



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE ESMERALDAS (PUCESE)

Facultad Administrativa y Contable

Diseño Gráfico

Tesis de Grado

Tema:

Metodología y reconstrucción de piezas arqueológicas utilizando técnicas de modelado 3D en la cultura Tolita yacentes en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas.

Previo al grado académico:

Diseñador Gráfico

Autor: Carlos Alfredo Pilataxi Mendoza

Asesor de Tesis

Lic. José Luis Romero Nazareno

Esmeraldas, 2016

Tribunal de Graduación

Trabajo de Tesis aprobado luego de haber cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento de grado de la PUCESE, previo a la obtención del título de Diseñador Gráfico y Comunicador Visual.

Presidente tribunal de Graduación

Lector 1

Lector 2

Director de Escuela

Director de Tesis

Esmeraldas, julio del 2016

Autoría

Yo **CARLOS ALFREDO PILATAXI MENDOZA**, declaro que la presente investigación enmarcada en el actual trabajo de tesis es absolutamente original, auténtica y personal.

En virtud que el contenido de esta investigación es de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor y de la PUCESE.

Carlos Alfredo Pilataxi Mendoza

C.I. 0803085406

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiarme en este camino académico, por dotarme de inteligencia y valores necesarios para enfrentar los retos presentados durante toda mi vida.

Por su incondicional apoyo con ejemplos de responsabilidad y buenos valores a mis padres *Dexi y Carlos* este último que desde cielo me guía y me ampara en este largo camino de vida.

A los docentes de esta maravillosa carrera y profesión que con sus conocimientos y disciplinas fueron de gran ayuda para lograr este objetivo anhelado.

DEDICATORIA

A mis padres por su dedicación y esfuerzo, además por ser mi guía principal en la vida, a mi hija **Chelsea Renata Pilataxi Plaza** con un infinito y profundo amor ya que su presencia es un motor para seguir adelante y dejarme en claro lo maravillo de esta vida.

Gracias.

Carlos Pilataxi Mendoza

ÍNDICE DE CONTENIDO

Tribunal de Graduación.....	ii
Autoría.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA	v
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vi
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
CAPITULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 Bases teóricas científicas.....	3
1.3 Definiciones conceptuales.....	4
1.3.1 Cultura Tolita	4
1.3.1.1 Aspectos relevantes de la cultura Tolita.....	5
1.3.1.2 Información y datos de los objetos arqueológicos	6
1.3.1.2.1 Origen de los objetos.....	6
1.3.1.3 Clasificación de los objetos según su tecnología	7
1.3.1.3.1 Alfarería	7
1.3.1.3.2 Metalurgia	8
1.3.1.4 Características de piezas arqueológicas	8
1.3.1.4.1 Por su forma o superficie	8
1.3.1.5 Iconografía	11
1.3.2 Representación 2d de los objetos	12
1.3.2.1 Definición 2D.....	12
1.3.2.2 Fundamentos de la imagen digital.....	12
1.3.2.2.1 Concepto	12
1.3.3 La fotografía.....	12
1.3.4. Herramientas de modelado y reconstrucción	13
1.3.4.1 Gráficos 3D.....	13
1.3.4.1.1 Definición de términos a los gráficos 3D.....	13
1.3.4.1.2 Creación de gráficos 3D.....	14

1.3.5 Modelado.....	15
1.3.5.1 Modelado inicial.....	15
1.3.5.2 Suavizado	16
1.3.5.3 Iluminación	16
1.3.5.4 Renderizado.....	17
1.3.6 Estudio de productos	18
1.3.6.1 Productos de modelados según a modelados y reconstrucción gráfica	19
1.3.6.2 Parámetros de evaluación de modelado	19
1.3.6.3 Generalidades	19
1.3.6.3.1 Autodesk 123 catch	19
1.3.6.3.2 Autodesk mudbox	20
1.3.6.3.3 Autodesk 3ds Max.....	21
1.3.6.4 Características	22
1.3.6.5 Soporte	24
1.3.6.6 Facilidad de uso.....	25
1.3.6.7 Rendimiento	25
1.3.6.8 Flexibilidad	26
1.3.6.9 Precio o Comercio.....	26
1.4 Marco legal.....	28
1.5 Objetivos	30
1.5.1 Objetivo General	30
1.5.2 Objetivo específico.....	30
CAPITULO II.....	31
2. TEXTO.....	31
2.1 Caracterización del lugar.....	31
2.2 Población y muestra	31
2.3 Tipo de estudio.....	32
2.4 Métodos.....	32
2.4.1 Metodología de captura de imágenes a piezas arqueológicas	32
2.5 Técnicas.....	33
2.6 Instrumentos.....	33
2.7 Fuentes primarias y secundarias.....	33
CAPITULO III.....	35
3. RESULTADOS.....	35
3.1 Ficha de trabajo	35
3.1.1 Capturas fotográficas de piezas Arqueológicas.....	35

3.1.2 Selección de herramientas	36
3.2 Discusión	59
3.3 Metodología para la elaboración y construcción de modelos 3D.....	37
3.3.1 Creación del modelo 3D a partir de fotografías	37
3.3.2 Corrección y reconstrucción de Pieza Arqueológica.....	46
3.3.3 Renderizado final y presentación de modelado 3D.....	55
3.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
CAPITULO IV	63
4. REFERENCIAS	63
4.1 Bibliografía	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparativa según los precios de los distintos softwares.....	25
Tabla 2. Comparativa de software 3D según su plataforma.....	26
Tabla 3. Puntuación de los softwares 3D según modelado, textura y facilidad de uso.....	26
Tabla 4. Observación y análisis de piezas arqueológicas.....	30

RESUMEN

El documentar y registrar el material arqueológico ha presentado un significativo desarrollo con la aplicación de nuevas tecnologías. Estas nuevas creaciones tienen a tener ventajas en el campo de la documentación, del estudio y la visualización de piezas arqueológicas, estableciendo dentro del perfil de la investigación de tipo iconográfico, donde la iconografía de la Tolita es una de las manifestaciones artísticas más ricas de la época precolombina por sus numerosos objetos encontrados y descubiertos.

La investigación presentada tiene como objetivo reconstruir piezas arqueológicas utilizando técnicas de modelado 3D en la Cultura Tolita y presentar alternativas para la revalorización patrimonial con el diseño gráfico y su entorno.

La metodología aplicada en este estudio es de un diseño tipo transversal descriptivo ya que proporciona una información más detallada del problema que permite describir sus características, describe variables y analiza su incidencia e interrelaciona en un momento dado.

Como resultado de la investigación se llegó a obtener una herramienta de rápida percepción para ser utilizada en el medio con estudios previos tanto cultural como en las herramientas que hoy en día resultan útiles en el proceso de modelo y reconstrucción 3D.

Se concluye que la cultura Tolita en general, a pesar que esta sobreexpuesta a numerosas investigaciones y estudios, se logró aplicar una técnica moderna gracias a su fácil uso de estas informaciones, tanto teórica como tangible, quedando como resultado un proyecto novedoso y a la vez aplicable quedando abierta a nuevas investigaciones relacionado con el tema de la reconstrucción 3D.

ABSTRACT

Documenting and recording archaeological material has presented significant developments with the application of new technologies. These new creations have to have advantages in the field of documentation, study and visualization of archaeological pieces. Establishing within the profile of the investigation of iconographic type, where the iconography of the Tolita is one of the richest artistic manifestations of the pre-Columbian era by its numerous objects discovered and discovered.

The research presented aims to reconstruct archaeological pieces using 3D modeling techniques in the Tolita Culture and to present alternatives for the revaluation of heritage with the graphic design and its surroundings.

The methodology applied in this study is an descriptive transverse type design since it provides a more detailed information of the problem that allows describing its characteristics, describing variables and analyzing their incidence and interrelationships at a given moment.

As a result of the research, a quick perception tool was obtained to be used in the medium with previous cultural studies as well as in the tools that are nowadays useful in the modeling and 3D reconstruction process.

It is concluded that Tolita culture in general, although it is overexposed to numerous investigations and studies, it was possible to apply a modern technique thanks to its easy use of this information, both theoretical and tangible, resulting in a novel project and at the same time applicable Remaining open to new research related to the subject of 3D reconstruction.

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

La importancia por la generación de modelos 3d es debido a las grandes posibilidades que ofrecen los equipos informáticos tanto de escritorios como portátiles, y en este gran avance, se encuentran los dispositivos móviles que en la actualidad son de uso común. Hoy en día permiten ejecutar diversas aplicaciones que contienen gráficos y animaciones 3D, así como aplicaciones de realidad aumentada en las que podemos ejecutar dichos modelos con gran fluidez y realismo.

En el ámbito de la arqueología y la cultura no escapa al uso de modelos tridimensionales, estos aumentan el realismo y facilitan las labores de visualización e incluso de interpretación de una realidad que muchas veces no es conocida. La aplicación y uso de los modelos 3d orientados a la cultura está creciendo hoy en día sea material de apoyo como para la revalorización cultural.

El aporte que se pretende llegar es desarrollar una guía metodológica para reconstruir piezas arqueológicas utilizando técnicas de modelado 3D en la Cultura Tolita y que sirvan de apoyo a estudiantes y profesionales de la carrera de diseño gráfico para la innovación del desempeño profesional.

La presente tesis está estructurado de acuerdo al instructivo de grado de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas y contiene: TÍTULO que es el nombre del proyecto investigativo, El RESUMEN que es una breve descripción del trabajo realizado, LA INTRODUCCIÓN donde se explica la importancia del tema, una breve síntesis del contenido, se presenta también MATERIALES Y MÉTODOS, se expones los materiales y métodos que fueron de base y ayuda en lo que desarrollo del trabajo de investigación se refiere.

Los resultados, se encuentra el contexto de la información clave, Base legal y la propuesta metodológica, discusión, donde se habla con fundamentos los resultados obtenidos de la tesis, las conclusiones y recomendaciones, se llega con posibles soluciones y alternativas a tomar como investigador se propone, la bibliografía, constan libros, documentos, textos, otros que servirán de fuente teórica del problema.

1.1 Planteamiento del problema

El diseño gráfico 3D deriva de la disciplina del diseño gráfico que con recursos propios del diseño industrial y 3d comprenden un espacio de ámbito tridimensional, esto aumenta recursos y posibilidad al momento de diseñar, el presente proyecto tiene como finalidad la reconstrucción de piezas arqueológicas utilizando técnicas de modelado 3D.

Sin embargo, existen estudios referentes al tema de reconstrucción 3D que plantean técnicas de modelado más complejas empleando formulas y terminología que salen del campo de la aplicación del diseño gráfico y el diseño 3d estudiados.

Las investigaciones anteriores permitirán hacer comparaciones y establecer ideas de como trataron los distintos problemas en dichas investigaciones. Se desarrollará la pauta para elaborar una metodología de reconstrucción 3D con la utilización de una adecuada técnica de modelado tridimensional.

Muñiz (1998) afirma que:

El número de investigaciones en la reconstrucción de información 3D, a partir de la información 2D, se ha incrementado rápidamente en los últimos tiempos. Se han realizado continuos logros en la recuperación de modelos sólidos a partir de sus vistas planas. (p.190)

La cita anterior hace hincapiés del crecimiento de técnicas de reconstrucción 3D para la recuperación de la información, por lo contrario, en el entorno actual existe los escasos de estudios sobre el tema dando pauta a que se crea una propuesta aplicada a las piezas arqueológicas de la cultura Tolita que se encuentran en la sala de exhibición de la PUCESE.

No existen estudios relacionados al tema de modelado 3D y sus distintas técnicas que comprende esta rama en la ciudad de Esmeraldas, siendo la primera propuesta investigativa a falta de documentos e instructivos que conllevan a generar una guía metodológica de estudio.

La propuesta metodológica emplea una técnica de fácil comprensión por ello se utiliza una guía gráfica con la finalidad de su rápida comprensión y empleo como herramienta a futuros proyectos.

1.2 Bases teóricas científicas

El diseño gráfico 3D deriva de la disciplina del diseño gráfico que con recursos propios del diseño industrial y 3d comprenden un espacio de ámbito tridimensional, esto aumenta recursos y posibilidad al momento de diseñar, el presente proyecto tiene como finalidad la reconstrucción de piezas arqueológicas utilizando técnicas de modelado 3D.

Cebolla (2005) menciona lo siguiente:

El modelado 3D es el proceso que la computadora utiliza sus modeladores para crear personajes, objetos y escenas para la aplicar en distintos entornos como para las películas, animaciones.

El modelado es el proceso inicial de la creación de objetos tridimensionales, por ello se convierte en pieza clave del diseño puesto que, si se inicia en parte bien, lo más probable que su culminación tenga óptimos resultados. (p.95)

Por consiguiente, el modelado es en una de las ramas de la informática y el diseño en el cual crea imágenes tridimensionales o reales mediante una computadora. Permitiendo la creación de gráficos 2D (bidimensionales) y 3D (tridimensionales). Así mismo, es el principal soporte para obtener animaciones por computadora y generar herramientas multimedia. Está en todas las ramas del conocimiento: medicina, ingeniería, arquitectura, cine, diseño gráfico. (Howard, 2008).

Como hacen referencias los autores mencionados, el modelado 3D es una técnica viable que aplica en muchos campos de la tecnología, dando solución a proyectos planteados.

Sin embargo, existen estudios referentes al tema de reconstrucción 3D que plantean técnicas de modelado más complejas empleando formulas y terminología que salen del campo de la aplicación del diseño gráfico y el diseño 3d estudiados.

Las investigaciones anteriores permitirán hacer comparaciones y establecer ideas de como trataron los distintos problemas en dichas investigaciones. Se desarrollará la pauta para elaborar una metodología de reconstrucción 3D con la utilización de una adecuada técnica de modelado tridimensional.

Valdez (1986) indica que:

La tesis más coherente sobre el origen de la cultura La Tolita en 1927, anuncia que desde Centroamérica un grupo llegó y se estableció en el área, importando con ellos sus costumbres y tradiciones mesoamericanas. Se supuso también que la isla tuvo una función eminentemente ceremonial, por los miles de figurillas de cerámica, oro y hueso; los múltiples objetos que, aparentemente, no tenían un destino funcional; y por las innumerables tumbas y decena de tolas. (p.12)

Las investigaciones realizadas por el Museo del Banco Central, han aportado una serie de nuevos datos que permiten las etapas de ocupación decisivas en la isla.

En lo que respecta a la cultura Tolita se sabe que es una de las más conocidas a nivel nacional por algunos factores como la extensa cantidad de objetos encontrados como también su ingenio y creatividad para elaborar dichos objetos arqueológicos.

Por último no existen estudios relacionados al tema de modelado 3D y sus distintas técnicas que comprende esta rama en la ciudad de Esmeraldas, siendo la primera propuesta investigativa a falta de documentos e instructivos que conlleven a generar una guía metodológica de estudio.

La propuesta metodológica emplea una técnica de fácil comprensión por ello se utiliza una guía gráfica con la finalidad de su rápida comprensión y empleo como herramienta a futuros proyectos.

1.3 Definiciones conceptuales

1.3.1 Cultura Tolita

Denominado como Tolita o Tumbaco por el conjunto homogéneo ruinas o vestigios precolombinos ubicado desde la desembocadura de río Sajía en Colombia hasta la bahía de San Mateo en la provincia de Esmeraldas en Ecuador, esta con alrededor de 500 km de área cultural costanera (Valdez, 1986, p.10)

La cultura habitó la región geo-histórica de la costa pacífica colombo-ecuatoriana entre 300 A.C. y 600 A.D., y cuyos yacimientos se han informado desde el río Esmeraldas al sur de la provincia de Esmeraldas en Ecuador, hasta el río San Juan en el departamento del Valle del Cauca en Colombia. (Rodríguez, 2007, p.93)

Situado en la provincia de Esmeraldas en la isla de la Tolita, es el sitio que cuenta con el conjunto arqueológico más importante descubierto hasta ahora en la desembocadura del río Santiago.

Figura 1
Ubicación geográfica cultura Tolita



Nota: Imagen de referencia que explica la ubicación geográfica de la Cultura Tolita
Fuente: Valdez, Proyecto Arqueológico La Tolita

1.3.1.1 Aspectos relevantes de la cultura Tolita

La Tolita es el yacimiento más importante del conjunto geográfico cultural por sus características especiales que hace densa la ocupación prehispánica por la cantidad de lugares arqueológicos que se pueden encontrar como, por ejemplo: Ostiones, Mates, Lagartos. (Valdez, 1986, p.11)

Tiene una extensión mayor a 1 km² a lo que se refiere al poblado prehistórico y se pueden encontrar aproximadamente cuarentas montículos artificiales dispersos de diferentes tamaños. Según Valdez (1986), la mayor concentración de materiales encontrados hace referencia a una alta consistencia de población y a un modelo de asentamiento nucleado catalogado como urbano (p.11).

Lo que caracteriza a la cultura Tolita son los entierros humanos que se han encontrado en mayor cantidad. Durante las excavaciones miles de esqueletos fueron sacados. Objetos cerámicos de calidad como orfebrería en oro, platino y cobre, adornos de material como esmeraldas, cuarzo, obsidiana se encontraban en estas tumbas. Fue tanta las exageradas excavaciones que hoy constituyen a la destrucción de la Tolita.

1.3.1.2 Información y datos de los objetos arqueológicos

1.3.1.2.1 Origen de los objetos

Las investigaciones realizadas sugieren que esta área fue el dominio de un importante centro ceremonial ubicado sobre una pequeña isla en la desembocadura del Río Santiago, al norte de Esmeraldas. De este sitio provienen muestras significativas de arte escultórico realizadas en cerámica y hueso, así como las piezas más finas de orfebrería precolombina que se hayan encontrado en Ecuador. (Valdez y Diego, 1992, p. 135)

El poblado tiene una extensión superior a 1 Km². Se encuentran dispersos aproximadamente cuarenta montículos artificiales o “Tolas” de diversas dimensiones. Una característica importante de la Tolita son las numerosas cantidades de entierros humanos que se han hallado. En las últimas décadas se han sustraído clandestinamente miles de esqueletos, con o sin ajuar funerario. Muchas de estas tumbas contienen objetos de cerámica de excepcional calidad, orfebrería hecha en oro, platino y cobre, adornos de diversos materiales como: esmeralda, cuarzo, obsidiana, etc. (Valdez, 1986, pág. 11)

Los objetos a estudiar son objetos ya descubiertos por instituciones y personas con motivo de estudio de esta cultura.

1.3.1.3 Clasificación de los objetos según su tecnología

Existen evidencias indirectas de artesanía tales como cestería, tejidos, trabajos de plumas y papelería entre otros, igualmente, se aplica el uso de técnicas específicas y depuradas. El alto grado de trabajos detallados por estas actividades, sugiere que fueron realizadas por especialistas. (Valdez, 1986, p.67)

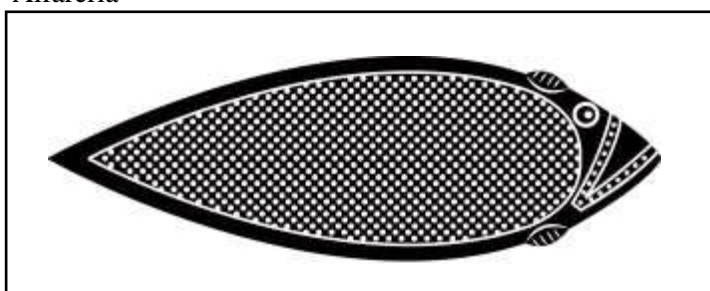
En los que se pueden destacar:

1.3.1.3.1 Alfarería

Los alfareros estudiaban minuciosamente el material de la arcilla y los materiales anti plásticos, haciendo que las partículas finas logren una pasta de textura homogénea. Valdez (1986) manifiesta que la cerámica Tolita no tenía originalmente la superficie áspera. Por lo general, todos los objetos recibían un baño de fino engobe, de coloración semejante al de la pasta. (p.69)

Una de las características de la alfarería de la etapa clásica es que inclusive los artículos utilizados demuestran gran calidad en su elaboración y diseño, siendo todos los artefactos ricamente decorados.

Figura 2
Alfarería



Nota: Rallador ictiomorfo. Plaqueta de cerámica con pequeñas piedritas angulosas incrustadas.

Fuente: Valdez, Proyecto Arqueológico La Tolita

1.3.1.3.2 Metalurgia

De todos los trabajos artesanales realizados en la isla, ninguno ha logrado superar la técnica orfebrería. La metalurgia aparece tempranamente en el área cultural de La Tolita, tomando desde el inicio un carácter relevante dentro de las manifestaciones artísticas. Los metales utilizados fueron principalmente de oro, cobre y el platino. En su mayoría son bastantes simples, y combinan el uso del calor y el golpeteo para ablandar el metal. La más frecuentes son el martillo, el laminado, el forjado, el repujado, el fundido y la soldadura. Técnicas más complicadas incluyen: la fundición en molde, la cera perdida, la filigrana y el dorado.

Figura 3
Metalurgia



Nota: Pectoral con figura humana.
Láminas de oro y platino repujadas, trenzadas y soldadas.
Fuente: Valdez, Proyecto Arqueológico La Tolita

1.3.1.4 Características de piezas arqueológicas

1.3.1.4.1 Por su forma o superficie

A más de la alfarería y la metalurgia, el arte escultórico fue también realizado con maestría en materiales muy variados; hay muestras de piedra, concha, cuerno, hueso y madera. Las técnicas empleadas incluyeron la talla, el grabado, el pulido, el corte por fricción y uso de abrasivos. (Valdez, Proyecto Arqueológico “La Tolita”, p. 69)

Piedras

A pesar que este material no se encuentra de manera natural en la isla, ni en sus alrededores inmediatos, fue ampliamente utilizado para producir instrumentos de trabajo y adornos corporales de todo género. (Figura 4)

La isla, por su origen geológico, está compuesta por arcilla y otros materiales sedimentarios que no incluyen cantos u otros depósitos pétreos de importancia (Ribadeneira 1941). Esto implica que todos los materiales líticos fueron necesariamente traídos por el hombre. Las fuentes de materia prima fueron sin duda las cabeceras de los ríos, que en su caudal torrentoso acarrear piedras de diversos tamaños y tipos. (Valdez,1986, p. 72)

Figura 4

Piedras



Nota: Instrumento de piedra tallada y pulida.

Fuente: Valdez, Proyecto Arqueológico La Tolita

Concha

Los trabajos en concha se limitan, casi exclusivamente, a la fabricación de adornos corporales, o a la producción de pequeños aditamentos integrados como incrustaciones en escultura de huesos o madera. A pesar de la importancia concedida por otras culturas a la Spondylus, en La Tolita su presencia es escasa. Los objetos más frecuentes son collares de pequeñas proporciones. (Valdez,1986, p. 72)

Cuernos

Existen una buena cantidad de fragmentos de asta de venado, que por su pulimento y desgaste deben haber servido como punzones, bruñidos, o instrumentos para la talla lítica por presión. (Valdez, 1986, p. 74)

Huesos

La industria ósea es muy variada, tanto en artefactos utilitarios como en representaciones artísticas de la más alta calidad. Entre los primeros abundan las agujas, los alfileres, las espátulas, los estiletos, los canutos, los arpones, los punzones, los cilindros terminados en punta, los inhaladores, etc. Aparecen con frecuencias flautas y cilindros que probablemente sirvieron como instrumentos musicales. En muchos casos, se encuentran figuras grabadas o pequeñas tallas en el extremo no funcional del instrumento, que representan temas rituales como felinos, reptiles, o personajes ricamente ataviados. Ciertos inhaladores, tienen en el extremo nasal, la palma de una mano semil-cerrada, tallada con mucha finura. (Valdez, 1986, p. 74)

La escultura en hueso de estatuillas es una de las manifestaciones artísticas más refinadas de la cultura La Tolita.

Figura 5
Piedras



Nota: Personaje con rasgos característicos del arquetipo humano. Hueso tallado.

Fuente: Valdez, Proyecto Arqueológico La Tolita

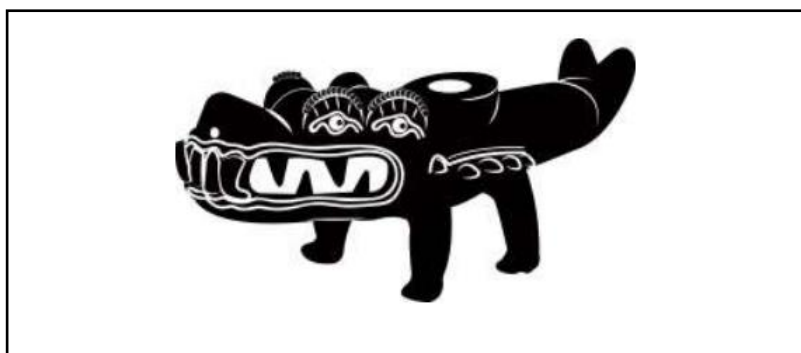
1.3.1.5 Iconografía

La iconografía se define como el objeto de estudio a una descripción de imágenes o como la escritura en imágenes, según Sonderegger (2003) afirma: “Es toda obra plástica, artesanal o artística.” (p.267)

La cultura Tolita y sus manifestaciones sagradas y religiosas crean materiales a partir de una iconografía que mezclan al mundo cotidiano con lo sobrenatural y lo extraño. Estas manifestaciones sobrenaturales se representan en seres que dominan los reinos del mundo real que son los animales de aire, cielo y agua, muchos de estos animales como: el águila, murciélago, búho, el caimán para esta cultura se representan como dioses. (Ontaneda, 2010, p. 142)

La iconografía de La Tolita es importante en la está investigación por su numerosos objetos encontrados y descubiertos, con esto se hace hincapiés a una extensa investigación y simulación de una rica e interesante información que nos proporciona como base para realizar el proyecto reconstructivo.

Figura 6
Iconografía



Nota: Caimán mítico con cuatro ojos. Animal divinizado representa la fuerza del elemento agua.

Fuente: Valdez, Proyecto Arqueológico La Tolita

Para evidenciar la arqueología de la cultura Tolita y sus principales elementos se hace uso de materiales fotográficos en distintos documentos. Fotografías que son representaciones 2d o imágenes planas.

1.3.2 Representación 2d de los objetos

1.3.2.1 Definición 2D

Significa dos dimensiones, referido al alto y ancho de la pantalla, en este diseño tanto imágenes como colores son planas y no existe textura visual.

El manejo de dos dimensiones facilita el manejo y funciones para una maquina en que se trabaje, por ello fue el estándar de la representación gráfica. Hoy en día se parte de una creación en 2D con fin estéticos para la creación que vaya más allá de lo bidimensional.

1.3.2.2 Fundamentos de la imagen digital

1.3.2.2.1 Concepto

Las fotografías son archivos raster, los cuales se entienden como una matriz de n filas por m columnas, donde cada celda es un pixel. Jacobson (2010) refiere a que se trata de un valor digital o varios, con la restricción de que todos los pixeles del raster deben tener igual cantidad de valores digitales, siendo cada capa de valores una banda. (p. 442)

Las imágenes digitales se obtienen a través de un escáner, una cámara fotográfica digital o directamente desde el ordenador utilizando cualquier programa de tratamiento de imágenes.

1.3.3 La fotografía

La palabra fotografía viene de dos palabras griegas: fotós y grafein. Fotós es el sustantivo “luz”, y grafein es el verbo “escribir”. Entonces, “fotografía” literalmente significa “escribir con luz sobre una superficie fotosensible. (Ritchey, 2006, p. 5).

También se describe que es el arte de fijar y reproducir por medio de reacciones químicas, en superficies convenientemente preparadas, las imágenes obtenidas en la cámara oscura.

1.3.4. Herramientas de modelado y reconstrucción

1.3.4.1 Gráficos 3D

1.3.4.1.1 Definición de términos a los gráficos 3D

OBJETO: Un objeto es un cuerpo sólido tridimensional. En muchos casos usamos el término “sólido” como sinónimo de objeto.

MUNDO DEL OBJETO: Es el sistema de Coordenadas del Mundo (WC) en el que se define al objeto.

MODELO: Un modelo es un objeto de forma primitiva predefinida, como un bloque paralelepípedo o una esfera. Un modelo se puede definir en el mundo del objeto o en su sistema de coordenadas locales.

CARA: Una cara de un objeto es una superficie cerrada no vacía y delimitada, no necesariamente plana, que pertenece a la frontera de ese objeto.

ARISTA: Una arista es el segmento lineal compartido por dos caras. Las aristas no tienen que ser necesariamente rectas; dependerá de si las caras compartidas son o no planas.

VERTICE: Un vértice es un punto terminal de una arista.

ESCENA: Una escena es un conjunto finito de objetos.

DIBUJO LINEAL: Un dibujo lineal es la proyección de una escena 3D.

LINEA: Una línea es la proyección de una arista en un dibujo lineal.

UNIÓN: Una unión es la proyección de un vértice en un dibujo lineal.

RENDER: Es el proceso de producir imágenes desde una vista de modelos tridimensionales, en una escena 3D.

En palabras sencillas, es “tomar una foto” de la escena. Una animación es una serie de renders secuenciados.

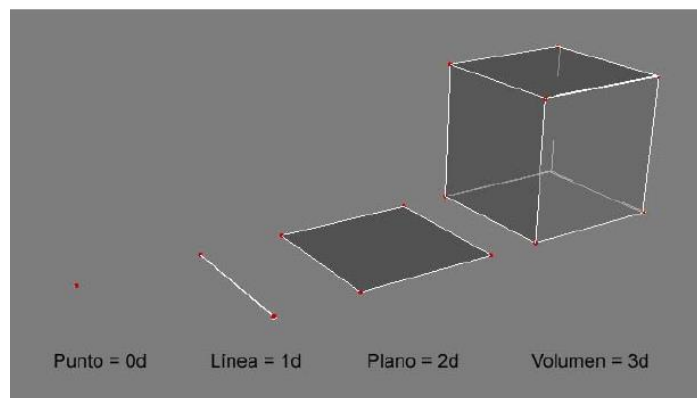
1.3.4.1.2 Creación de gráficos 3D

Para crear gráficos en tercera dimensión lo práctico es partir de una imagen plana o 2D y proporcionarle dimensionalidad. Herramientas y programas en la actualidad de diseño 2D incluyen opciones para agregar sombras, texturas, superficie, iluminación que permiten a la imagen plana un efecto tridimensional (Aedo, et al, 2009, p 78).

Para llegar a una imagen 3D tiende a seguir un orden dimensional.

Figura 7

Creación de
3D



gráfico

Nota: Francisco Rodríguez Pérez. Modelado en 3D y composición de objetos. 2014

1.3.5 Modelado

El primer paso y fundamental para la creación de gráficos por computadora se llama “Modelar”. El mismo procedimiento lo lleva un escultor para modelar figuras del mundo real, existen varias técnicas que el modelador 3D utiliza para dar forma a objetos virtuales o tridimensionales. Las técnicas más comunes son: modelado a partir de formas, el modelado de geometrías y la malla poligonal editable. (Fernández, 2011) refiere que el modelado es el proceso por el cual la computadora crean personajes, objetos y escenas que los cineastas utilizan tanto para las películas de animación como para los efectos especiales en las películas de acción en vivo. (p. 2)

El modelado es la fase inicial de la creación de personajes u objetos tridimensionales, por esta razón se convierte en la parte fundamental del diseño, puesto que, si se parte bien, es más probable que los detalles finales también tengan óptima culminación.

Los programas 3D proporcionan variedad de formas básicas, están por ejemplo la esfera, el cubo y el cono que se utilizan para la creación de modelos complejos. Modelar es el proceso para llevar a cabo la construcción de objetos 3D y crear estructuras ya sean básicas o complejas de un mundo virtual. (Aedo, et al, 2009, p 82).

En el caso de este proyecto investigativo, las bases del modelado inicial fue la combinación de imágenes de una específica pieza arqueológica y en base a ello con la fotografía se consigue generar la textura del objeto.

1.3.5.1 Modelado inicial

Existen varias técnicas utilizadas en el modelado 3D y una de las utilizadas se conoce como modelado de caja. En este proceso, se crea un solo cubo (caja) en la pantalla y luego, utilizando diversas herramientas de modelado, el modelador expande gradualmente las diversas caras (polígonos) del cubo en cualquier forma básica que se requiera. (Aedo, et al, 2009, p 78).

Para las formas básicas, la selección de la técnica adecuada es un factor importante para el modelado, y de las diversas opciones el modelador debe seleccionar la más apropiada para el proyecto que realiza o decidir por la técnica que mayores facilidades le permita.

1.3.5.2 Suavizado

Importante mencionar del proceso para la elaboración de un modelo 3D, es el "Suavizado" y se relaciona con otros modelos vivos o de mayor detalle. La mayoría de los softwares que modelan en 3D tienen esta función, aunque puede tener un nombre diferente. Cuando el suavizado se aplica a un modelo, el programa genera un gran número de polígonos para este proceso, visualizando un aspecto más natural y más suave y facilitando así la construcción de modelos 3D más detallados. (Cebolla, C, 2005, p.45).

1.3.5.3 Iluminación

Representación de la iluminación en diversos ángulos que inciden los rayos en las caras de los objetos. Si este ángulo es perpendicular la iluminación es máxima, en ángulos menores esta irá decreciendo hasta desaparecer cuando los rayos queden tangentes a la superficie. Esto es importante en la aplicación de un modelado donde se pueda apreciar su textura y forma.

Se requiere del entendimiento sobre la luz propia en la realidad para la aplicación de una iluminación 3D, esto puede ir desde la iluminación detallada como para una iluminación global para crear comportamientos complejos y extraños de la luz aplicada en superficies y subsuperficies. (Von Koenigsmarck, A, 2008, p. 33).

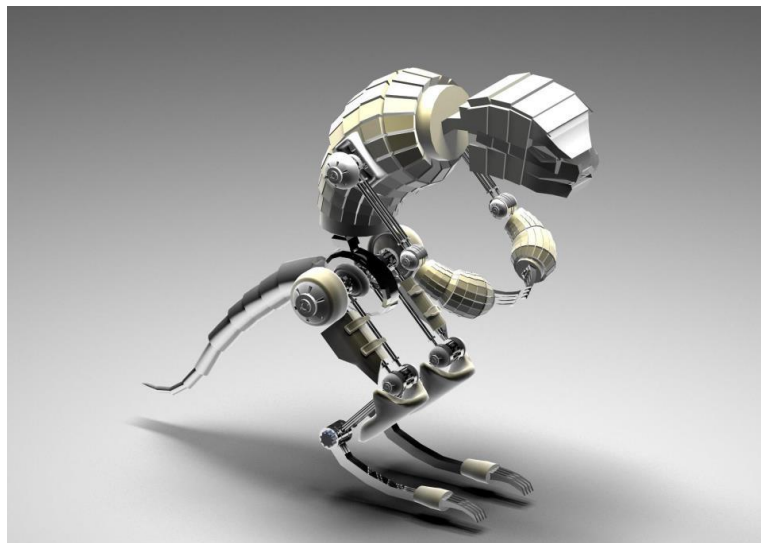
Es fundamental el exacto manejo de la luz al momento aplicable sobre modelos creados en 3D por ende son los estudios previos a los fundamentos básicos de comportamiento.

1.3.5.4 Renderizado

Es la etapa final para generar la imagen 2D desde un modelo creado. El fin es buscar imágenes de calidad fotorrealista, y para aquello se han desarrollado numerosos métodos especiales. Las técnicas van desde las más sencillas, como el rénder de alambre (wireframe rendering), pasando por el rénder de polígonos, hasta las técnicas más modernas como el Scanline Rendering, el Raytracing, la radiosidad (conjunto de técnicas para el cálculo de la iluminación global que tratan de resolver el problema básico de la renderización de la forma más realista posible en el campo de los gráficos 3D por computadora) y el Mapeado de fotones. El render es el proceso donde el ordenador genera una imagen, basado en propiedades, posiciones, luces y modelos del material que tiene en su mundo virtual 3D. (Aedo, et al, 2009, p 86).

El proceso de renderizado se ha convertido en pieza clave para el desarrollo principal de imágenes generadas por computadoras.

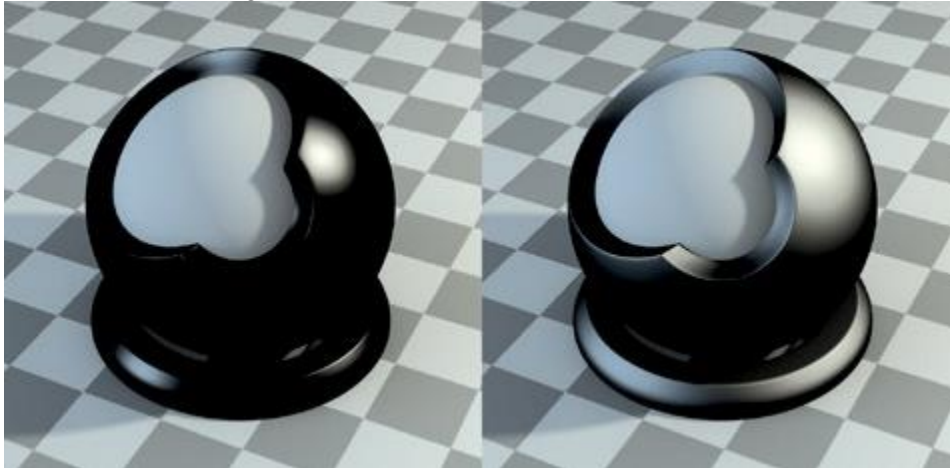
Figura 8
Renderizado



Nota: Render con interacción de luz

Representa de en forma global el renderizado de imágenes, en las que se aprecia en detalles diferentes tonalidades de iluminación sobre el objeto según la aplicación de luz.

Figura 9
Renderizado de imágenes



Nota: Renderizado de Imágenes por Bend Simonds, Blender Máster Class (2014)

1.3.6 Estudio de productos

Existen un sin números de software disponibles para el modelado 3D, pero se trata de seleccionar los aprendidos en la carrera para la aplicación de esta investigación, que es la reconstrucción por medio de modelados 3D de piezas arqueológicas. Para esto es necesario la utilización de dos softwares adicionales y a la vez desconocidos conociendo esto en estudios previos a la realización del proyecto.

Atraves de estudios previos se determinó los softwares que van en la línea para la reconstrucción de un objeto analizando los ventajas y desventajas de cada uno de ellos. Su relación al momento de exportar a los motores 3D se articula bien a la fase de diseño gráfico para generar la reconstrucción de objetos.

Otras características son de importancia también, como por ejemplo la facilidad de uso, la compatibilidad, las interfaces y el precio.

1.3.6.1 Productos de modelados según a modelados y reconstrucción gráfica

Software

Conjunto de datos y programas que maneja el ordenador. Es la parte lógica o inmaterial de un sistema informático. Almacenados en el ordenador en forma de ceros y unos.

Los productos a utilizar son:

- Autodesk 123 catch
- Autodesk Mudbox
- Autodesk 3Ds Max

1.3.6.2 Parámetros de evaluación de modelado

Los parámetros de evaluación de cada producto software de modelado y animación son:

Requerimientos del sistema:

- Soporte
- Facilidad de uso
- Rendimiento
- Flexibilidad
- Comercio

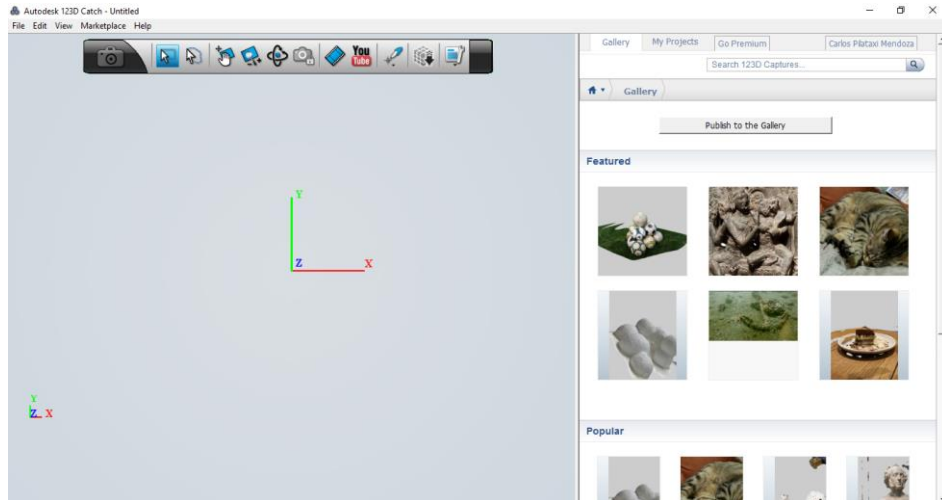
1.3.6.3 Generalidades

1.3.6.3.1 Autodesk 123 catch

Autodesk 123D catch, es una herramienta de modelado 3D gratuita que permite convertir fotos en modelos tridimensionales para luego llevarla a una impresión en 3D. Autodesk 123D catch emplea interacciones con el modelado 3D para la modificación según el propósito en que se quiera emplear. No es una herramienta compleja, así mismo permite a los creadores crear un modelo de manera fácil.

En la Ver Figura 10 se observa la interfaz del software de modelado Autodesk 123 catch

Figura 10
Autodesk 123 catch



Nota: Interfaz de Autodesk 123 catch

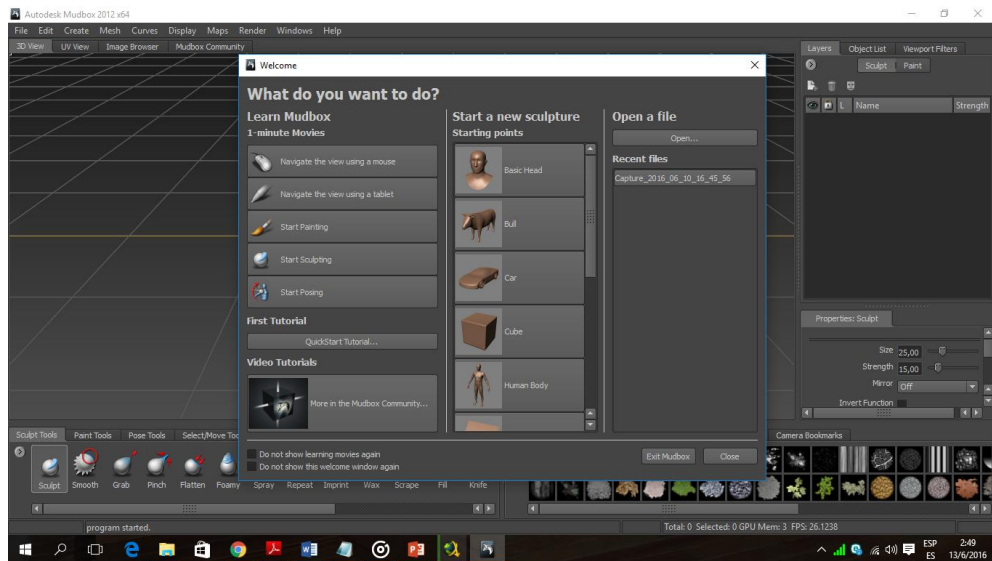
1.3.6.3.2 Autodesk mudbox

Entorno gráfico

Cuando se habla de un software que se utiliza de manera práctica para pintar y esculpir de manera tridimensional estamos hablando del Autodesk® Mudbox que a la hora de crear un personaje u objeto contiene herramientas esenciales y de alto rendimiento que llega a un realismo. Su entorno hace que esta herramienta sea atractiva y usable para diseños conceptuales.

En la Ver Figura 11 se observa la interfaz del software de modelado Autodesk Mudbox

Figura 11.
Autodesk Mudbox

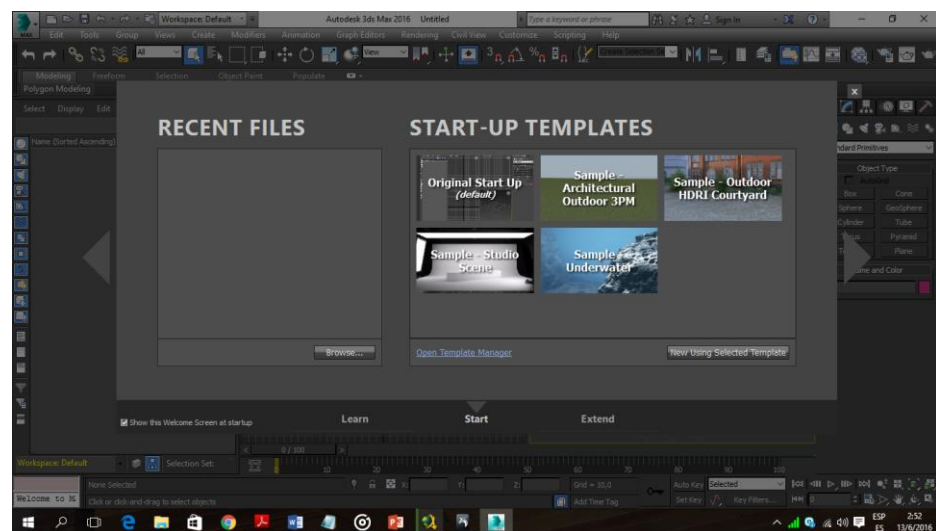


Nota: Interfaz de Autodesk Mudbox

1.3.6.3 Autodesk 3ds Max

Autodesk® 3ds Max® es una poderosa aplicación para ampliar el contexto visual de conceptos de diseño creados con Autodesk Revit® Architecture y el software AutoCAD® Architecture, para una eficaz validación del diseño y comunicación visual. En la Ver Figura 12 se observa la interfaz del software de modelado Autodesk 3ds Max.

Figura 12
Autodesk 3ds Max



Nota: Interfaz del software de modelado Autodesk 3ds Max

1.3.6.4 Características

Autodesk 123 catch

Aparte de ser una herramienta gratuita, utiliza una cuenta global, los trabajos realizados se almacenan en la nube para luego si el usuario quiera editar en una plataforma distinta que no sea un ordenador sino en una Tablet o ipad, puede hacerlos de una manera sencilla.

123D catch cuenta con una galería de proyectos, ya que esta herramienta trabaja en línea en la que los usuarios comparten sus creaciones a fines de publicarlas y poderlas descargar para su usabilidad, edición y modificación.

Autodesk mudbox

- **Detalles al máximo**

Permite generar detalles de texturas que requieren los actuales formatos de alta resolución hoy en día. Para la creación de personajes en 3D se mejoró eficazmente cada vez más píxeles gracias a los beneficios de calidad y rendimiento para el resalte al máximo de los detalles que lleven a una visualización real.

- **Curvas multifunción**

Para aumentar herramientas de pintura y escultura se implementa curvas en un espacio tridimensional de la pantalla.

- **Espacio de trabajo adaptable al usuario**

Se ajusta a la configuración de cada usuario referente a sus preferencias, llevando a personalizar el espacio de trabajo logrando crear respaldo de su configuración de su espacio

- **Soporte para las opciones de dureza de bordes, pliegues y suavizado de grupos**

La compatibilidad con los softwares Autodesk® Maya®, Autodesk 3ds Max, Autodesk Softimage y otros mantienen y controlan la dureza, los pliegues y el suavizado de determinados bordes al momento de impórtalos. Con el software Mudbox, estos datos se interpretan y se muestran, ayudando a los artistas a plasmar detalles con mayor precisión.

- **Detalles normales y de relieve en un solo mapa**

Pueden los artistas crear detalles en full relieve al esculpir y al pintar, además pueden combinar sus trabajos en un solo mapa que hace compatible con motores de juegos.

- **Detalles con forma de mosaico en escultura y pintura**

No va existir error al momento de detalles en forma de mosaico al momento de crear texturas y mapas al momento de repetirse, gracias al solucionar este error se puede cubrir grandes áreas de superficie. Los artistas pueden crear detalles complejos en forma de mosaicos como entalladuras y salientes ayudando a que tomen decisiones acertadas mientras pintan y esculpen.

- **Mayor interoperabilidad con Photoshop**

Mayor compatibilidad con el software Adobe® Photoshop®, es posible importar y exportar archivos PSD de 16 bits a la plataforma de Mudbox.

- **Duplicar y voltear modelos**

La mejora del software tiende a facilitar la duplicación y manejo de los objetos con la posibilidad también de poder voltearlos de manera de espejo, esto ahorra tiempo cuando se repiten objetos. Al voltear los objetos los artistas tienden a ver distintas perspectivas cuando trabajan.

- **Valores de color de ajuste preestablecidos**

Maneja o corrige con facilidad los colores de cualquier capa de pintura con las mejoras de los nuevos valores preestablecidos de color de ajuste; estos valores

ayudan a sus creadores a invertir capas, aplicando una corrección inversa a las fotografías de origen, extraer los valores de luminancia de una imagen y realizar otras tareas.

Autodesk 3ds Max

Según MEDIAactive:

Características de Autodesk 3ds Max:

- Poderosas herramientas de modelado para crear rápidamente ideas conceptuales
- Simulación visual acerca de cómo lucirá y funcionará un diseño
- Creación de recorridos con personajes y multitudes con las herramientas de animación líderes en la industria
- Imágenes y animaciones fotorealísticas de la más alta calidad con renderización mental ray
- Interoperabilidad con Autodesk Revit Architecture y el software AutoCAD Architecture
- Herramientas de iluminación fotométricas para simular luz y sombra
- Admite 64 bits para grandes conjuntos de datos
- Renderización de red con mental ray (p. 72)

1.3.6.5 Soporte

Tanto para 123 catch, mudbox y 3ds max el soporte lo ofrece la empresa Autodesk

1.3.6.6 Facilidad de uso

Autodesk 123 catch

Es una herramienta de modelado 3D. Tiende a ser fácil al momento de acceder ya que el usuario lo puede hacer desde cualquier plataforma o navegador, siempre y cuando tenga el software preinstalado. Para expertos del modelado 3D, el programa no cubre totalmente sus expectativas, pero para el resto de los usuarios parece bastante completo y muy sencillo de utilizar. (Autodesk 123 catch, 2016).

Autodesk mudbox

Para deformar y crear modelos el software Mudbox generó nuevas herramientas que ofrecen nuevos pinceles de ajustes de la imagen y diversas combinaciones en lo que capas de pintura se refieren, extracción de mapas vectoriales, la creación de plataformas giratorias, la mejora de trabajar con distintas perspectivas y el mejoramiento de compatibilidad con algunos programas. (Autodesk Mudbox, 2016).

Autodesk 3ds Max

Basado en la tecnología Autodesk Toxik la herramienta ofrece un sistema de composición de alto rango dinámico con todas las funciones ajustadas, así como herramientas mejoradas y flujos de trabajo para su tutorización y creación, personajes animados y visualización de imágenes de manera interactiva, que ayudan a aumentar la realidad virtual y ayudando con la productividad que genera esta herramienta. (Autodesk 3ds Max, 2016).

1.3.6.7 Rendimiento

Los rendimientos tanto del Autodesk 123 catch, Autodesk Mudbox y el Autodesk 3ds max son similares. Se han convertido en programas de mayor rendimiento y sigue aumentando mejoras cada vez que sale una nueva versión.

1.3.6.8 Flexibilidad

Los tres software o programas se adaptan a la necesidad recurrida por el usuario y su compatibilidad entre ellos en este caso para llevar a cabo el proyecto de reconstrucción 3D.

1.3.6.9 Precio o Comercio

Autodesk 123 catch su versión es gratuita en las distintas plataformas, mientras el Autodesk Mudbox tiene valores de licencia de un mes hasta un año para utilizarlo entre 10 y 80 USD. Por último está el Autodesk 3ds Max donde su precio actual es 4.320 USD, sin embargo, estos dos últimos se lo pueden descargar la versión estudiantil que así mismo es por tiempo limitado al propósito que se lo utilice.

1.3.6.10 Comparativa de software de diseño 3D

Se resumen los parámetros como sistema operativo, licencia, versión de prueba, características y facilidad de uso. A continuación, un análisis detallado:

Tabla 1. Comparativa según los precios de los distintos software

Software 3D	Licencia	Versión de Prueba
Autodesk Maya	Pagada	Si
Autodesk 3Ds Max	Pagada	Si
Autodesk Mudbox	Pagada	Si
Blender	Libre	No
Sketchup Make	Libre	No
Maxon Cinema 4D	Pagada	Si

Nota: Blender y Sketchup make tienen licencia libre por ende no tiene una versión de prueba.

Tabla 2. Comparativa de software 3D según su plataforma

Software 3D	Plataforma
Autodesk Maya	Microsoft® Windows® / Mac OSX / Linux
Autodesk 3Ds Max	Microsoft® Windows®
Autodesk Mudbox	Microsoft® Windows® / Mac OSX / Linux
Blender	Microsoft® Windows® / Mac OSX / Linux
Sketchup Make	Microsoft® Windows® / Mac OSX
Maxon Cinema 4D	Microsoft® Windows® / Mac OSX

En la actualidad la mayoría de los softwares 3D se adapta a un sistema operativo de fácil alcance como lo es Microsoft® Windows® y otro ya más dedicado al diseño gráfico como Mac OSX.

Autodesk 3d Max limita su uso a plataforma Windows de 32 o 64 bits; Blender está disponible para Windows, OSX , Linux.

Modelado, textura y facilidad de uso

Tabla 3. Puntuación de los softwares 3D según modelado, textura y facilidad de uso

Software 3D	Modelado	Textura/Materiales	Facilidad de Uso
Autodesk Maya	10	9,38	9,38
Autodesk 3Ds Max	10	10	9
Autodesk Mudbox	8,5	8,5	9
Blender	9,25	9	8
Sketchup Make	8	5	9,2
Maxon Cinema 4D	8,75	8,75	9,38

Fuente: www.3d-animation-software-review.toptenreviews.com

- Se observa mediante las gráficas los softwares de la empresa Autodesk tienen los promedios más altos tanto en el uso de los materiales, textura y facilidad de manejo.
- Blender a pesar que es un software libre estudios indican que es complicado su manejo.

1.4 Marco legal

Constitución de la República del Ecuador (2008) menciona lo siguiente:

Art. 21.- Las personas tienen derecho a construir y mantener su propia identidad cultural, a decidir sobre su pertenencia a una o varias comunidades culturales y a expresar dichas elecciones; a la libertad estética; a conocer la memoria histórica de sus culturas y a acceder a su patrimonio cultural; a difundir sus propias expresiones culturales y tener acceso a expresiones culturales diversas. No se podrá invocar la cultura cuando se atente contra los derechos reconocidos en la Constitución. (p. 26)

Art. 25.- Las personas tienen derecho a gozar de los beneficios y aplicaciones del progreso científico y de los saberes ancestrales. (p. 27)

La constitución del Ecuador recalca la importancia que tiene la cultura como identidad propia y el derecho al progreso científico con el uso en base a una pieza arqueológica que luego implementando nuevas tecnologías es de ayuda en proyectos de visualizaciones gráficas como en documentación de manera digital.

En la quinta sección de la cultura en su artículo 379 del régimen de buen vivir respecto al patrimonio cultural Constitución de la República del Ecuador (2008) sostiene que:

Son parte del patrimonio cultural tangible e intangible relevante para la memoria e identidad de las personas y colectivos, y objeto de salvaguarda del Estado, entre otros:

1. Las lenguas, formas de expresión, tradición oral y diversas manifestaciones y creaciones culturales, incluyendo las de carácter ritual, festivo y productivo.
2. Las edificaciones, espacios y conjuntos urbanos, monumentos, sitios naturales, caminos, jardines y paisajes que constituyan referentes de identidad para los pueblos o que tengan valor histórico, artístico, arqueológico, etnográfico o paleontológico.
3. Los documentos, objetos, colecciones, archivos, bibliotecas y museos que tengan valor histórico, artístico, arqueológico, etnográfico o paleontológico.

4. Las creaciones artísticas, científicas y tecnológicas.

Los bienes culturales patrimoniales del Estado serán inalienables, inembargables e imprescriptibles. El Estado tendrá derecho de prelación en la adquisición de los bienes del patrimonio cultural y garantizará su protección. Cualquier daño será sancionado de acuerdo con la ley. (p. 171)

En la octava sección de ciencia, tecnología innovación y saberes ancestrales en el artículo 385 del régimen buen vivir respecto a los conocimientos científicos y tecnológicos de la constitución de la república del Ecuador (2008) señala que:

Art. 385.- El sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad:

1. Generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos.
2. Recuperar, fortalecer y potenciar los saberes ancestrales.
3. Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir. (p. 173)

Este mencionado artículo hace referencia a la tecnología e innovación que impulsen la producción nacional respecto con el ambiente, la vida y la cultura. Por lo tanto se conoce que dando buen uso a la tecnología se puede producir una revalorización cultural por parte de la población que en su mayoría desconoce de las culturas antiguas que están en el entorno.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Desarrollar una guía metodológica para reconstruir piezas arqueológicas utilizando técnicas de modelado 3D en la Cultura Tolita.

1.5.2 Objetivo específico

- Componer en imágenes las piezas arqueológicas estudiadas que identifiquen a la cultura Tolita.
- Examinar los distintos programas y aplicar la tecnología gráfica a través de los distintos procesos de modelado 3D con el objetivo de reconstrucción de piezas arqueológicas.
- Interpretar un prototipo de modelado 3D que presente alternativas para la revalorización patrimonial con el diseño gráfico y su entorno.

CAPITULO II

2. TEXTO

Materiales y Métodos




2.1 Caracterización del lugar

El presente trabajo de investigación se llevó acabo en la Sala de Exhibición Arqueológica de la Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas ubicada en la provincia y cantón de Esmeraldas con dirección Espejo y subida Santa Cruz casilla 08-01-0065, sala en funcionamiento y reinaugurada el 12 de septiembre del 2016.

2.2 Población y muestra

En esta investigación se tomó como muestra piezas arqueológicas de la Sala de Exhibición de la Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas que fueron donadas en 1992 por el obispo, Enrique Bertolucci, obteniendo un total de 3 muestras, se detalla a continuación:

Tabla 4
Observación y análisis de piezas arqueológicas

Pieza	Tipo	Complejidad
	Personaje Antropomorfo	Baja
	Personaje Prisionero	Media
	Personaje Prisionero	Media

Nota: Demuestra características de las distintas muestras de piezas arqueológicas

Cabe señalar que, debido al impedimento de manipulación de las demás piezas arqueológicas por extraviar llaves de ingreso, se tomaron las muestras mencionadas.

2.3 Tipo de estudio

Según el objetivo planteado se utilizará un estudio descriptivo (que vamos a describir) en el que se encuadra el proyecto, ya que según (Nogales, 2004) “Nos proporciona una información más detallada del problema que permite escribir sus características”. (p. 23)

Según Arias (2004), la investigación de campo “consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variables alguna”. (p. 94)

La investigación directa de campo se la utilizó un proceso riguroso en la recolección de información, análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

2.4 Métodos

El trabajo investigativo que se presenta es de tipo descriptiva, con enfoque deductivo y de campo que permitió observar las distintas piezas arqueológicas para medir su grado de dificultad para el desarrollo de la técnica de reconstrucción tridimensional y en base a los resultados establecer conclusiones.

2.4.1 Metodología de captura de imágenes a piezas arqueológicas

Se parte de la toma fotográfica de los objetos arqueológicos seleccionado con la finalidad de tener una fuente precisa de los elementos que se recrearon. Las capturas mediante la fotografía son de suma importancia, porque permitió detallar la realidad de las piezas arqueológicas.

Para iniciar el proyecto se necesitó ir directamente a las instalaciones de la PUCESE donde se encuentra el sitio arqueológico, además de ello se necesitó crear una recopilación fotográfica de las piezas arqueológicas que se encontraron en la sala de

exhibición, se solicitó al Departamento de Recursos Humanos una autorización firmada por las autoridades competentes de la PUCESE para el ingreso a la sala de exhibición arqueológica con fines relacionados al proyecto de investigación o tesis llevándose a cabo en el mes de junio del presente año.

2.5 Técnicas

Por consiguiente, la técnica que se aplicó a la investigación fue la observación. Para Pardinás (2005) “La observación es la acción de observar, de mirar determinadamente, en el sentido del investigador es la experiencia, es el proceso de mirar detenidamente, o sea, en sentido amplio, el experimento, el proceso de someter conductas de algunas cosas o condiciones manipuladas de acuerdo a ciertos principios para llevar a cabo la observación” (p.89). Con esta técnica se logró detallar y medir el grado de dificultad que presentaban las piezas arqueológicas al respecto de su deterioración para luego establecer conclusiones y recomendaciones.

2.6 Instrumentos

El instrumento principal a utilizar en esta investigación fue la fotografía que se empleó en las piezas arqueológicas ubicadas en la sala de exhibición en la PUCESE, seleccionando tres objetos se tomaron fotografías capturando en distintos ángulos de cada una de las muestras y finalizando con un total de 97 tomas

En opinión de Rodríguez (2008) las técnicas, son los medios empleados para recolectar información, entre las que destacan la observación, cuestionario, entrevistas, encuestas. (p.10)

2.7 Fuentes primarias y secundarias

Fuentes Primaria

Para la investigación actual la fuente primaria y la que ayudo de manera gradual al proyecto fueron fuentes confiables de gran validez que ayudaron a encaminar la investigación. Cabe mencionar a Lorenzo J. Muñiz Márquez y su *Reconstrucción de*

modelos sólidos 3D a partir de vistas ortográficas 2D utilizando técnicas de combinación de cuerpos elementales, y utilizando recursos como revistas, libros tanto digital como físicos, artículos y sitios web tomando en cuenta su validez.

Fuente Secundaria

La fuente secundaria e importante a la vez fueron las piezas arqueológicas que se encuentran en la PUCESE, donde varias de estas se pudieron manipular y usar a conveniencia de la investigación

CAPITULO III

3. RESULTADOS

3.1 Ficha de trabajo

La creación de un instrumento de trabajo fue necesaria para el análisis en el proceso de reconstrucción tridimensional a través mapas como guía el proceso de cada fase.

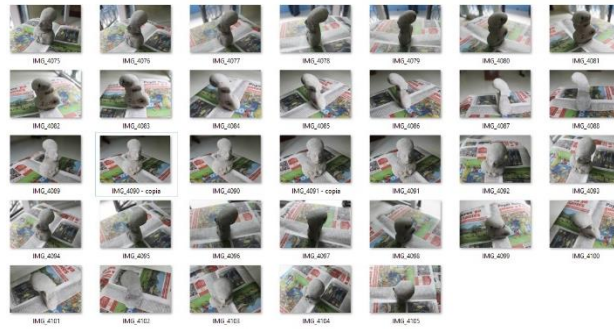
Con numerosas técnicas informáticas en los últimos años se han presentado trabajos e investigaciones enfocada a visualizar aspectos referentes a piezas históricas. Para la metodología de Reconstrucción 3D de piezas arqueológicas en la PUCESE engloban las siguientes fases:

- Captura y compilación del conjunto de datos de piezas arqueológicas de la cultura Tolita.
- Selección de herramientas previo al análisis en los distintos softwares de modelado 3D.
- Integración de los Softwares para modelado y reconstrucción 3D.
- Entrega de la información procesada al público: nueva forma de visualización y representación.

3.1.1 Capturas fotográficas de piezas Arqueológicas

Se parte de la toma fotográfica de las piezas arqueológicas seleccionadas para la recreación del objeto tomado. En esta etapa es esencial la toma fotográfica detallada para la obtención de la textura y detalles importante del objeto o pieza arqueológicas

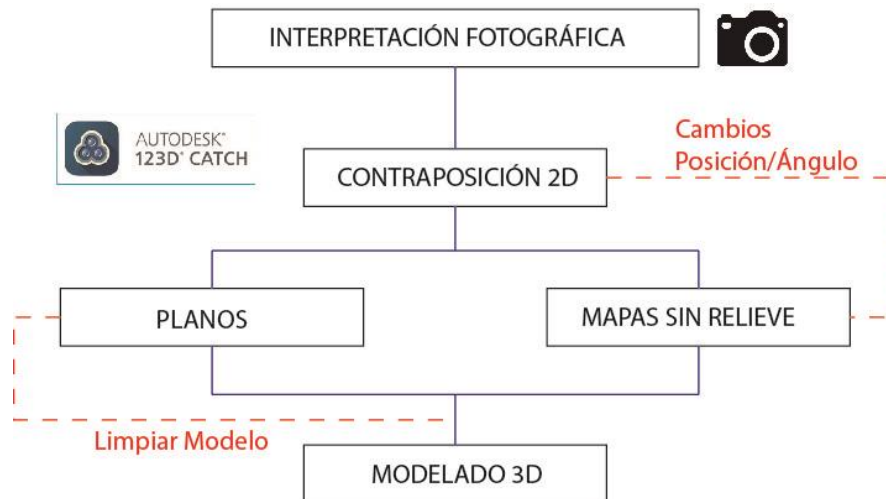
Figura 13
Capturas fotográficas



Nota: Figura Antropomorfo

Nota: Capturas fotográficas del objeto
Fotografías y muestras tomadas de la sala de exhibición arqueológica de la PUCESE

Figura 14
Modelado 3d a partir de fotografías



Nota: Interpretación Fotográfica

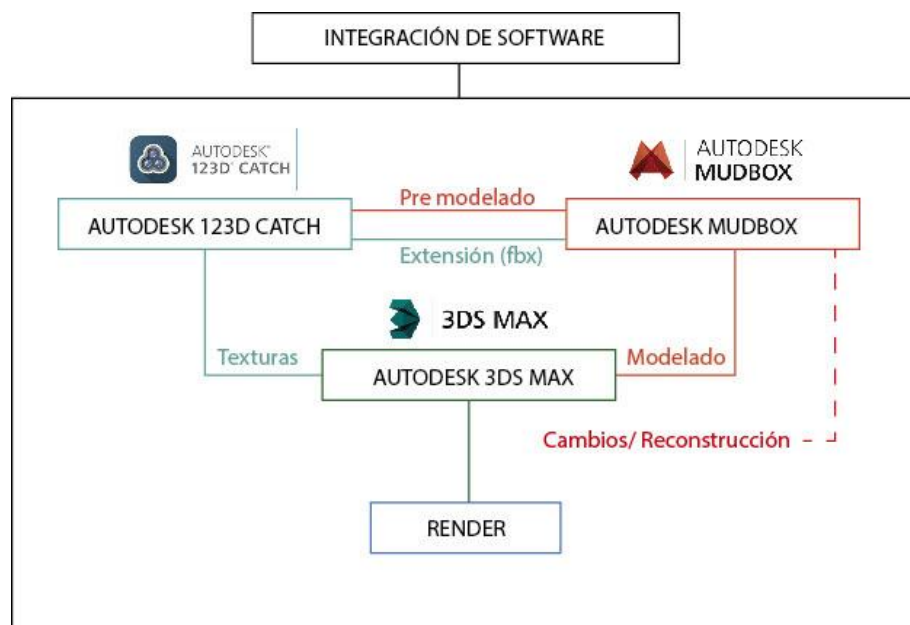
3.1.2 Selección de herramientas

En esta fase se aprecia el método de trabajo y la vinculación que existe con las herramientas tanto como el modelado y la reconstrucción para alcanzar con el objetivo de una reconstrucción de carácter tridimensional a piezas arqueológicas.

Para el desarrollo del mismo se va a utilizar de software especializados ya estudiados tal como el autodesk 123d catch para combinar y convertir datos fotográficos a datos

tridimensionales, igual para esculpir, texturizar y reconstruir objeto previamente convertido en datos tridimensionales está el Autodesk Mudbox y por último el Autodesk 3ds max como motor final en la entrega de la información procesada atreves del render final integrando de manera eficiente los softwares.

Figura 15
Selección de herramientas



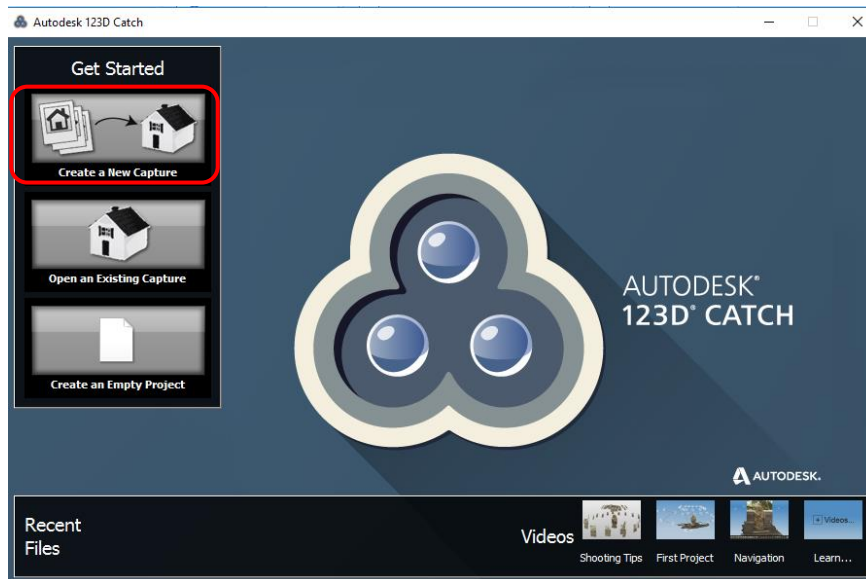
Nota: Integración de software

3.2 Metodología para la elaboración y construcción de modelos 3D

3.2.1 Creación del modelo 3D a partir de fotografías

Recolectada todas imágenes se empieza a generar el modelado del objeto, para lo que es necesario, se abre el programa, y se selecciona la opción Create a New Capture. (Figura 16). En seguida, el programa indica que el usuario debe identificarse, por lo que se utiliza una cuenta de Autodesk creada con anticipación.

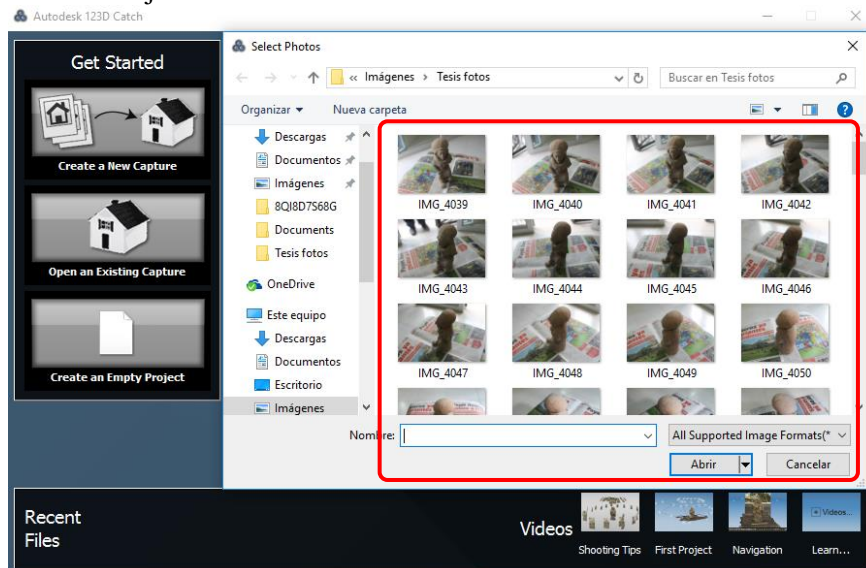
Figura 16
Interfaz Autodesk 123D catch



Nota: Inicio de creación de nueva captura

El programa pedirá la selección el conjunto de fotografías tomadas del objeto (Figura 17), tomando en cuenta que es necesario utilizar fotografías suficientes para cubrir el objeto en su totalidad con respecto a los diversos ángulos de toma y que de esta forma el proceso sea eficaz.

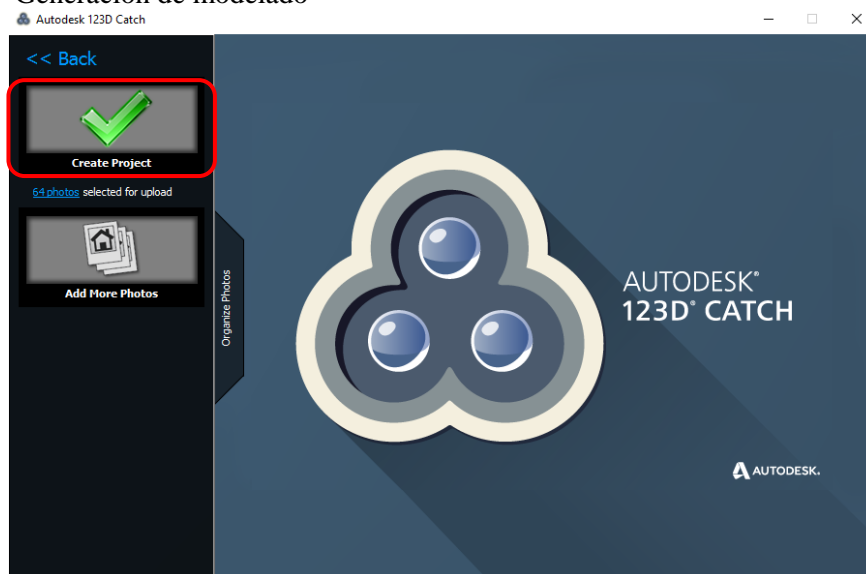
Figura 17
Create Project



Nota: Selección de fotos de la pieza arqueológica

Seleccionamos la opción *Create Project* para que el programa empiece a interpretar cada una de las fotografías y las prepare para la generación del modelado 3D. (Figura 18).

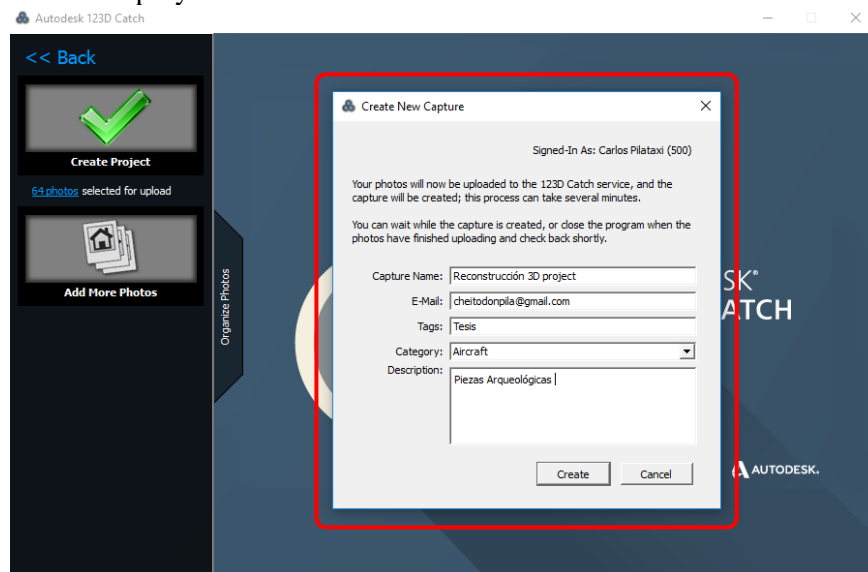
Figura 18
Generación de modelado



Nota: Creación de Proyecto

Puede tardar la interpretación de las fotografías varios minutos, pero antes, aparecerá una ventana con algunos campos a llenar con los datos del proyecto (Nombre, email, etiquetas, categoría en la que se puede incluir el modelo y una descripción del objeto). (Figura 19).

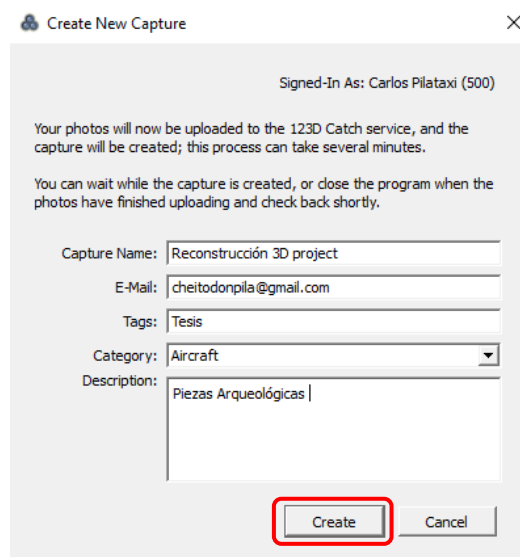
Figura 19
Datos del proyecto



Nota: Datos del Proyecto

A partir de aquello se da clic en create para que el software inicie con el proceso de interpretación de las fotografías seleccionadas

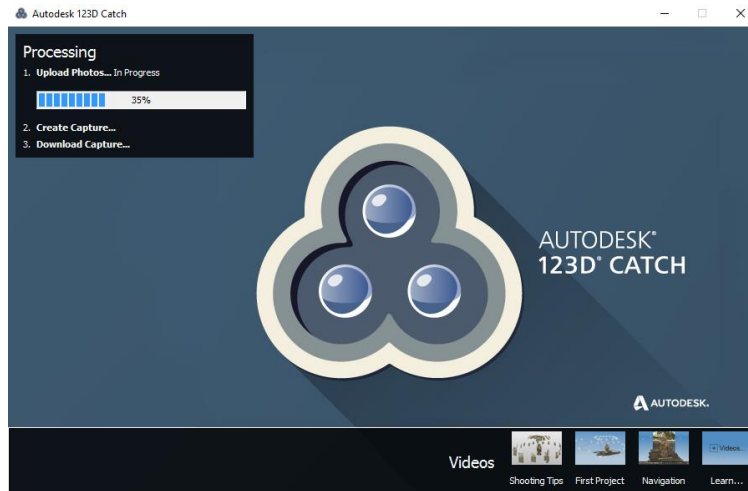
Figura 20



Nota: Creación de la captura

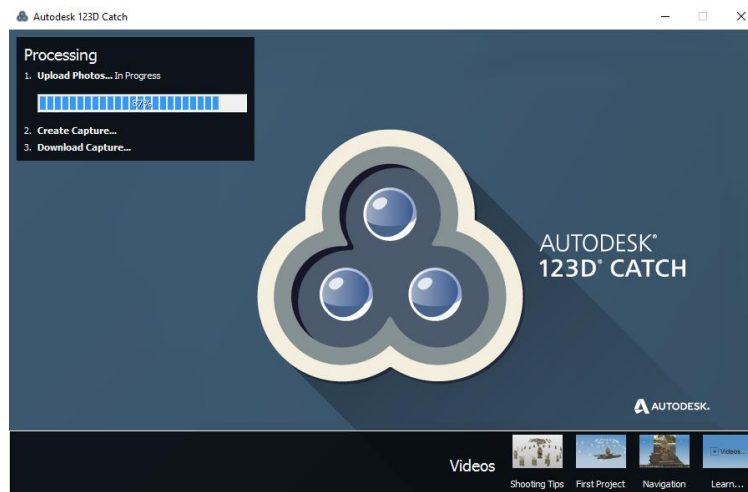
Empezara el processing, en este paso se tardará dependiendo el numero de fotografía, el programa lo interpreta como Upload Photos. (Figura 21, 22).

Figura 21



Nota: Proceso Upload Photos 35%

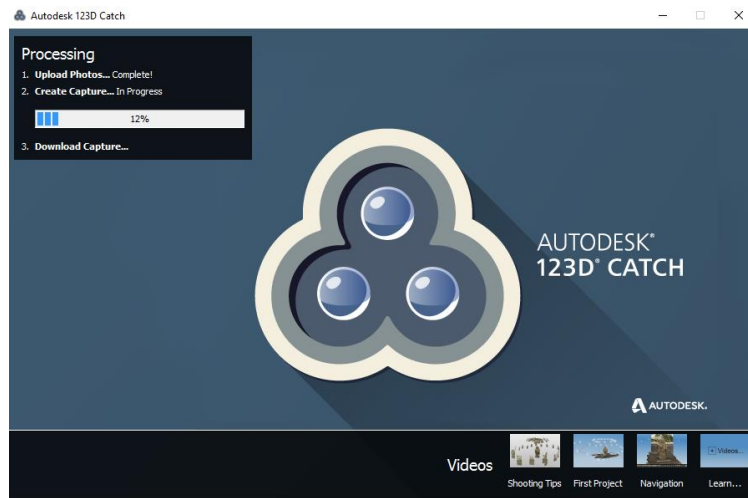
Figura 22



Nota: Proceso Upload Photos 87%

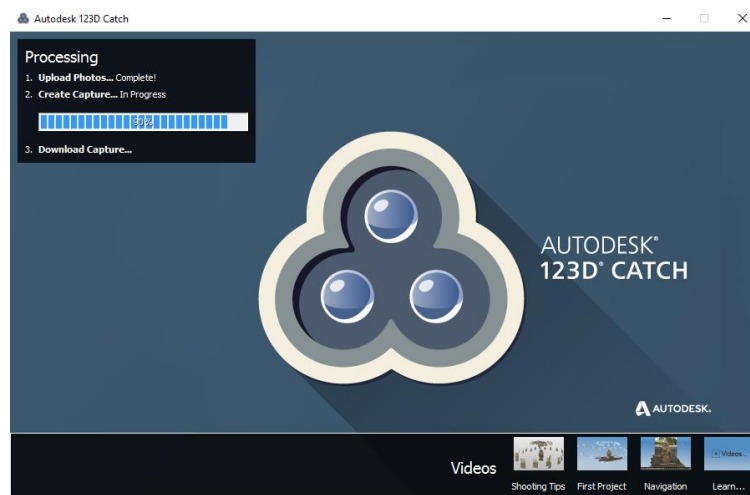
Al terminar el Upload Photos de procesar, enseguida pasa a la creación del modelado llamado Create Capture. Así mismo toma un tiempo. (Figura 23, 24).

Figura 23



Nota: Proceso Create Capture 12%

Figura 24



Nota: Proceso Create Capture 90%

Finalmente se presenta el modelado 3D interpretado a partir de los distintos angulos de tomas de las fotografías a la pieza arqueológica. (Figura 25).

Figura 25



Nota: Modelado 3D de pieza arqueológica

Para completar la primera etapa del proyecto se elimina lo que no se utilizará como es la base donde reposa el modelado 3D, para esto se utiliza el Lasso Selection. (Figura 26).

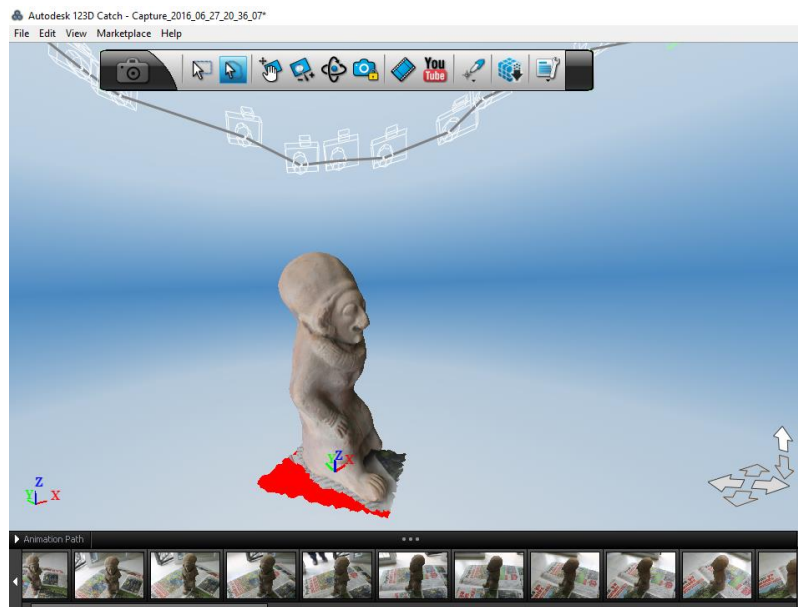


Figura 26: Eliminación de elementos por Lasso Selection

Se tiene un modelado 3D limpio listo para su importación al siguiente software. (Figura 27).

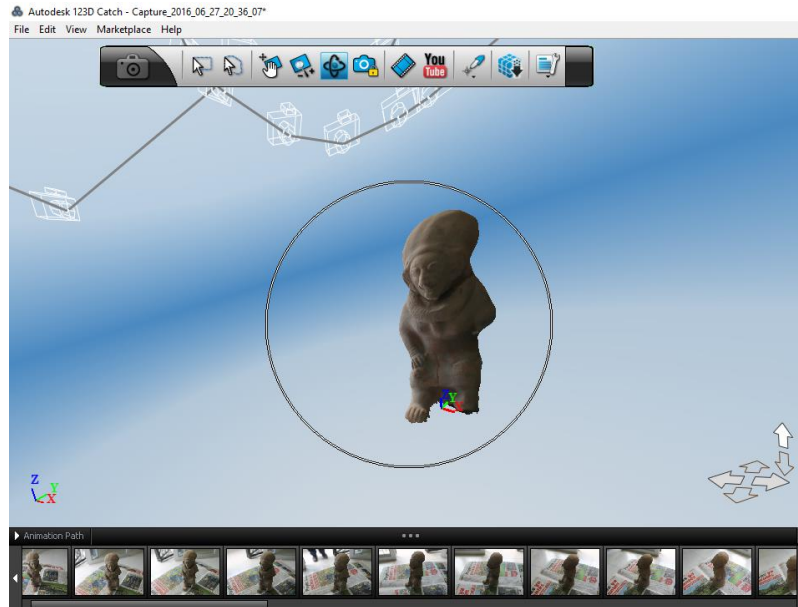
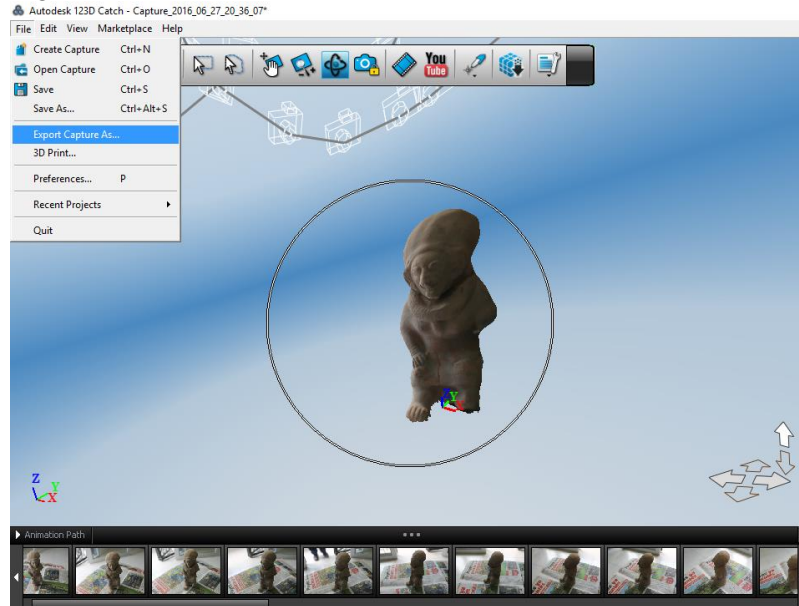


Fig. 27: Modelado 3D limpio

Para su exportación se va al menú y se selecciona File y siguiente clic en Export Capture As...(Figura 28).

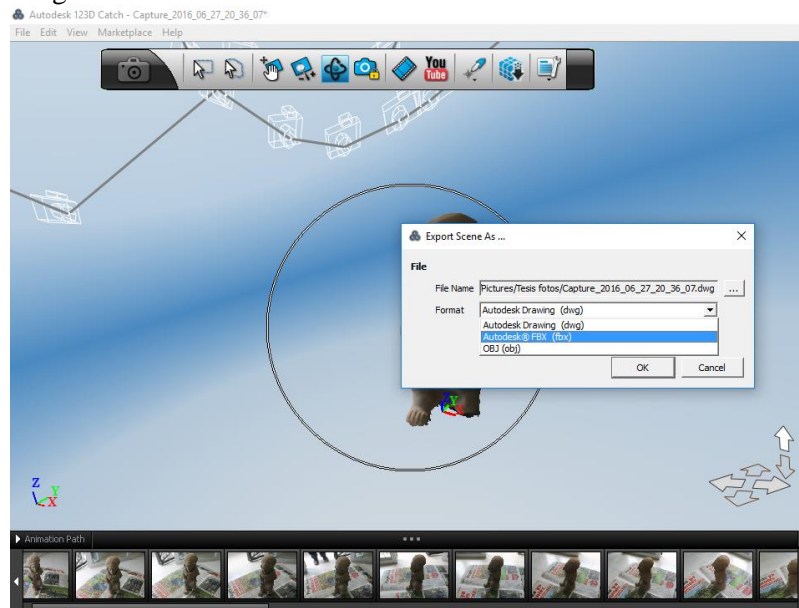
Figura 28



Nota: Export Capture As (exportación del modelo)

Se abrirá una nueva ventana donde se elige el formato adecuado para su importación al siguiente software. El formato es Autodesk FBX (fbx) y luego se presiona Ok. (Figura 29).

Figura 29



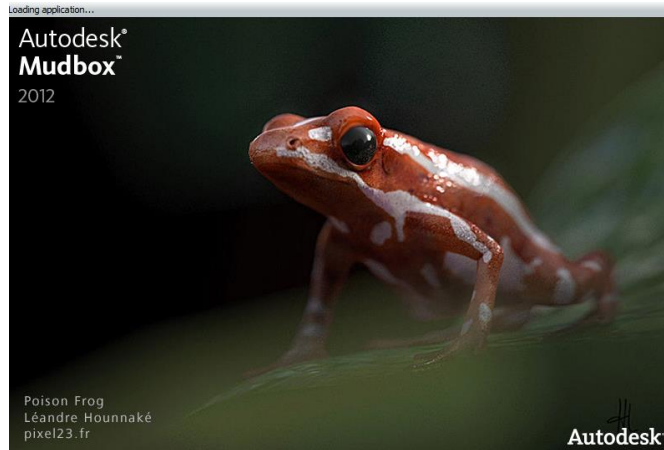
Nota: Exportación con extensión (fbx)

3.2.2 Corrección y reconstrucción de Pieza Arqueológica

Pasos:

Ejecutar el programa Autodesk Mudbox

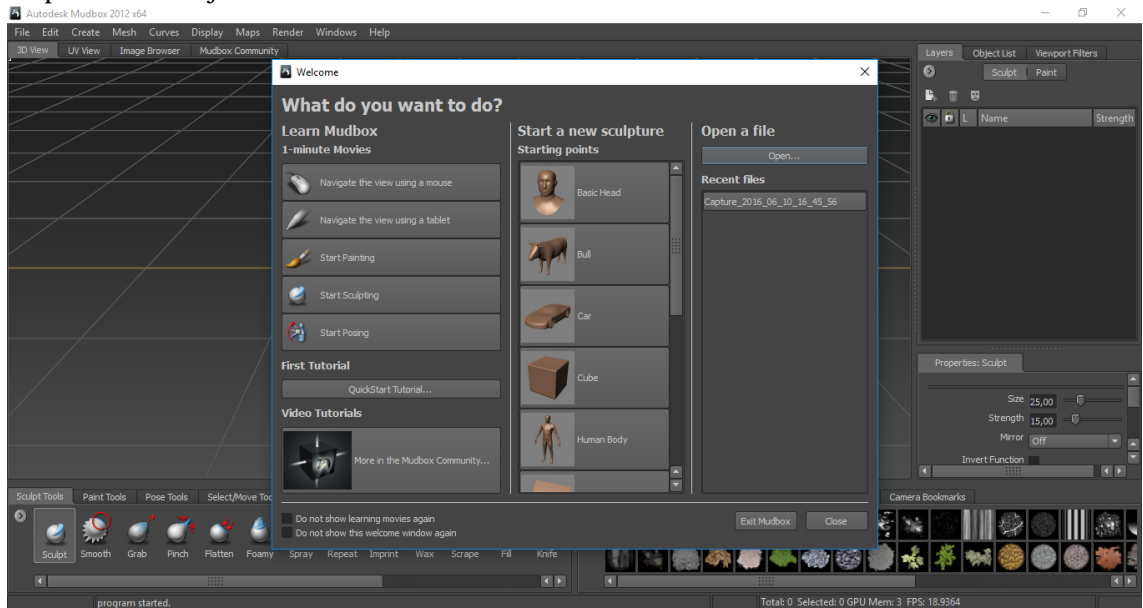
Figura 30
Interfaz Mudbox



Nota: Ejecutando MudBox

Se abrirá el programa seguido de una pestaña de inicio rápido donde existen varias opciones desde un pequeño tutorial hasta empezar a esculpir un modelo estándar, paso seguido se elige Open File.

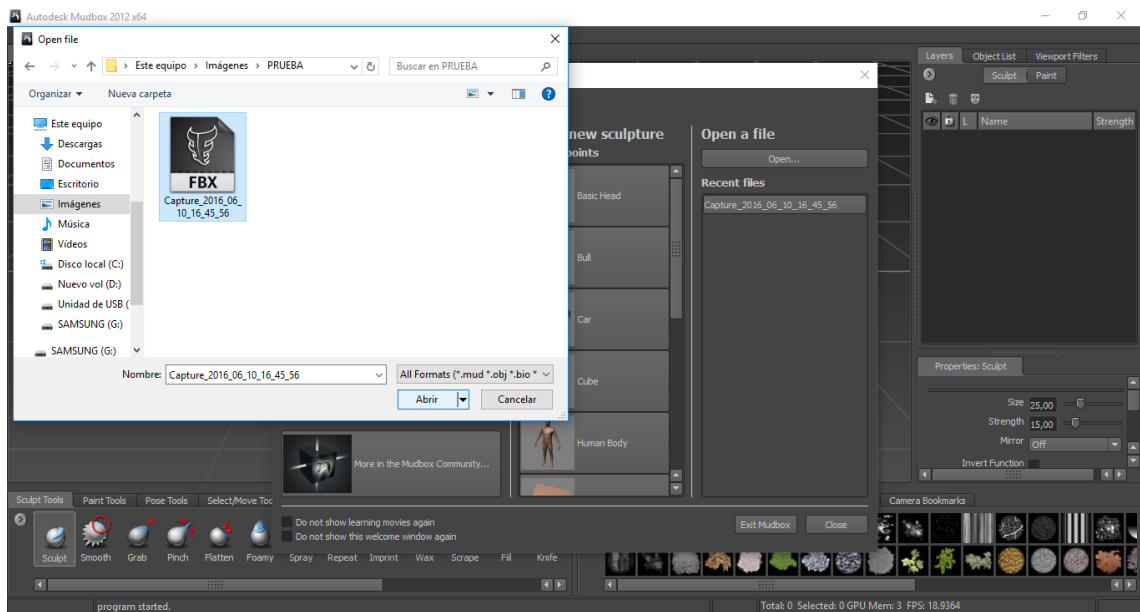
Figura 31
Espacio de trabajo



Nota: Empezar a esculpir un modelo estándar

Por otra parte, se abrirá una solapa de Windows donde normalmente el archivo a importar se encuentra alojado en la ruta user/Imágenes/Nombre de carpeta donde están las fotografías utilizadas por 123d catch/Nombre de archivo con la extensión. (. fbx). Ubicado el archivo lo siguiente es dar clic en abrir.

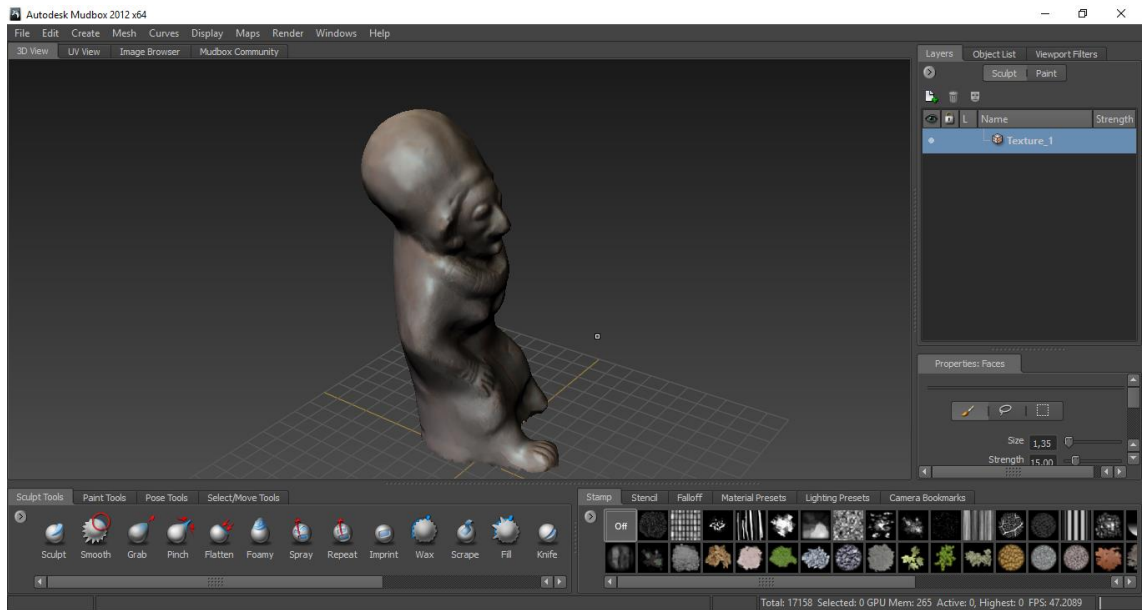
Figura 32
Ventana de importación



Nota:Ubicación del archivo .fbx

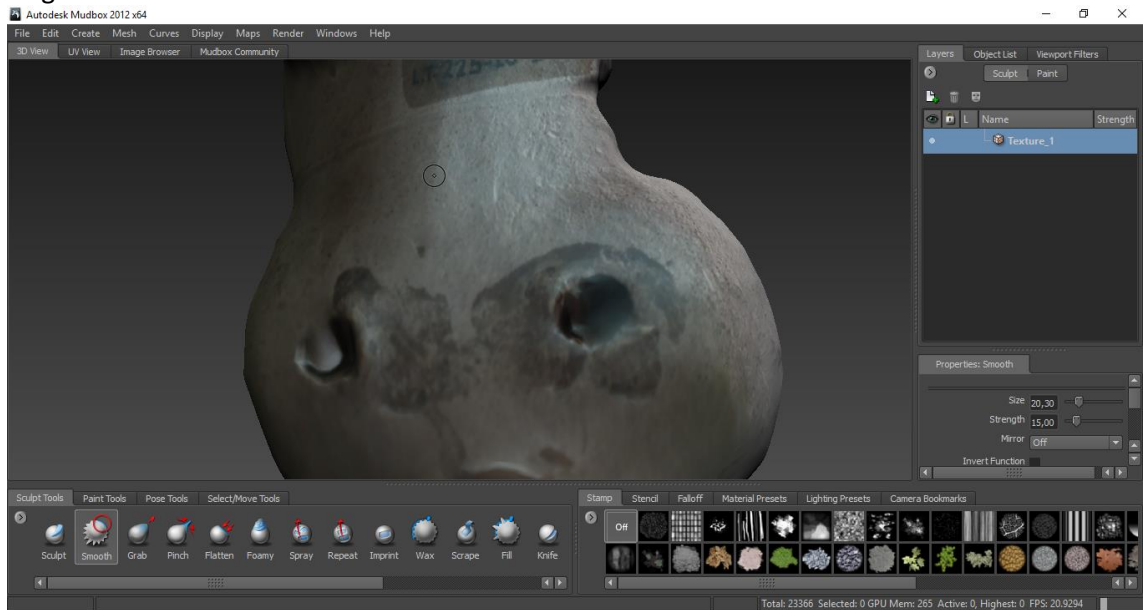
Importado el archivo con éxito se mostrará el modelado 3D de la pieza arqueológica para poder manipular tanto en corrección como en reconstrucción.

Figura 33



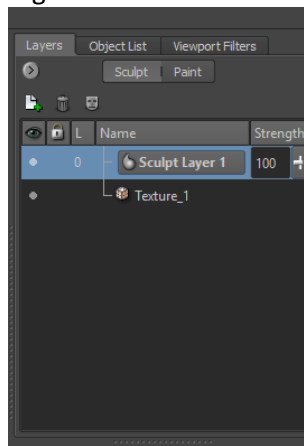
Se identifica las partes de la pieza arqueologica a manipular o a corregir.

Figura 35



Para su reconstrucción y corrección tanto desde el modelado inicial como de la pieza arqueológica directamente se utiliza la herramienta de Sculpt, para esto lo primero es ir a “Layers” y seleccionar “Sculpt” y crearemos una nueva capa/layer haciendo clic en “New layer”, inmediatamente aparecera la capa creada donde en está se haran las modificaciones al objeto.

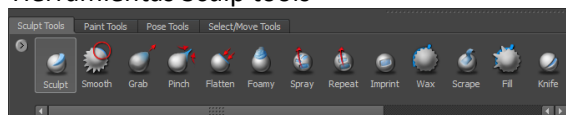
Figura 36



Luego se trabaja con las herramientas del “Sculp tools”, para crear alguna modificación

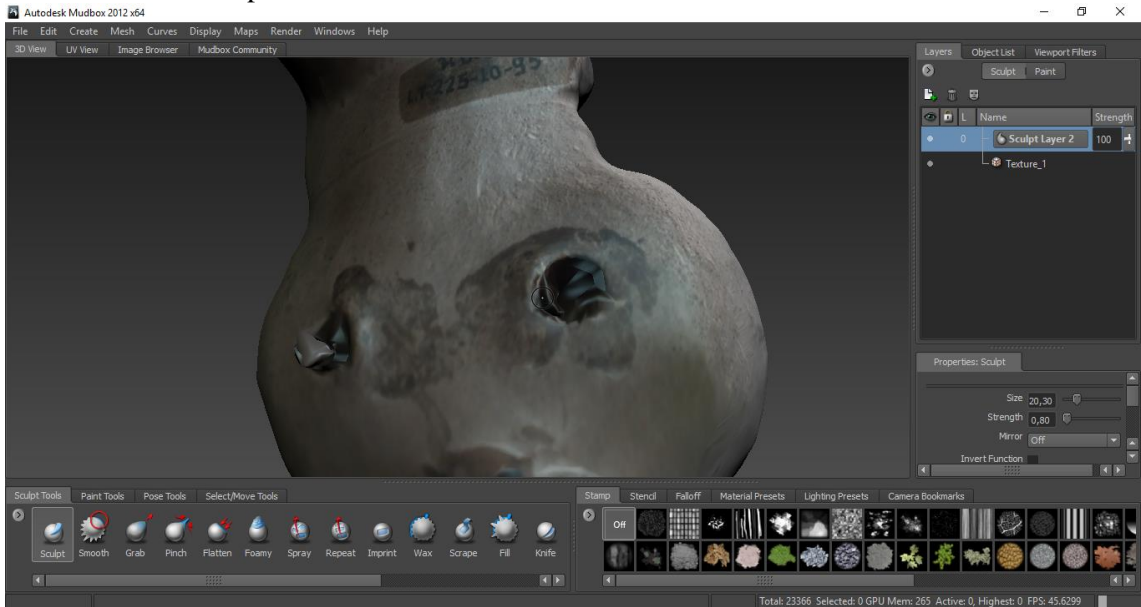
Figura 37

Herramientas Sculp tools



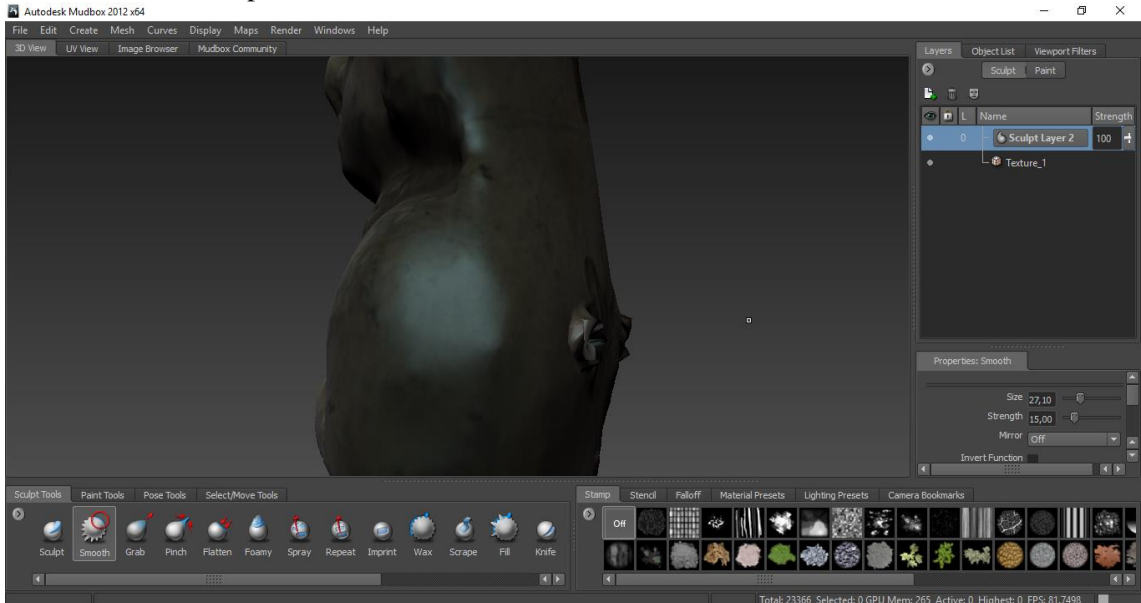
La herramienta Sculp se aplicará en los orificios de la pieza arqueológica con el objetivo de reparar y reconstruir en aquellos desperfectos

Figura 38
La herramienta Sculpt



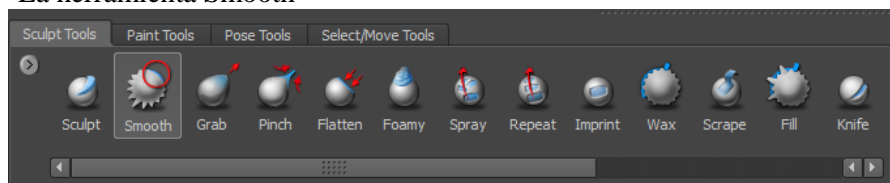
Al momento de esculpir dentro de los orificios en el objeto se creará una especie de relleno que, al verlo de otro alguno sobresalen de la pieza dando una apariencia bruta y disforme

Figura 39
La herramienta Sculpt

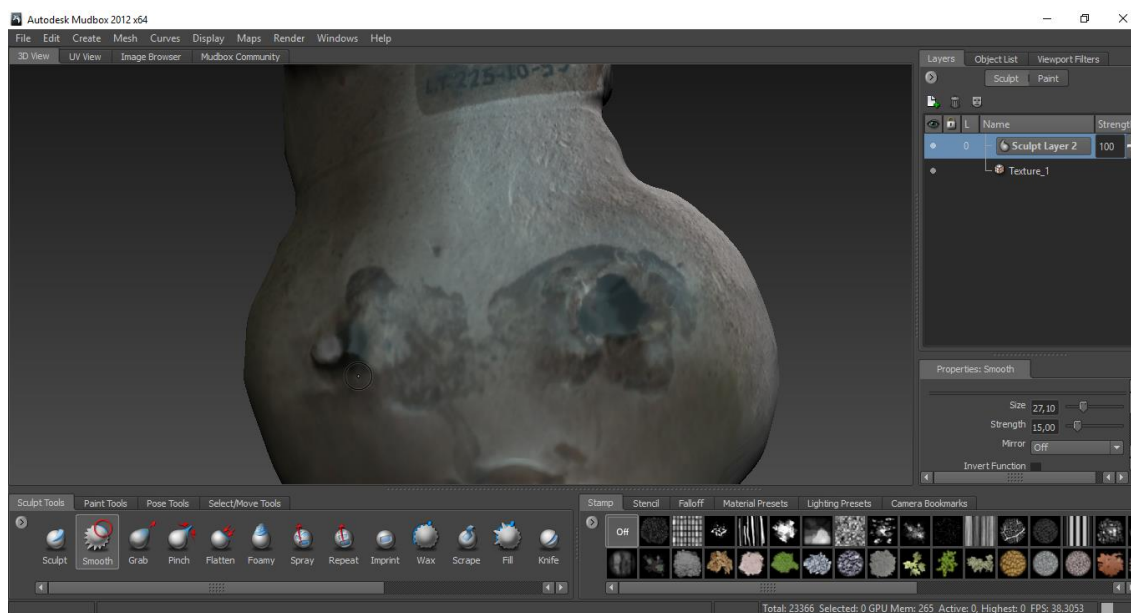


Para esa forma brusca se utilizará la herramienta “Smooth”

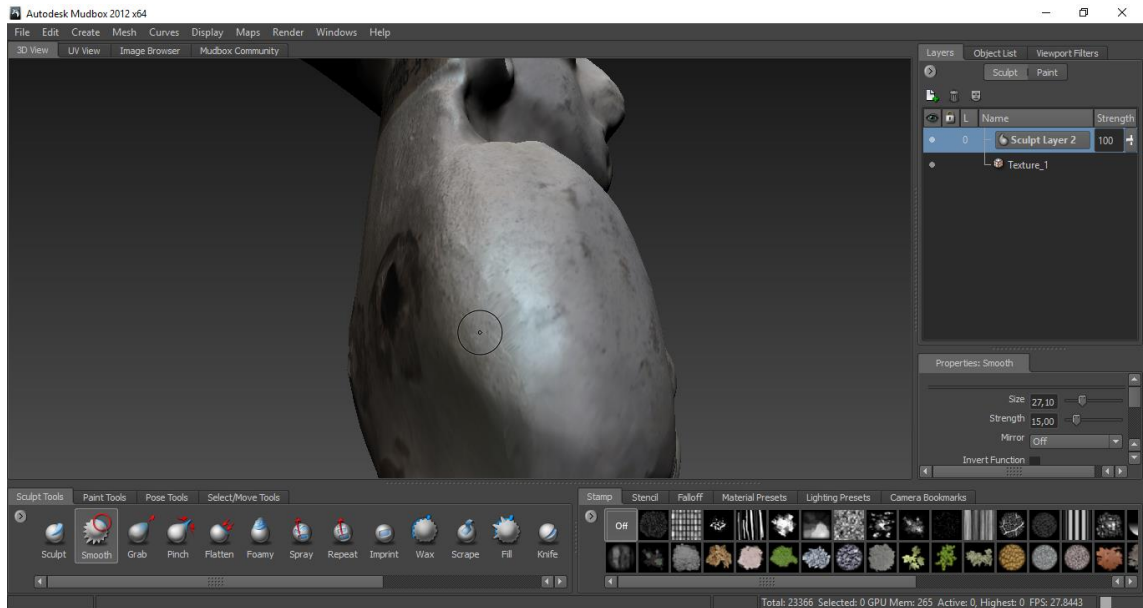
Figura 40
La herramienta Smooth



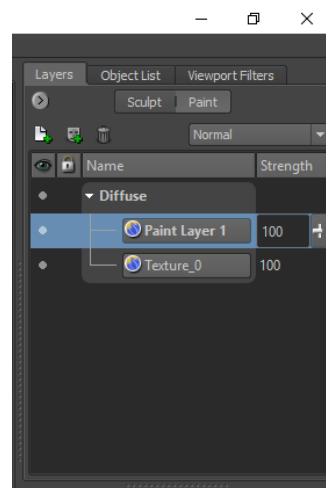
La función del “Smooth” es suavizar esa parte brusca en los orificios, compactando con la forma espaldar del objeto o pieza arqueológica



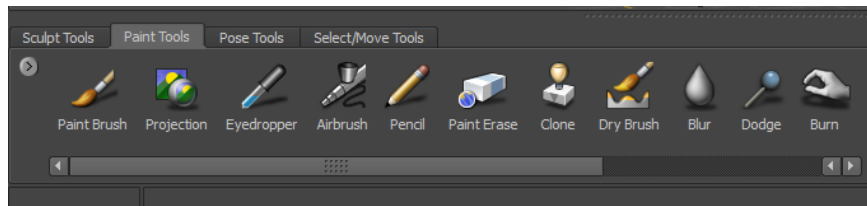
Se observa de otro ángulo que el relleno se compactó con la pieza al aplicar el Smooth



Para modificar el color y la textura del objeto utilizamos la herramienta “Paint” en el menú “Layers”, creando como el paso anterior una nueva capa

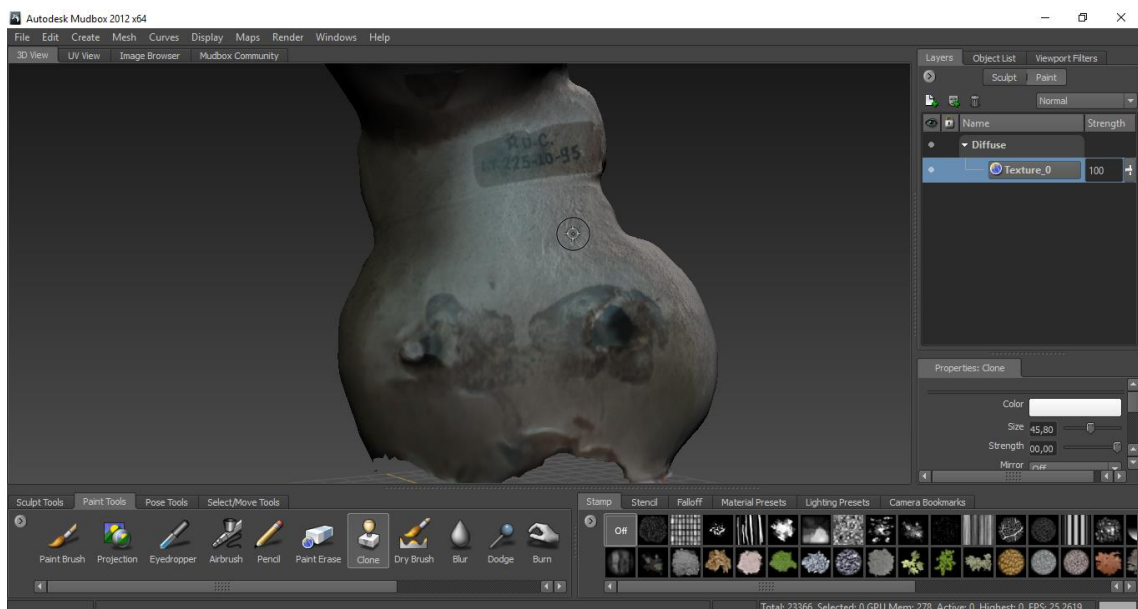


Si de modificar el color y textura se trata se utilizará las herramientas encontradas en menú “Paint Tools”

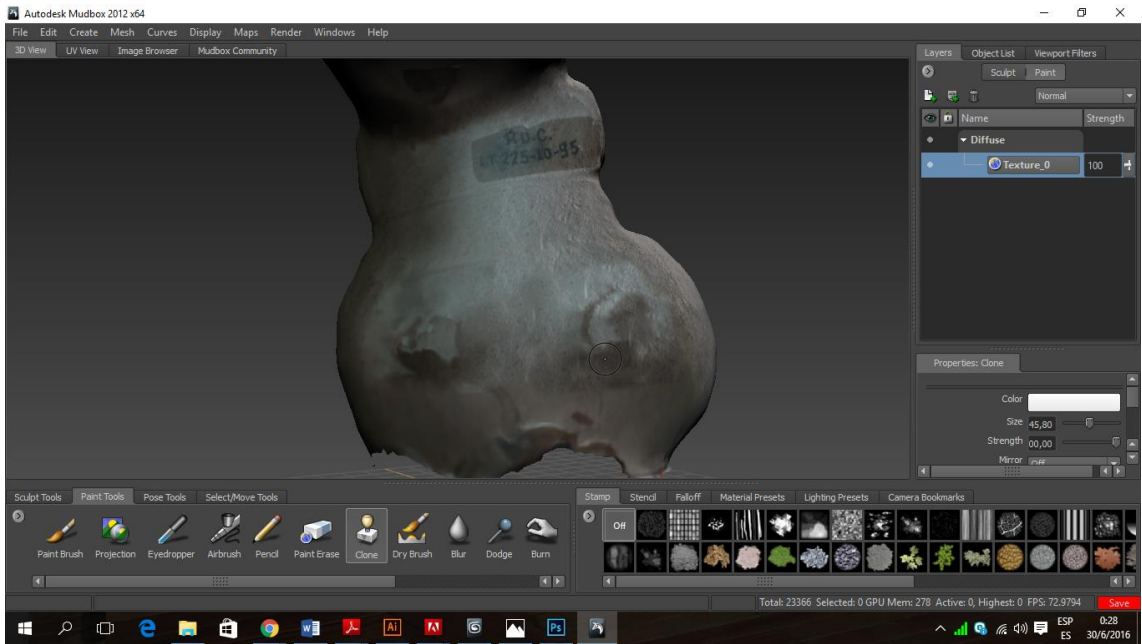


Para este proceso de recuperación de textura se requiere utilizar la herramienta “Clone”, como su nombre lo indica sirve para clonar una textura o color seleccionado del modelo.

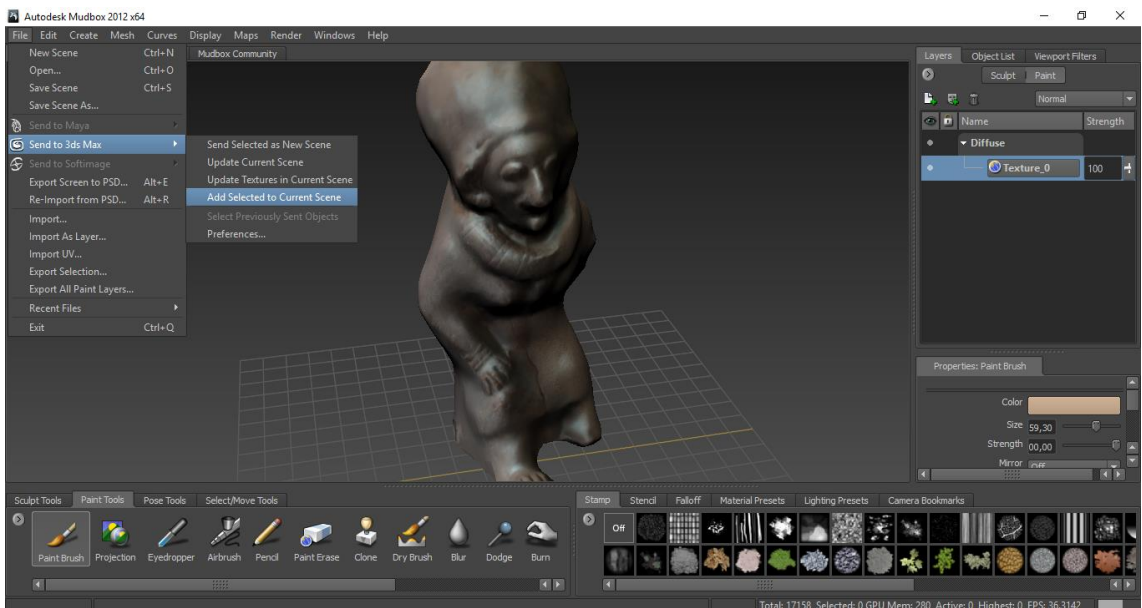
Lo siguiente es seleccionar la herramienta “Clone”, luego de ello manteniendo presionada la tecla Ctrl seleccionamos directamente a la pieza arqueológica la textura a clonar



Ya tomada la textura se deja de mantener presionado la tecla Ctrl. Como si se tratara de pintar con un pincel aplicamos en el área a trabajar



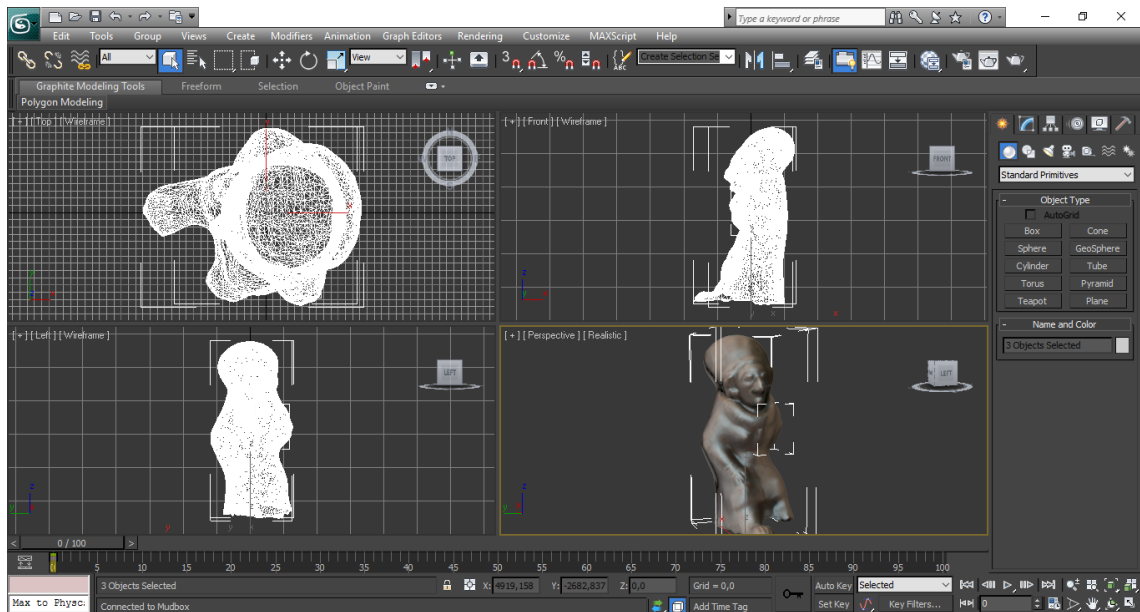
Con la reconstrucción lista al modelado u objeto, finalmente se enviará a Autodesk 3ds Max. Haciendo clic en “File” se abrirá un menú desplegable y se elige la opción “Send to 3ds Max”, se abra un segundo menú desplegable y hacer clic en “Add Selected to Current Scene”



3.2.3 Renderizado final y presentación de modelado 3D

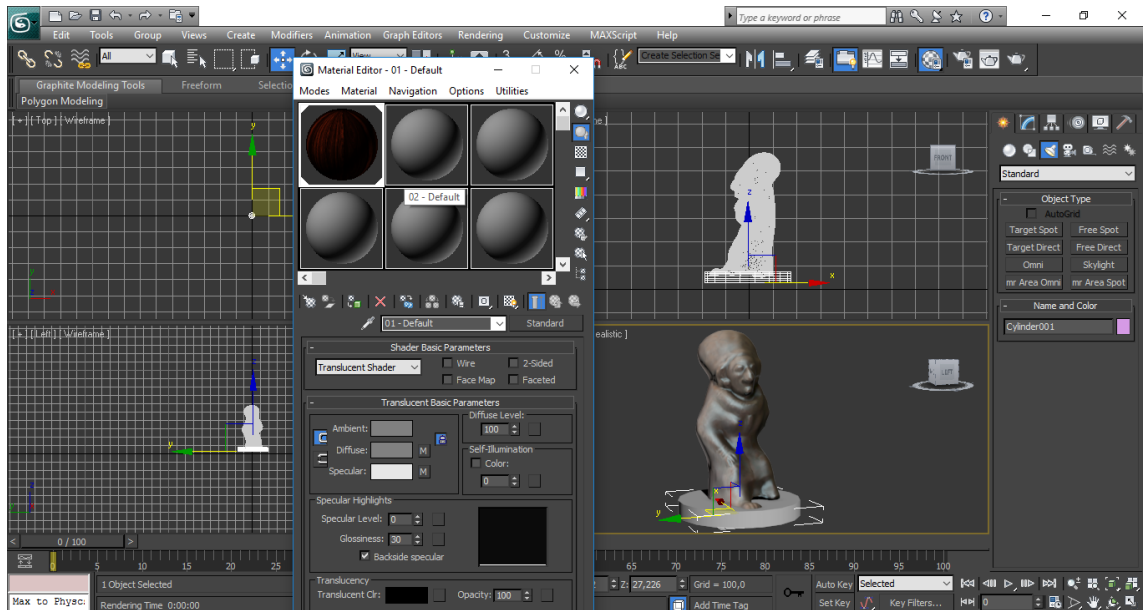
Pasos:

Previamente se tendrá abierto el programa Autodesk 3Ds Max, para que automáticamente el modelado trabajado en Autodesk Mudbox aparezca en la plataforma mencionada.

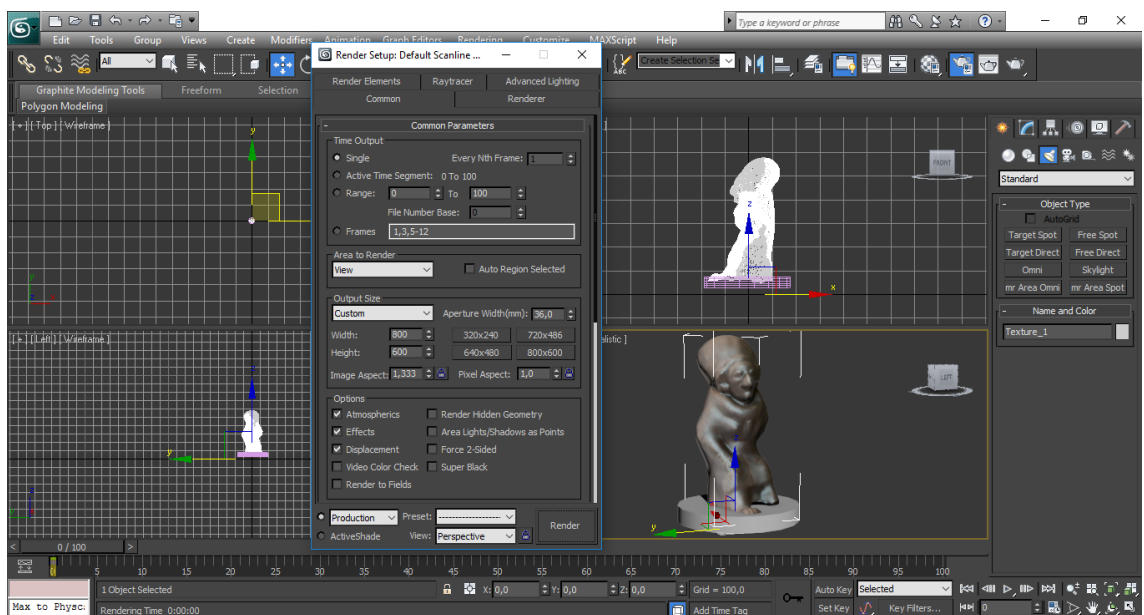


Se realiza los últimos detalles de presentación de la pieza arqueológica, se inicia creando una base para nuestro objeto. Los siguiente es:

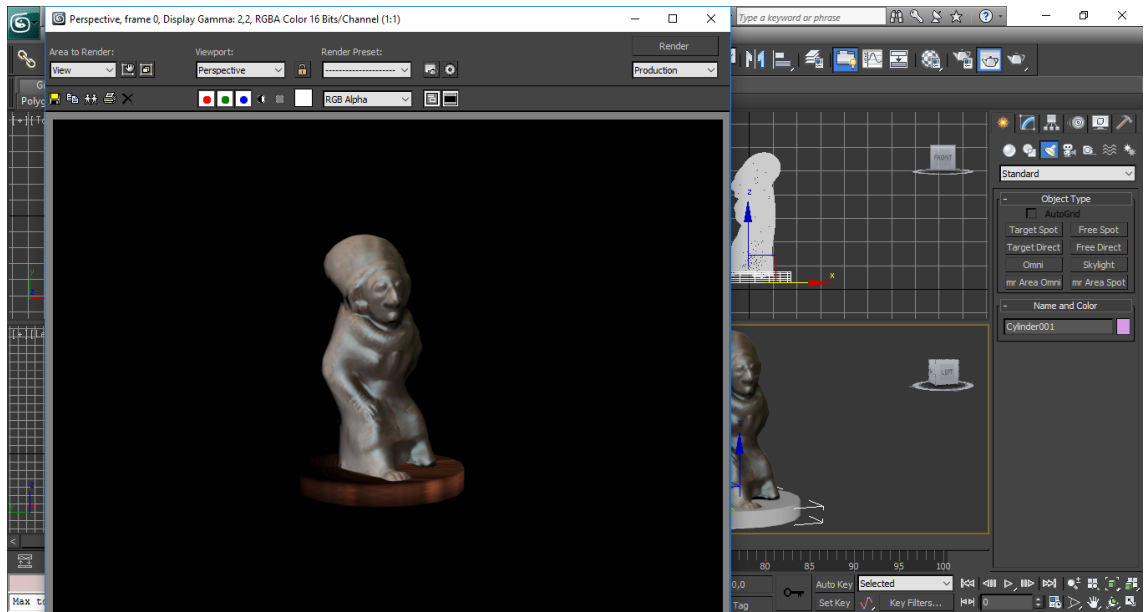
- Crear un cilindro desde el panel de comando haciendo clic en “Create”, luego en “Cylinder”.
- Extruir el cilindro a un tamaño adecuado.
- Aumentar los segmentos al cilindro para mayor redondez desde “Height Segments”.
- Modificar, crear y aplicar una textura de madera desde “Material Editor” presionando la tecla “M”.



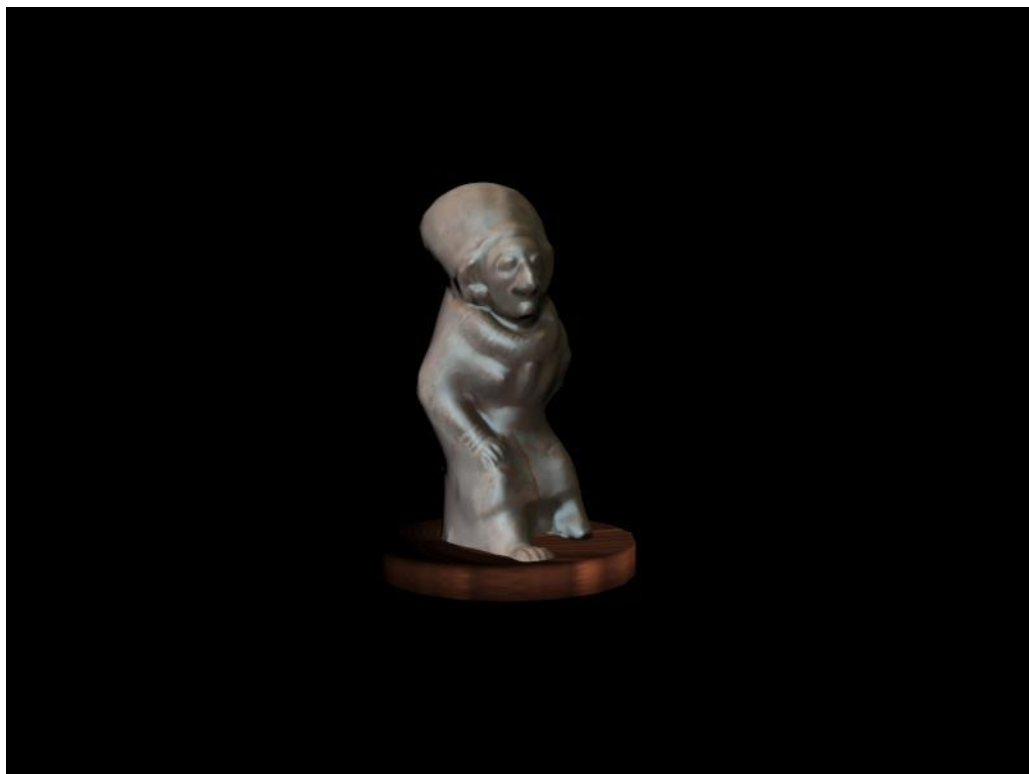
Desde la barra de herramienta se selecciona “Rendering” luego clic en “Render Setup” brevemente aparece una ventana donde se puede manipular los parámetros para el render del objeto



Se elige los parámetros adecuados y por ultimo hacer clic en “Render”



El resultado final:





3.3 Discusión

Toda investigación tiene como finalidad resolver un problema o fenómeno a través del desarrollo y aplicación de técnicas, instrumentos, métodos y demás procedimientos necesarios que permitan la obtención de una solución.

Este estudio, de fácil comprensión, sirve de ayuda a quien en el futuro realicen estudios similares, quedando por otro lado abierto a comparaciones, y al análisis de nuevas variables, que serían necesarias de estudiar porque cada vez la tecnología avanza más.

La actual investigación se presenta como innovadora y actual, porque hasta el momento no se han encontrado en la ciudad estudios de estas características.

Se tomó como referencia el trabajo desarrollado por Muñiz, resaltando que aparecieron notables similitud y diferencias. En su estudio se indica que el proceso de diseño asistido por computadora para la reconstrucción de modelos sólidos es un paso vital, pero se diferencia con respecto al presente en que aplica en el campo visual del diseño gráfico haciendo un estudio de campo referente al entorno.

Entre las principales similitudes se puede mencionar que el proceso de obtener un objeto tridimensional a partir de imágenes 2D es lo que se llama en esta investigación como reconstrucción 3D, aunque obtener un objeto en 3D es un proceso que no tiene complicidad, en cambio el proceso inverso y reconstrucción de piezas arqueológicas llega a ser algo implícita y complicada.

Por otro lado, en la selección de herramientas de modelado 3D concuerda con el software Autodesk 3ds max seleccionado para este tipo de procesos, que se va a aplicar en las piezas arqueológicas para su reconstrucción tridimensional, lo contrario pasa con los softwares Autodesk Mudbox y 123D catch, que para el actual estudio se analizaron por su compatibilidad y facilidad de uso de toda su interfaz.

Se seleccionó para modelado y reconstrucción Autodesk 3ds max, evaluando parámetros tales como sistema operativo, aplicabilidad, características, usabilidad y compatibilidad con otros programas.

Las diferencias encontradas en diversos estudios mencionan que no todas las reconstrucciones tridimensionales se basan en datos aritméticos o ecuaciones matemáticas, más bien en el campo o entorno donde se realiza el estudio. Muchas de ellas necesitan de mayor comprensibilidad para su interpretación y su realización. Éste es el caso de Muñiz con la Reconstrucción de modelos sólidos 3D a partir de vistas ortográficas 2D utilizando técnicas de combinación de cuerpos elementales.

Como existen trabajos complejos, se planteó una guía metodológica para la reconstrucción tridimensional de piezas arqueológicas, donde como toda guía se

analicen paso por paso, facilitando su comprensión y su aplicación en el entorno del diseño gráfico.

Es necesario tomar en cuenta lo anunciado por Fernández sobre el modelado, que habla de la creación de personajes, objetos y escenas que los cineastas utilizan, tanto para las películas de animación como para los efectos especiales de acción en vivo, dando validez a lo antes mencionado por Muñiz.

Se comparan dos parámetros en las herramientas 3D, el modelado y la facilidad de uso. Se llega a la conclusión de que los programas Autodesk 3Ds Max y Autodesk Maya son los mejores para animación. Para el parámetro de facilidad de uso, resultan ser los programas Cinema 4D y Autodesk Maya. El programa Blender no tiene mucha aceptación ni para modelado ni en la facilidad de uso, debido al difícil manejo del teclado, y a que éste no es estándar. En cuanto a parámetros secundarios, como la animación, porque requiere de plugings, que cambian en cada versión que aparece. El programa 3Ds Max muestra una desventaja que se nota también en la facilidad de uso.

3.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se logró afianzar a una técnica moderna gracias al fácil acceso de información, tanto en software como la investigación de campo de la cultura Tolita quedando como resultado un proyecto novedoso y a la vez aplicable.
- El estudio de conceptos, técnicas, principios y leyes referente al diseño gráfico ordena y da pautas para un mayor control, pudiendo llevar y aplicar en cada circunstancia que lo amerite, en este caso concentro en la investigación realizada, partiendo desde cero hasta llegar a lo que se pretende realizar.
- Se dio a conocer nuevas herramientas aplicativos referente al modelado y diseño 3D, como el Autodesk 123d catch y el Autodesk Mudbox, realizando el estudio de cada uno de ellos, y haciendo referencia a parámetros como sistema operativo, precio, características, facilidad de uso y sus ventajas. El análisis y estudio breve de ellas otorga una ventaja importante en la investigación, que es la compatibilidad que existen entre estos softwares.
- Se aplicó una metodología con el fin de modelar y reconstruir objetos en tercera dimensión, de forma fiable y con fácil acceso. Ya que esta lleva un orden y establece un objetivo clave, planteado desde un principio en la investigación.
- El modelo creado en Autodesk 123d catch pasando por Autodesk Mudbox y terminando en 3ds Max no tuvo ningún inconveniente al momento de su importación, ya que como ya se ha mencionado son totalmente compatibles, alcanzando el objetivo de la reconstrucción basada en modelados 3d.
- La reconstrucción de piezas arqueológicas a partir del modelado 3D, es importante porque puede ser utilizado como herramienta para estudiantes de la carrera de Diseño Gráfico, facilitando su recopilación de información digital, y siendo a la vez manipulable para fines de apoyo en exposiciones digitales tales como infografías, e incluso llegar al sector del merchandising y de la publicidad con múltiples alternativas, como por ejemplo: una pieza arqueológica es ilegal de vender porque es un patrimonio cultural, en cambio aplicando la tecnología revolucionaria de la impresora 3D se puede crear replicas.
- La reconstrucción 3D a través de modelados, permitirá diseñar llaveros, adornos del hogar en general, marcos de fotos en los que aparezcan obras de gran valor artístico, a las cuales no podrías tener acceso por su valor o por estar penado.

Recomendaciones

- Se requiere de la disponibilidad de la sala de exhibición arqueológica para futuros proyectos, ya que son escasas las piezas para su manipulación.
- Innovar con soluciones que posibiliten la participación más activa de estudiantes y personas en general que asistan con mayor concurrencia a la sala de exhibición arqueológica de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas.
- Es recomendable utilizar las distintas herramientas de Autodesk tales como: 123d catch, Mudbox y 3ds max para la creación de modelados, reconstrucciones y animaciones 3D, que por sus características son de fácil acceso, y que ayudan al trabajo del diseñador gráfico en sus distintas áreas.
- Es importante reforzar el aprendizaje en la carrera de Diseño Gráfico en el área del modelado 3D con varias herramientas y softwares que ayuden a obtener un progreso óptimo en esta área.
- La actual metodología debe dar paso a futuros proyectos relacionados con la investigación de la reconstrucción de objetos a partir de modelos 3D.

Es necesario crear un banco de modelos 3D de las piezas arqueológicas más relevantes que posee la institución, como recurso a respaldos de información digital, para salvaguardar el patrimonio cultural de la Tolita.

CAPITULO IV

4. REFERENCIAS

4.1 Bibliografía

Cabezas, R. (2009). *Análisis comparativo entre el diseño iconográfico andino precolombino y actual del Ecuador con el Perú y Bolivia. Riobamba: Tesis.*

Cesar Sonderegger (2006). *El diseño amerindio y su naturaleza creativa: Iconografía, p.p 412.*

Valdez, F. (1983 – 1986) Proyecto Arqueológico “La Tolita”. Luz de América.

Valdez, F., y Diego, V. (1992). *Signos Amerindios. Quito: Colibrí.*

Ontaneda, S. L. (2010). *Las antiguas sociedades precolombinas del Ecuador. Quito: Nuevo Arte.*

González de Zárate, J.M. (1991): Método iconográfico, Vitoria-Gasteiz

Casa de Colón de Las Palmas, María Emelina Martín Acosta, Ángel Sanz Tapia, Fundación Cristóbal Gabarrón (2008). *Cultura Tolita: arqueología prehispánica de Ecuador*

Costanza Di Capua (2002). *DE LA IMAGEN AL ICONO, Estudios de Arqueología e Historia del Ecuador*

- Carterette, E. y Friedman, M. (1982). *Manual de percepción. Raíces históricas y filosóficas. México: Trillas.*
- Katz, D. (1967). *Psicología de la forma. Madrid: Espasa-Calpe.*
- Matlin, P. A. y Foley, M. A. (1996). *Sensación y percepción. Mexico: Prentice Hall.*
- Hothersall, D. (1997). *Historia de la psicología. México: Mc Grau Hill.*
- William F. Ritchey (2006). *Fotografía: La búsqueda de fotos llamativas, impactantes y comunicativas.*
- José Luis Pariente Fragoso (1990). *Composición fotográfica. Primera edición por cuenta de la Sociedad Mexicana de Fotógrafos Profesionales.*
- Nogales, A. F. (2004). *Investigación y Técnicas de Mercado . Madrid : Esic, p.p 23.*
- Revista de Estudios Sociales, no. 18, agosto de 2004, 89-96
- Fernández, (2011). *“Modelado, texturizado y ajuste de malla”.* Madrid: E- Archivos Universidad Carlos III de Madrid. p.p 2.
- Ignacio Aedo Cuevas, Paloma Díaz Pérez, Miguel Ángel, Alfonso Vara, Antonio Colmenar, Pablo Losada, Francisco Mur, Manuel Alonso, Juan Peire (2009). *Sistemas Multimediales: Análisis, diseño y evaluación, p.p 78 – 84*
- Lorenzo J. Muñoz Márquez. *Reconstrucción de modelos sólidos 3D a partir de vistas ortográficas 2D utilizando técnicas de combinación de cuerpos elementales. Recuperado de http://www.regeo.uji.es/proyectos/pfc_Muniz.pdf*

Francisco José Rodríguez Pérez, Almudena Vicente Tocino. *Modelado en 3D y Composición de Objetos, Informática Gráfica.*

Autodesk 123 catch <http://www.123dapp.com/howto/catch>

Autodesk mudbox <https://knowledge.autodesk.com/support/mudbox/troubleshooting/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/System-requirements-for-Autodesk-Mudbox-2012.html>

Autodesk 3ds Max <http://www.autodesk.es/adsk/servlet/item?siteID=455755&id=16401745>.

Fernández, M. (2011). *“Modelado, texturizado y ajuste de malla”*. Madrid: E-Archivos Universidad Carlos III de Madrid.

VON KOENIGSMARCK, A., (2008). *Creación Y Modelado De Personajes 3d.*, 2ª. ed., Mexico DF – Mexico., Anaya Multimedia., p.p 33 – 46

Autodesk 3ds Max. (2016). *Modelado, sombreado y mapas de textura en 3D. Recuperado de* <http://www.autodesk.com/products/3ds-max/features/3d-modeling-and-texturing>

HOWARD, R., (2008). *Realidad virtual.*, 1a.ed., Barcelona- España., Gedisa, p.p 45 – 52

MEDIAactive (2007). *El gran Libro de Autodesk 3ds max 9*, México D.F. p.p 13 -747