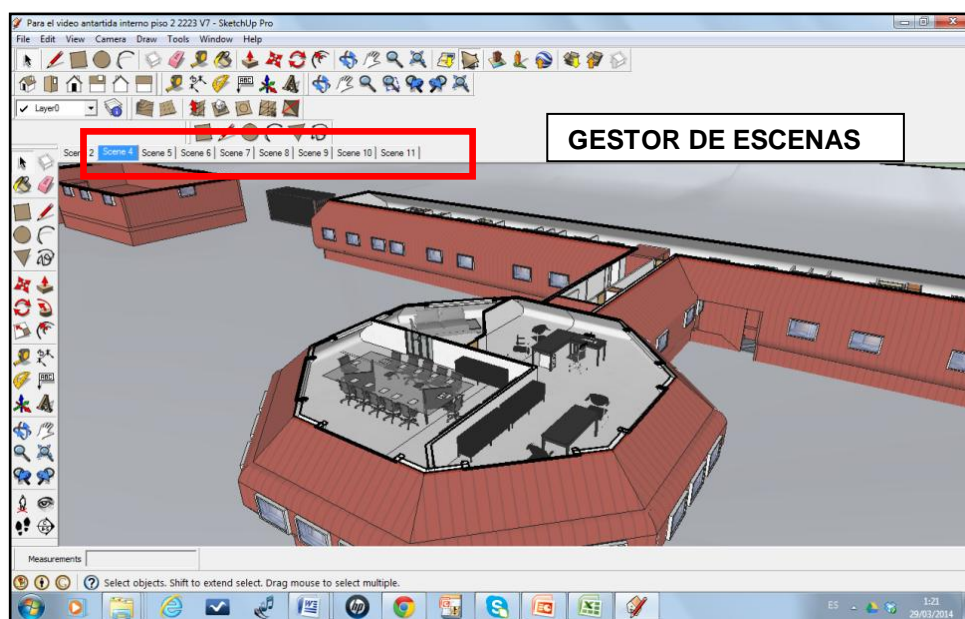


Figura 76. Utilización del gestor de escenas para el recorrido virtual

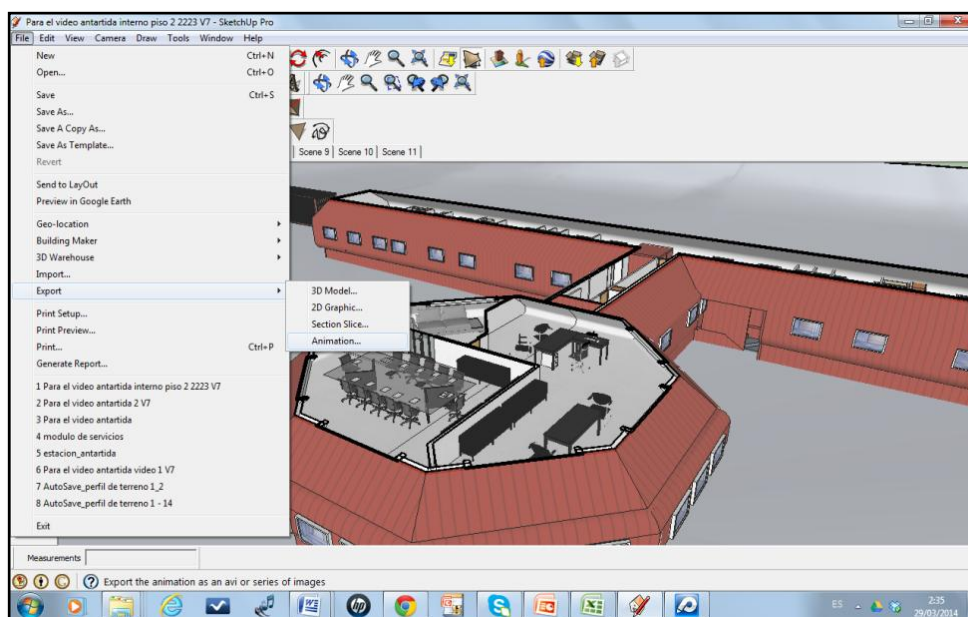


Figura 77. Utilización de la función “Animación” para el recorrido virtual

4.1.9. Herramientas de visualización

Generación de ambientes virtuales en archivos de formato de documento portátil (PDF)

Las nuevas herramientas de un documento portátil (PDF) brindan al usuario la facilidad de compartir información y distribuirla de una manera fácil y rápida. La incorporación de animaciones, modelos 3D e imágenes a un archivo de texto permite generar ambientes virtuales accesibles para el público en general. Para la transformación del modelo 3D de la Nueva Estación Pedro Vicente Maldonado realizado en el software libre SketchUp Pro a documento portátil (PDF) se utilizó la aplicación en SketchUp Pro “Export 3D PDF”, la cual permite convertir el archivo skp en formato PDF.

SimLab 3D PDF exporter for SketchUp plugin es la aplicación utilizada para la transformación del modelo, esta aplicación cuenta con una descarga de prueba gratuita por un lapso de 15 días. La aplicación cuenta con plantillas prediseñadas para la implantación del modelo al documento portátil.

Cabe acotar que el nuevo archivo posee herramientas de manipulación y visualización del modelo (rotar, girar, mover, entre otras.), también brinda la opción de generar vistas predeterminadas para la facilidad del usuario con respectivas opciones de luces para el modelo 3D.

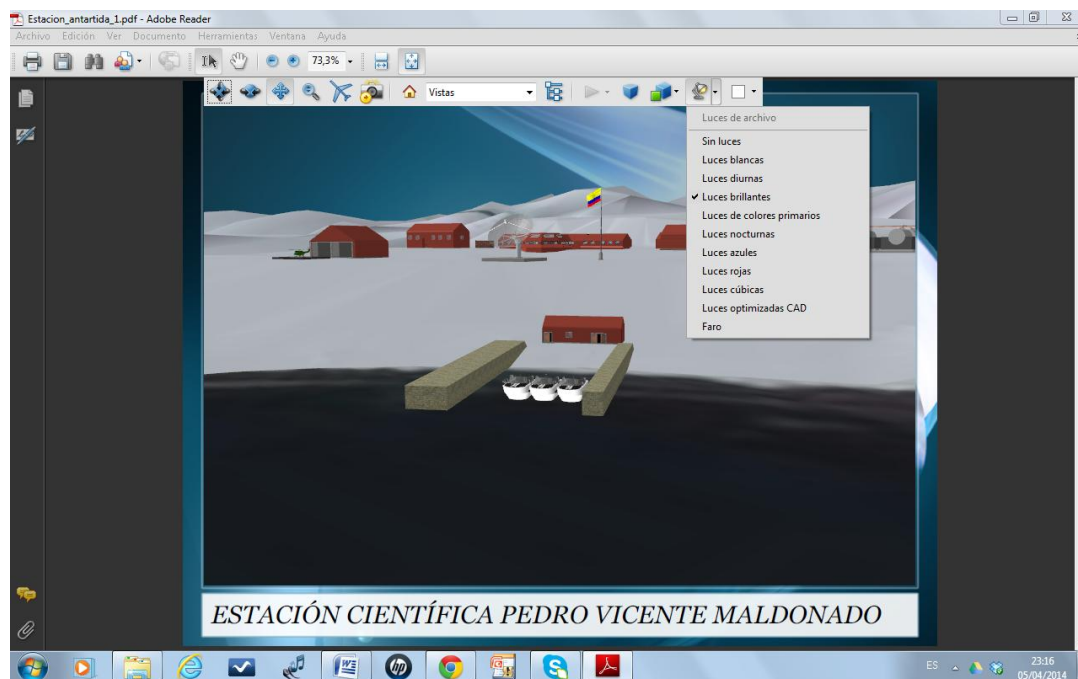



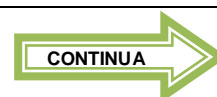








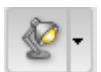

Figura 78. Documento PDF incorporado el modelo 3D de la Estación Científica Pedro Vicente Maldonado

Cuadro 14.

Herramientas incorporadas al documento portátil PDF

HERRAMIENTA	FUNCIÓN
	Rotar el modelo
	Girar el modelo
	Vista Panorámica



HERRAMIENTA	FUNCIÓN
	Ampliación / Reducción
	Volar sobre el modelo
	Captura de fotografías del modelo
	Vista Predeterminada
	Usar Proyección ortográfica
	Manipulación de transparencias y vértices
	Manipulación de luces
	Cambiar color de fondo

4.2. DIVULGACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO FINAL

El Ministerio de Defensa Nacional a través del Instituto Antártico Ecuatoriano (INAE), realizó el jueves 21 de noviembre de 2013, el II Taller de Información sobre Investigaciones Antárticas, en homenaje al Vigésimo Quinto Aniversario de la Presencia del Ecuador en el Continente Antártico, evento que se desarrolló con el apoyo de la Escuela Politécnica del Litoral (ESPOL), en el auditorio de la Facultad de Ingeniería Marítima, Ciencias Biológicas, Oceánicas y Recursos Naturales (FIMCBOR).

El presente proyecto se expuso a los investigadores e Instituciones participantes del Taller. La conferencia estuvo compuesta por dos partes, una presentación en donde se indicó el proceso de construcción virtual de la Estación y la segunda parte se expuso el recorrido virtual final de la Estación. El video del recorrido virtual de la Estación se distribuyó entre los

diferentes investigadores e Instituciones participantes del Taller, con el fin de incentivar a los nuevos científicos ecuatorianos y extranjeros a realizar sus respectivas investigaciones en las instalaciones de la Nueva Estación Pedro Vicente Maldonado.

A este evento asistieron investigadores de varias universidades e institutos de investigación como; INOCAR, Universidad de la Fuerzas Armadas, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Escuela Superior del Ejército, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Universidad Técnica de Ambato, Universidad San Francisco de Asís, Universidad Técnica del Norte Instituto Geográfico Militar y también se contó con la presencia de delegados del SENESCYT.

En el taller se expusieron un total de 23 ponencias sobre los adelantos de las investigaciones efectuadas por científicos ecuatorianos en la Antártida.



Figura 79. Exposición del presente Proyecto en el el II Taller de Investigaciones Antárticas

15:00-15:15	Diseño y construcción de edificaciones en áreas con temperaturas glaciares con alta eficiencia y utilización de energía renovable para la Estación Maldonado” Expositor: Dr. Jerko Labus (INER)
15:15-15:30	Creación de un recorrido virtual de la Estación Pedro Vicente Maldonado para el aprendizaje de funcionamiento de la Estación. Expositor: Srta. Andrea Trujillo (ESPE)
15:30-15:45	Palabras de Cierre del Taller CPCB-EM Gabriel Abad, Coordinador Científico del INAE

Las exposiciones tienen una duración máx. de 10 minutos, más 5 minutos para preguntas y respuestas.

Figura 80. Parte del cronograma donde se presenta la exposición del Proyecto en el II Taller de Investigaciones Antárticas

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El diseño del proyecto de la Nueva Estación Científica Pedro Vicente Maldonado será un impulso estratégico para consolidar los pasos que fomentarán el nuevo Sistema Nacional para el desarrollo del Conocimiento Antártico. El diseño de un ambiente virtual de la Nueva Estación Permanente permitirá la socialización y el reconocimiento de las nuevas instalaciones a construirse en los próximos años. A través de esta iniciativa se logrará incentivar a los nuevos investigadores a acercarse al conocimiento estratégico del continente blanco.
- La creación del ambiente virtual de la Nueva estación proporcionará la presencia del Ecuador dentro del Sistema Antártico Internacional e impulsará las acciones de investigación y científicas que se realizan por parte de investigadores ecuatorianos y extranjeros dentro de la Estación.
- La conversión de modelos 3D a archivos PDF, permite la divulgación del producto de una manera viable, fácil y didáctica. A pesar de que el diseño del proyecto se realizó con un software libre el manejo del programa puede ser dificultoso para usuarios que no posean un conocimiento previo de software de construcción en 3D. Es así como por medio de esta conversión, se permitió el acceso al modelo al público en general.
- Los escenarios virtuales, constituyen una herramienta útil no sólo para la promoción turística sino para estudios futuros, ya que permiten acceder de una manera fácil y rápida al lugar mostrando las instalaciones y funciones de cada área de manera detallada.
- La precisión métrica del software depende de la precisión a la que el usuario quiera llegar. Sketchup ofrece información precisa sobre las

medidas por medio del comando “Cuadro de control de valores”. El software permite alcanzar una precisión métrica aceptable así como un alto nivel de detalle. Como resultado de esta característica del software se consiguió un diseño preciso y detallado de cada parte del sitio.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el software SketchUp para la realización de modelos 3D, ya que es un programa amigable con el usuario y accesible gracias a su versión gratuita. También permite al usuario personalizar el software mediante puglins para obtener funciones específicas de acuerdo a cada área de trabajo.
- Es importante que para el desarrollo del modelamiento el ordenador tenga las siguientes características: Intel Xeon CPU E5-2665 de 2,4Ghz, memoria RAM de 32 GB, disco duro de 1TB y tarjeta de video Nvidia Quadro 6000. Adicionalmente, es aconsejable el uso de un monitor 3D LED de 24" con 1080 dpi full HD y 120Hz de refrescamiento.
- Si se desea un recorrido virtual con mayor detalle, se debe renderizar al modelo para luego captar las tomas necesarias para la recreación virtual. Debido a que el modelo tenía una gran información grafica no se lo renderizó y solo se aplicó el renderizado a los esquemas digitales presentados en los anexos.
- Se sugiere a la ESPE crear una materia optativa, dentro de la malla curricular de Carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente (CIGMA) que abarque temas de restauración arquitectónica y diseño grafico, como el modelado y animación 3D, con el fin de generar productos cartográficos más comerciales y dinámicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, V. (2011). Diseño de un Ambiente Virtual Mediante el Empleo de Procesos Fotogramétricos Terrestres de Corto Alcance, del Conjunto Arquitectónico Monasterio- Iglesia de la Merced (Tesis de Pregrado). Sangolquí, Pichincha, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.
- Andrade L. & Narea P. . (2011). Análisis, Diseño e Implementación de un Ambiente Virtual 3D y Objetos de Información para la Regional Astro del Ministerio de Turismo (Tesis de Pregado). *Universidad Politécnica Salesiana*. Cuenca.
- Arc Gis. (s.f.). *Definición y Aplicaciones de una Geodatabase*. Recuperado el 12 de enero de 2014, de Arcgis Resoucers Center: <http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//000500000000r000000>
- ATS. (2013). *El Tratado Antártico*. Recuperado el 15 de octubre de 2013, de Secretaría del Tratado Antártico: <http://www.ats.aq/s/ats.htm>
- ATS. (2013). *El Tratado Antártico y su partes integrantes*. Recuperado el 15 de octubre de 2013, de Secretaría del Tratado Antártico: http://www.ats.aq/devAS/ats_parties.aspx?lang=s
- Collaguazo, E. & Domínguez M. (2011). Diseño e Implementación de un Sistema Fotogramétrico Digital de Corto Alcance 3D (Tesis de Pregrado). *Escuela Politécnica del Ejército*. Sangolquí .
- Cornejo, R.et al. (1993). Geomorfología de Punta Fort William, Isla Greenwich, Islas Shetland del Sur, Artártida. *Instituto Antártico Ecuatoriano*. Ecuador.
- Espín, M & Guano, F. (2013). Diseño de un Ambiente Virtual Mediante el Empleo de Procesos Fotogramétricos Terrestres de Corto Alcance, del Conjunto Arquitectónico de la Ciudad de Conocoto (Tesis de Pregrado). *Escuela Politécnica Nacional*. Sangolquí.
- Google Skechup Pro. (2014). *SketchUP Pro*. Recuperado el 18 de febrero de 2014, de <http://www..com/es/products/sketchup-pro>. Consultado el 18 de febrero de 2014.
- H., Horn. & Arellano H. (1990). El Sitio de instalación de la Estación Científica Ecuatoriana en la Antártida. Acta Antártica Ecuatoriana. *PROANTEC*. Ecuador.

- INAE. (2008). Actividades del Ecuador en la Antártida Plan 2008-2009. Intercambio de información conforme a los Artículos III(1) y VII(5) del Tratado Antártico. *Instituto Antártico Ecuatoriano*. Ecuador.
- INAE. (2013). *Estación Científica Pedro Vicente Maldonado*. Recuperado el 20 de Octubre de 2013, de <http://www.inae.gob.ec/>
- INAE. (2013). *Misión, Visión y Lineamientos Estratégicos del Instituto*. Recuperado el 20 de octubre de 2013, de Instituto Antártico Ecuatoriano: <http://www.inae.gob.ec/sobre-inae/marco-de-orientacion.html>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía. (2014). *Modelos Digitales de Elevación-Descripción*. Recuperado el 21 de octubre de 2013, de <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continental/quees mde.aspx>
- Pérez, J. (2013). Diseño del reforzamiento de las estructuras antiguas pertenecientes al bloque de aulas del Colegio Sebastián de Benalcazar (Tesis de Pregado). *Escuela Politécnica del Ejército*. Sangolquí.
- Sánchez, L. (2008). ¿Cómo se construyó la estación científica Pedro Vicente Maldonado?. Ecuador Antártico. *Instituto Anrtártico Ecuatoriano*. Salinas.
- SENPLADES. (2009). *Plan Nacional para el Buen Vivir*. Recuperado el 27 de octubre de 2013, de Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo: <http://www.buenvivir.gob.ec/>
- Villota, P. (2013). Implementación del Sistema de Información Geográfico del INAE y Generación de Geodatabase para el Manejo Integral de la Información Espacial y Zonificación Ecológica (Tesis de Pregado). *Escuela Politécnica del Ejército*. Sanqolquí.