Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

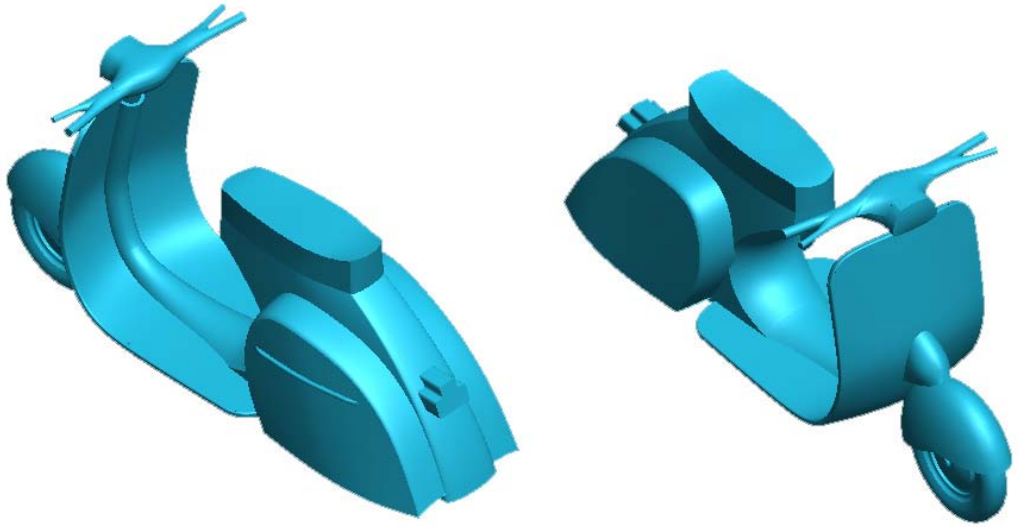
Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 1 de 16

01 Introducció

En aquest Programa d'aprenentatge doble tractarem el modelat mitjançant corbes i superfícies NURBS en 3ds max. Farem servir també modificadors, encara que com anirem veient, acostumen a venir integrats ja a les eines de NURBS. No obstant això, el seu funcionament és molt semblant al dels modificadors externs.

Aquest Programa d'aprenentatge està plantejat com una continuació del Programa d'aprenentatge doble anterior en què hem tractat les corbes spline bidimensionals. Podríem treballar amb corbes spline tridimensionals sense utilitzar les eines NURBS, però aquestes ens permeten crear models més complexos i per tant, més interessants. De tota manera, un cop conegut el funcionament de les corbes spline bidimensionals, el de les tridimensionals és molt semblant.

L'objecte a modelar amb aquestes eines serà una scooter, de forma prou complexa com per permetre'ns estudiar en detall les NURBS.



Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 2 de 16

02 Sobre les corbes i superfícies NURBS (I)

El modelat mitjançant NURBS (*Non-Uniform Rational B-Splines*, noti's que el singular és, per tant, NURBS) és, avui en dia, la solució més utilitzada en les indústries que treballen amb CAD (*Computer Aided Design*, Disseny Assistit per Ordinador) i moltes de les seves variants (*CAM: Computer Aided Manufacturing*, Fabricació Assistida per Ordinador, *CAE: Computer Aided Engineering*: Enginyeria Assistida per Ordinador, entre moltes altres) per al disseny i fabricació d'elements amb formes complexes que han de ser definides matemàticament amb gran exactitud però de forma relativament senzilla i sense utilitzar massa recursos.

El que avui anomenem NURBS va aparèixer en els anys '50 a França, de la mà de Pierre Bézier i Paul de Casteljau, que treballaven a les empreses automobilístiques Renault i Citroën, respectivament, encara que els dos van arribar a resultats semblants sense conèixer el treball de l'altre .

La facilitat per crear formes aparentment "lliures", amb aparença orgànica i que responguin bé a condicionants externs (com l'estètica o la resistència aerodinàmica en el cas dels automòbils), de manera no massa complexa per al dissenyador i perfectament adaptades a la construcció i fabricació ha convertit aquest tipus de modelat en quelcom ubic dins d'aquestes indústries, així com en moltes altres.

Actualment, el modelat mitjançant NURBS és de vital importància per a les indústries automobilística, aeronàutica, naval, de certes vessants de l'arquitectura i construcció, etc.

Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 2 de 16

Hi ha una gran varietat de programes orientats al CAD que fan servir aquestes eines de forma extensiva, com poden ser Rhino, CATIA i un llarg etcètera.

La gran versatilitat d'aquestes eines ha portat a la seva inclusió en programes d'animació, amb una vessant menys tècnica. Aquest és el cas de 3ds max. En general, no s'utilitzaran les eines de NURBS en 3ds max per dissenys d'enginyeria o altres camps semblants, llevat que es tracti només de la visualització d'un projecte, però no la seva construcció.

No obstant això, es considera interessant incloure-les en el paquet de modelat de 3ds max senzillament per la seva gran solvència en certs casos, més enllà de la necessitat real de disposar d'una construcció exacta fins al mil·límetre. De fet, donades certes limitacions a la configuració i en la precisió de 3ds max respecte dels programes de CAD, no tindria sentit buscar aquesta exactitud.

Veurem com aquestes eines ens resulten de gran utilitat en aquest Programa d'aprenentatge.

Per informació molt més detallada sobre les NURBS, així com de la seva solució matemàtica, es poden consultar els articles en espanyol i anglès de la Wikipedia: http://es.wikipedia.org/wiki/NURBS i http://en. wikipedia.org/wiki/Nurbs, respectivament.

Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 3 de 16

03 Sobre les corbes i superfícies NURBS (II)

Les NURBS es basen en definir una corba (o per extensió, una superfície) de certa complexitat a partir de pocs paràmetres que defineixin com es genera tota la forma. Així, mentre que en treballar amb malles generalment haurem situar cada polígon on desitgem de forma manual, en treballar amb superfícies NURBS només definirem els paràmetres generals de l'objecte i aquest es generarà sol, creant una superfície ininterrompuda i que es modificarà automàticament en alterar un dels paràmetres que la defineixen.

No obstant això, no tot són avantatges en el camp de les NURBS. El seu modelat gairebé sempre portarà una mica més de temps que si uséssim altres eines, i les seves superfícies resultaran massa lentes de renderitzar en aquells camps en els quals es requereix un renderitzat molt ràpid en detriment de l'exactitud de les superfícies (pensem en la indústria del videojoc , per exemple). Així doncs, haurem d'avaluar cada vegada que comencem un projecte si és convenient optar per una opció o una altra.

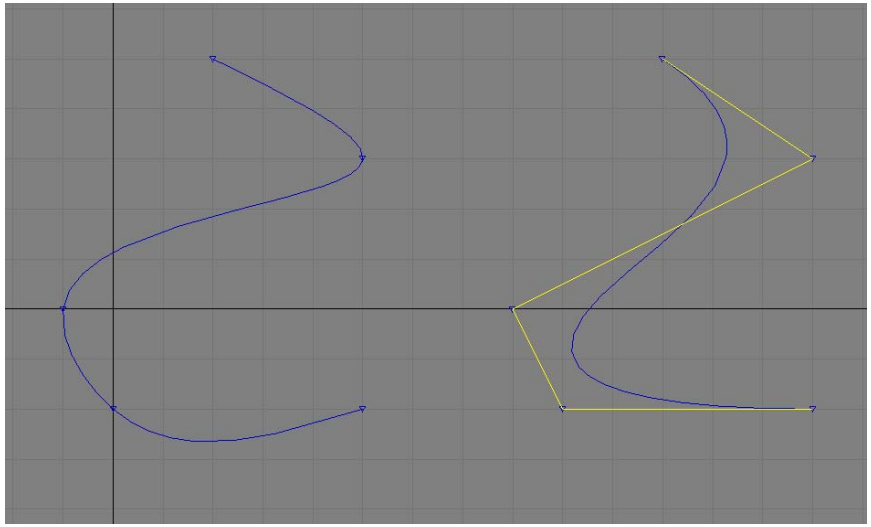
Dins de les NURBS, podem establir dues estratègies de treball, que afortunadament es poden combinar força bé. Aquestes dues estratègies són el dibuix per Vèrtexs de control (**CV**) i per Punts de Pas.

Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 3 de 16

Vegem un parell d'exemples de corbes i superfícies generades de cadascuna de les dues maneres:

En aquest cas veurem dues corbes NURBS. Les dues s'han generat fent clic sobre els mateixos punts de la reixeta.



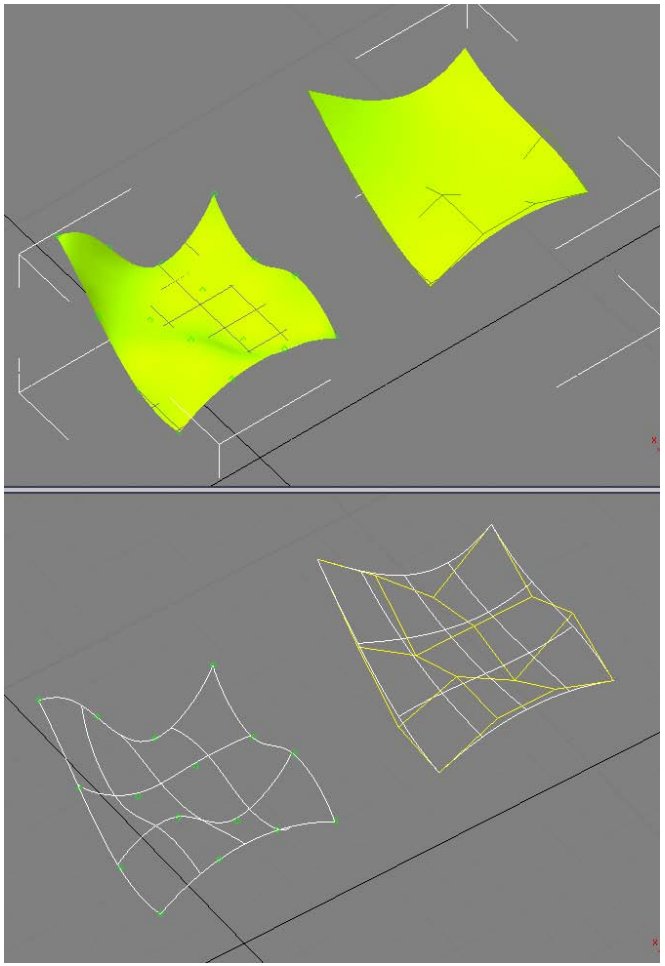
La de l'esquerra és una corba generada per punts de pas, i efectivament la corba passa per tots els punts marcats. La interpolació suavitzada entre els diferents punts de pas determina la forma de la corba. Podríem imaginar que es tracta d'un llistó llarg de fusta que es lliga a aquests punts i que busca la manera de passar per tots ells sense deformar-se massa ni trencar-se.

La corba de la dreta s'ha generat mitjançant vèrtexs de control, que s'uneixen mitjançant una corba groga que mostra la seva situació. En aquest cas, la corba blava no passa pels punts (excepte en els extrems) sinó que se sent atreta per ells però es resisteix a deformar-se massa. Potser es podria establir un símil amb un asteroide que gravita cap a un conjunt de planetes, i que mai arriba a caure en un d'ells perquè el següent l'atreu en la direcció contrària.

Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 3 de 16

En aquesta altra imatge, podem veure com les superfícies NURBS funcionen de la mateixa forma. La superfície de l'esquerra, definida per punts de pas, es mostra molt més abrupta que la de la dreta, en haver de passar per tots els punts. Com en les corbes, veiem aquí que, en els quatre vèrtexs extrems, punts i vèrtexs de les superfícies coincideixen sempre.



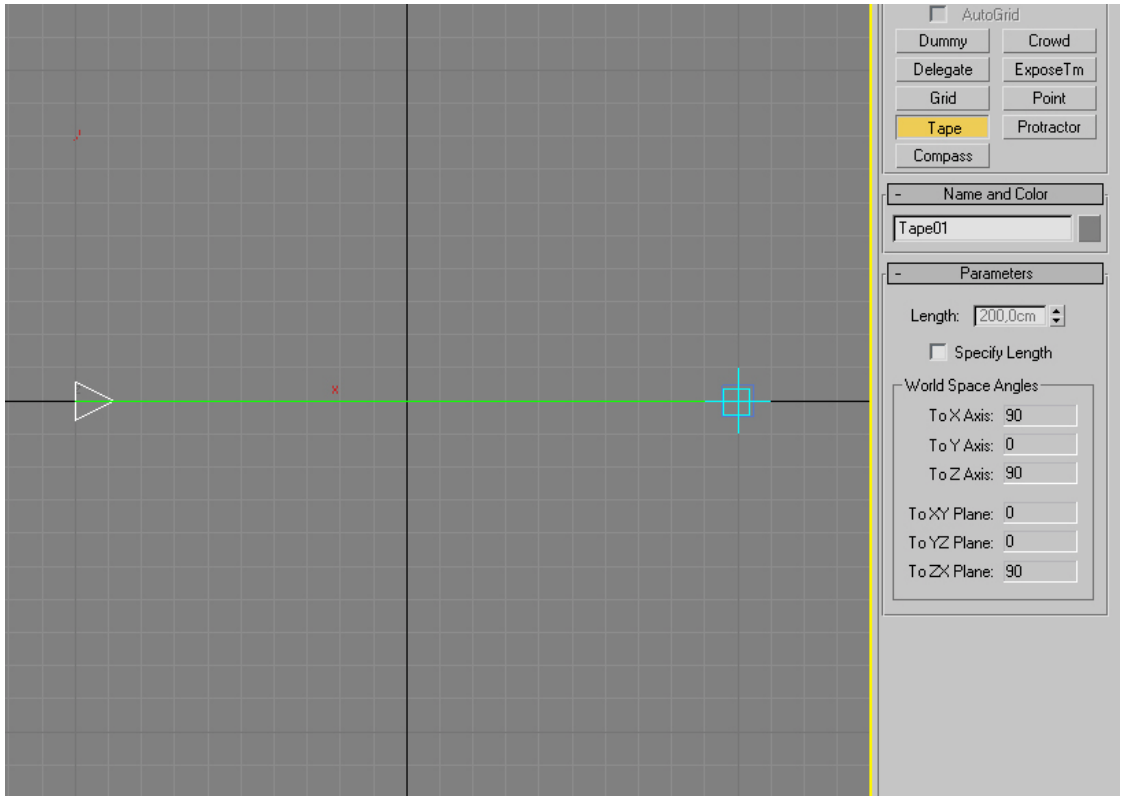
Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 4 de 16

04 Preparació de l'escena

Ens assegurarem que les unitats del programa siguin *centímetres* (**Customize / Units Setup**) abans de començar, amb un espaiat de retícula d'*1cm* i amb línies més importants cada 10 línies bàsiques (aquesta és la mateixa configuració que al Programa d'aprenentatge anterior, se'n poden consultar les imatges si cal).

Ens situem al visor *Left* i el maximitzem. Desplaçarem i ampliarem la vista fins que puguem veure *2metres* d'amplada del dibuix. Com que la retícula base és cada centímetre, haurem allunyar-nos força, passant per dos conjunts de línies més (la primera vegada, aquestes marcaran cada 10cm, la segona vegada, cada metre). Si tenim dubtes, podem usar l'ajudant **Tape** per comprovar les dimensions.

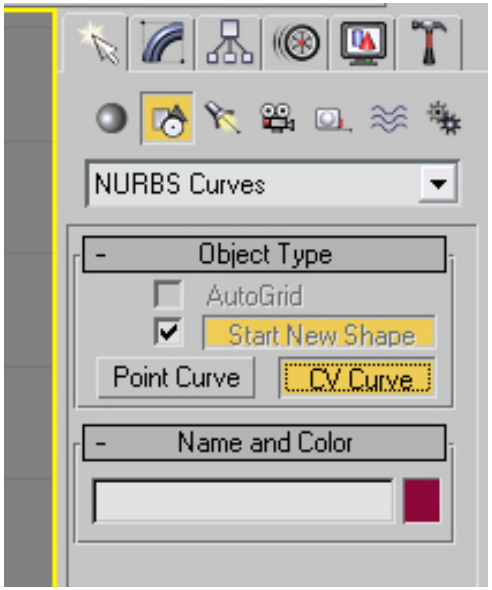


Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 5 de 16

05 Carrosseria (I)

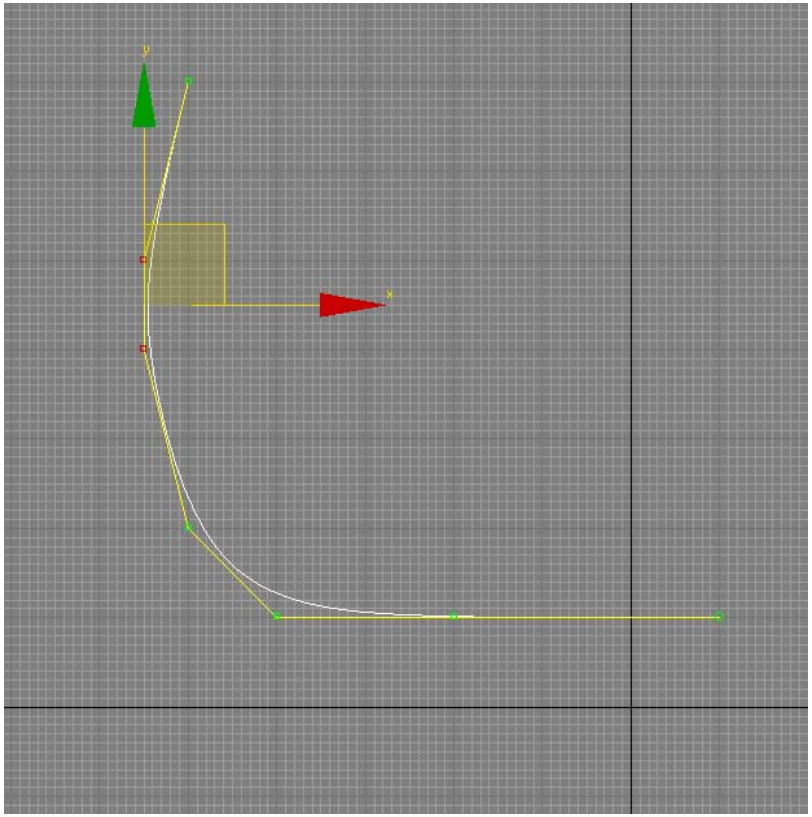
Començarem creant una corba NURBS per punts de control (**Create / Shapes / NURBS curves / CV curve**).



Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 5 de 16

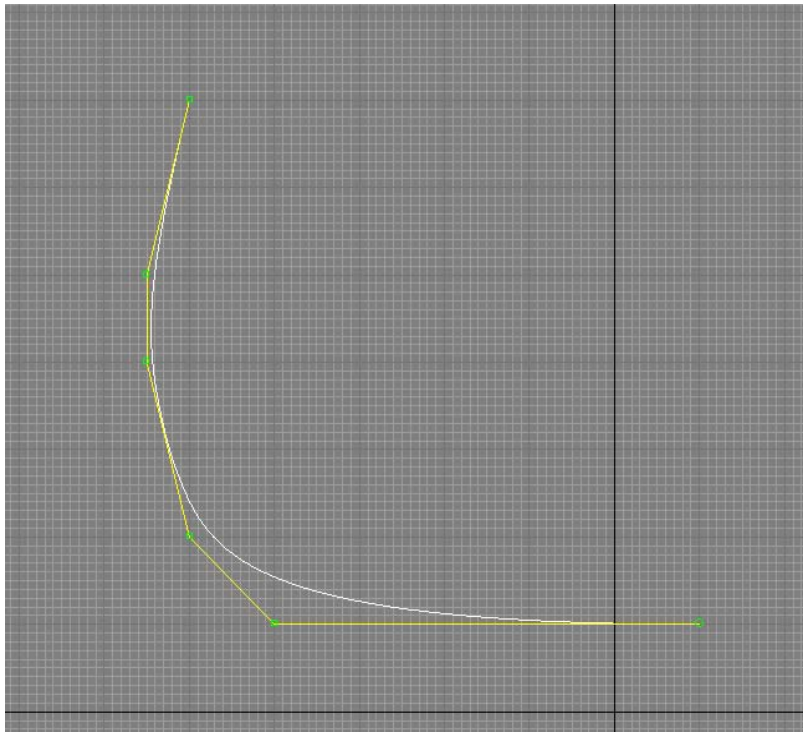
Ens apropem una mica a la retícula per poder apreciar els centímetres i dibuixem una cosa semblant a la següent:



Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 5 de 16

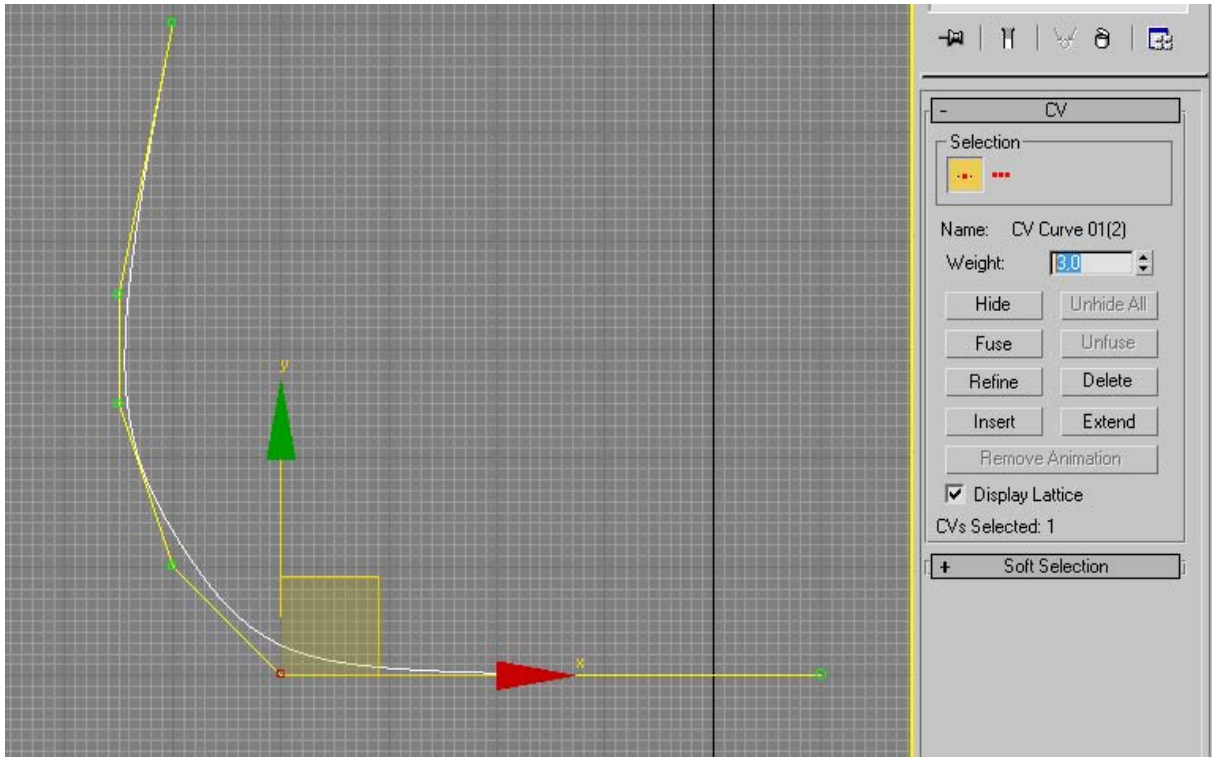
Podem veure que, a més dels punts que marquen els "vèrtexs" de la corba, n'hem dibuixat un altre a la línia horitzontal inferior, més o menys per la seva meitat. Aquest punt serveix per definir millor la forma general de la corba, ja que en cas contrari la part inferior de la corba s'allunyaria molt de la línia horitzontal. Per entendre-ho millor, podem situar-nos al nivell **Curve CV** del panell **Modify**, amb la corba NURBS activa. A continuació, seleccionem el punt de control de què hem parlat i l' esborrem. El resultat serà aquest:



Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 5 de 16

Així doncs, veiem la importància d'afegir vèrtexs de control en aquells llocs en què no vulguem que la corba es desviï massa del polígon de control. Una altra opció de què disposem per resoldre aquesta problemàtica és la de modificar el pes de cada vèrtex de control: en aquest cas, compensarem l'esborrat del vèrtex de control anterior fent clic sobre el següent i modificant el seu paràmetre **Weight** perquè exerceixi una "gravetat "més gran sobre la corba:

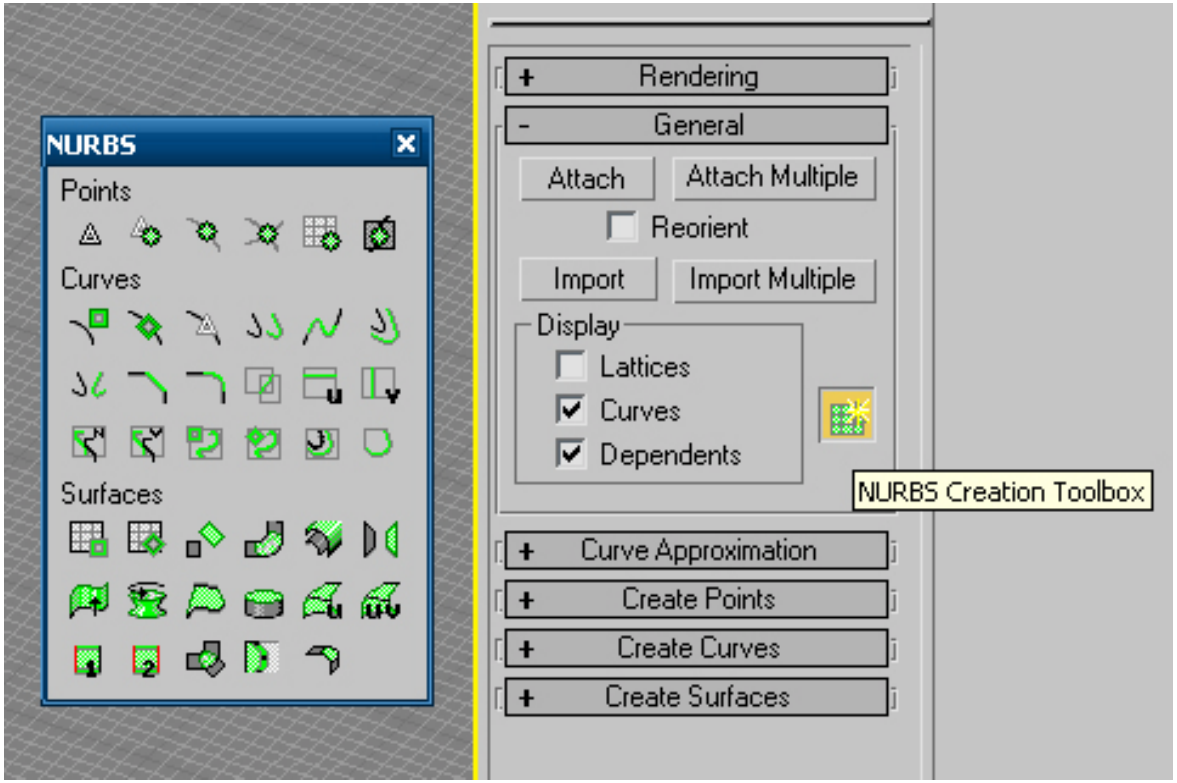


Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 5 de 16

De moment, desfarem les últimes edicions del dibuix per tornar a l'estat inicial de la corba, en el qual encara teníem un vèrtex de control afegit.

A continuació, movem aquesta corba per a situar-la a 25cm. de l'eix **Y**. Anem al panell **Modify** i allà fem clic sobre la icona **NURBS Creation Toolbox** que apareix en el panell **Modify** en tenir seleccionat qualsevol objecte NURBS.

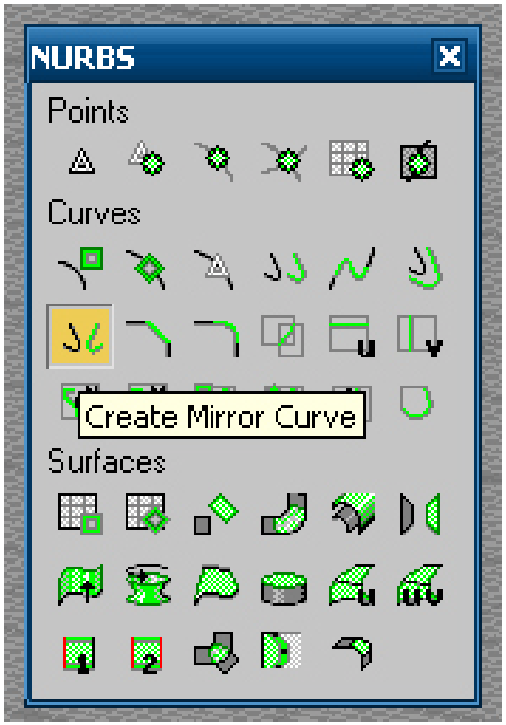


Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 5 de 16

En aquest panell hi trobarem totes les eines que podem utilitzar per treballar amb NURBS (dividides en tres categories: punts, corbes i superfícies), així que el deixarem obert durant tot el Programa d'aprenentatge (es tancarà quan sortim del panell **Modify**, però quan hi retornem es tornarà a obrir).

Activem l'eina **Create Mirror Curve** del panell **Curves** d'aquesta caixa d'eines.

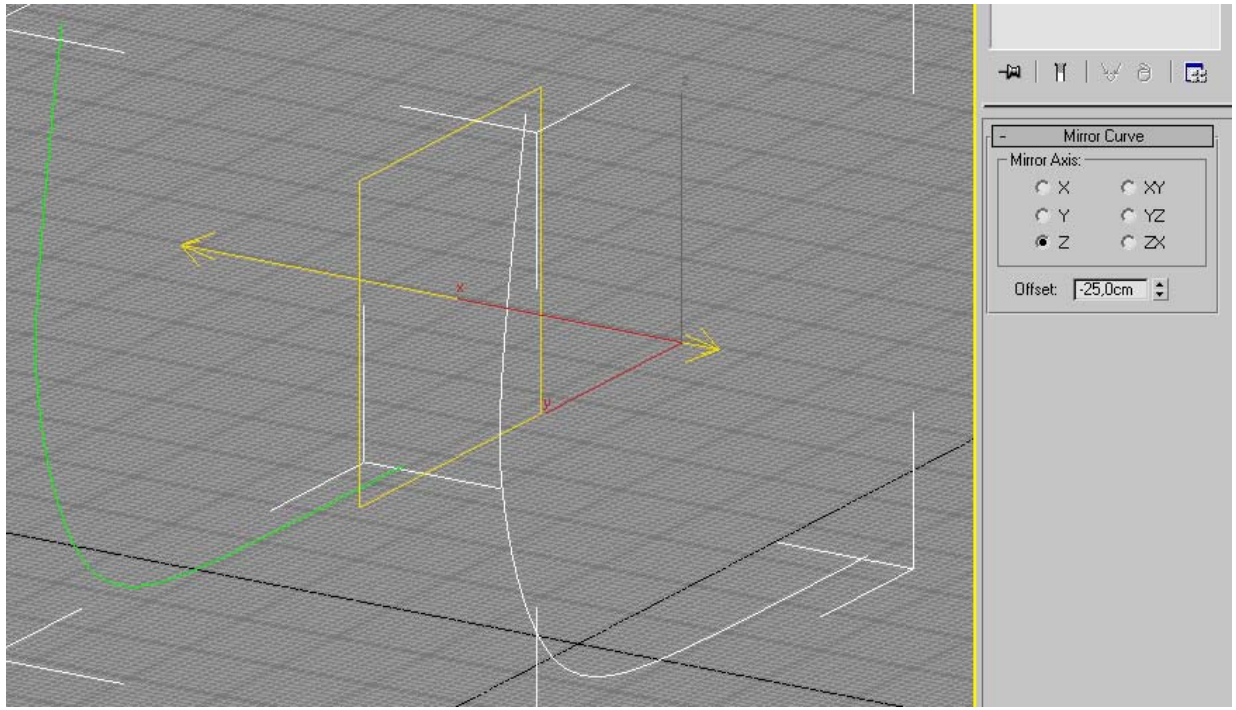


Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 5 de 16

Seguidament, fem clic sobre la corba existent i l'arrosseguem, sense deixar anar el ratolí, en qualsevol direcció, sense preocupar-nos en absolut per el resultat. Tot seguit, en el panell **Modify** podrem modificar els paràmetres d'aquesta operació, que s'actualitzarà a temps real. De la mateixa manera, qualsevol canvi efectuat sobre la corba original repercutirà en la corba simètrica.

En general, les operacions amb NURBS mantenen el vincle entre les corbes originals i les seves còpies modificades, així com amb les superfícies que construïm amb elles, com veurem més endavant. A més, cada nova corba o superfície que creem es convertirà en un subobjecte de l'*objecte NURBS* sobre el qual estem treballant, de forma que ens haurem de situar en un dels seus diferents modes (**Curve**, **Point**, etc.) per poder-les modificar de forma independent.



Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 6 de 16

06 Carrosseria (II)

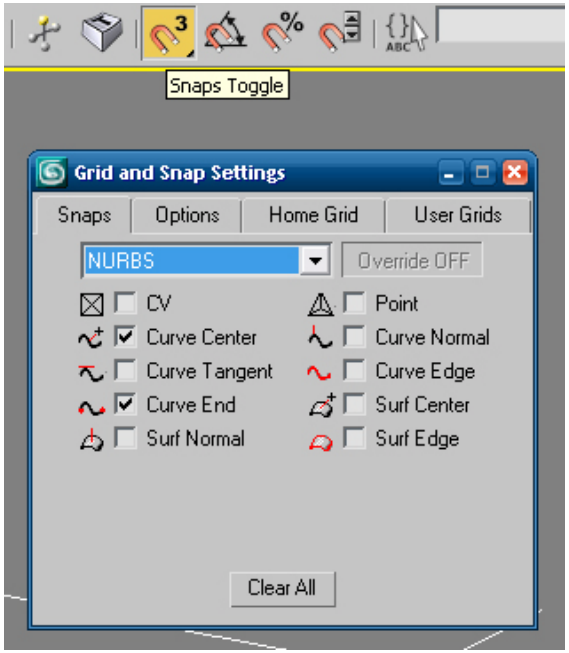
Amb les operacions anteriors, hem creat dos perfils que definiran part de la peça de la carrosseria que serveix com a reposapeus i al mateix temps com a part frontal de la scooter.

Per completar-la, caldrà afegir-hi altres corbes NURBS que uneixin les dues i que defineixin millor la forma de la superfície resultant.

Per a aquesta operació, podem fer servir corbes de punts de pas (**Point Curve**) enlloc de vèrtexs de control (**CV Curve**). Podríem fer-ne servir unes o altres indistintament, però farem servir corbes **Point** per explorar millor el seu funcionament.

Començarem creant quatre d'aquestes corbes unint les altres dues en certs punts.

Per poder utilitzar el Ajustos sobre corbes NURBS, hem d'anar al panell **Grid and Snap Settings** (per exemple, fent clic dret sobre la icona de **Snaps Toggle**) i activar els ajustos **Curve Center** i **Curve End** a la pestanya **NURBS**. Els ajustos de la pestanya **Standard** seguiran estant activats mentre treballem amb les NURBS, així que és possible que haguem de desactivar-los tots per treballar millor.

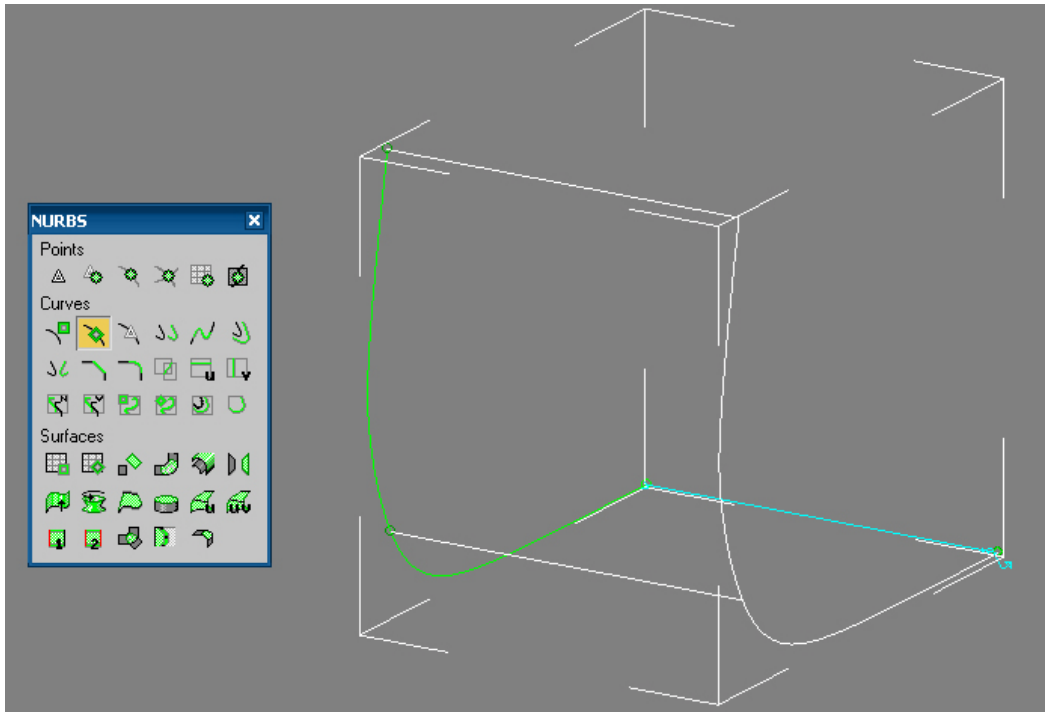


Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 6 de 16

A continuació dibuixem tres de les quatre corbes en els dos extrems i en el punt mig de cadascuna de les corbes anteriors. En general, convé dibuixar aquestes corbes sempre en la mateixa direcció per evitar possibles problemes a l'hora de fer escombrats, encara que aquests no sempre apareixen i es poden solucionar d'altres maneres.

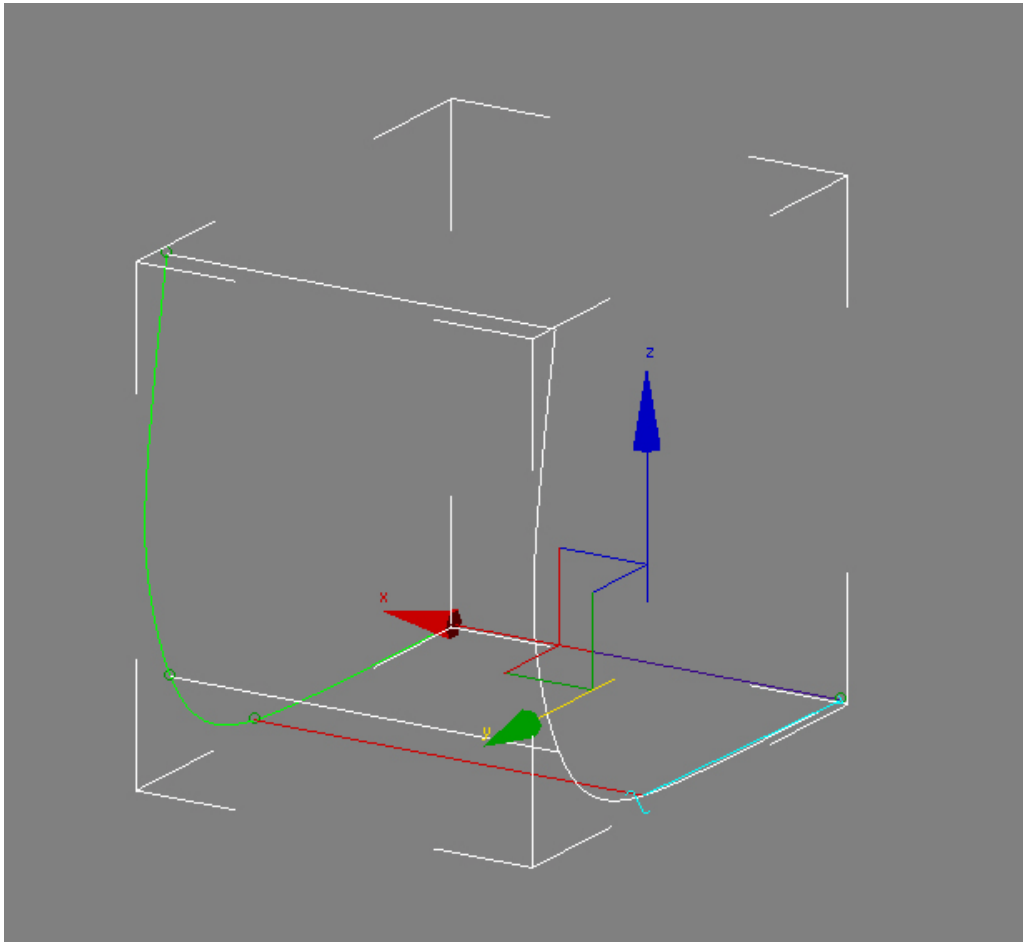
Hem d'activar els ajustos per realitzar aquesta operació (tecla **S** o clic a **Snaps Toggle**).



Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 6 de 16

Seguidament, ens situem en el mode **Curve** de l'objecte per poder seleccionar les corbes de forma independent i copiem la corba de l'extrem inferior (per exemple, amb **Ctrl + V**) i, activant l'ajust de NURBS **Curve Edge**, l'arrosseguem a un punt de la part inferior de la corba de perfil en què aquesta comenci a desviar-se cap amunt.

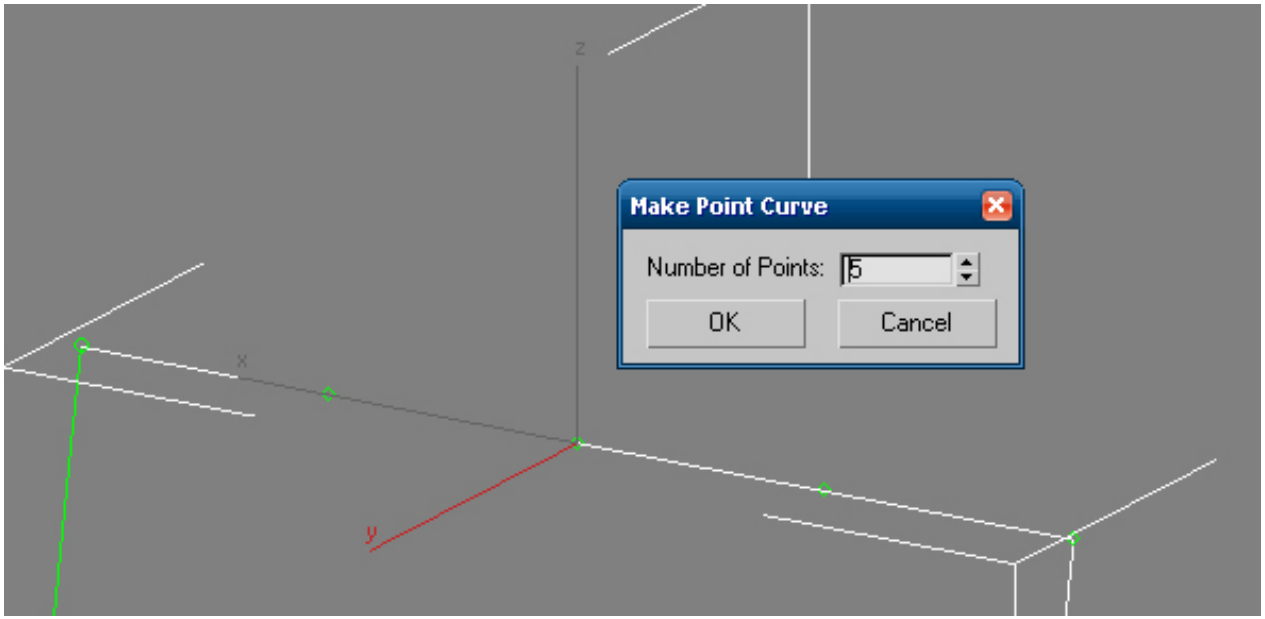


Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 6 de 16

Seleccionem la corba de la part superior i a la pestanya **Curve Common** del panell **Modify** fem clic a **Make Fit**. Aquesta opció ens permet crear nous punts sobre la corba de manera que puguem moure'ls per modificar-la. Si apliquem **Make Fit** sobre una corba de vèrtexs de control, aquesta es converteix en corba de punts de pas.

Introduïm el valor *5* i acceptem.

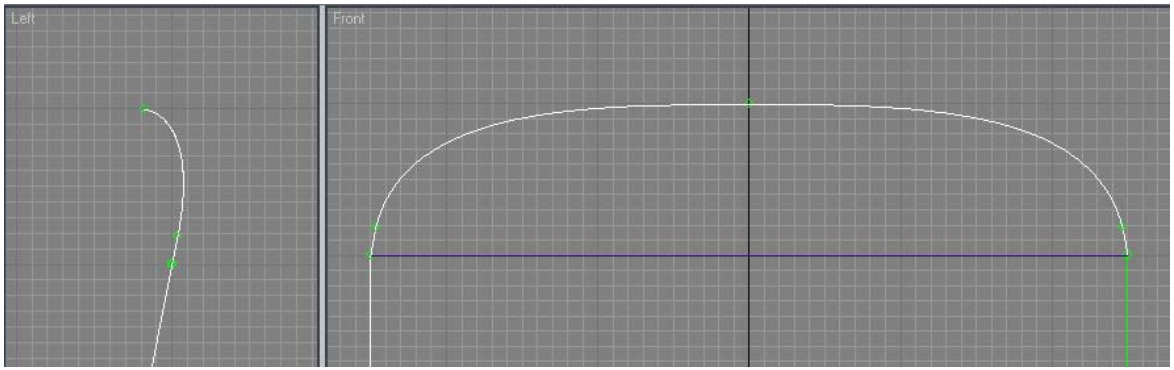


Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 6 de 16

Per poder veure aquests punts i modificar-los, ens situem en mode **Point**, que serveix per mostrar i editar els punts de pas d'una corba (per corbes amb vèrtexs de control, farem servir el mode **Curve CV**).

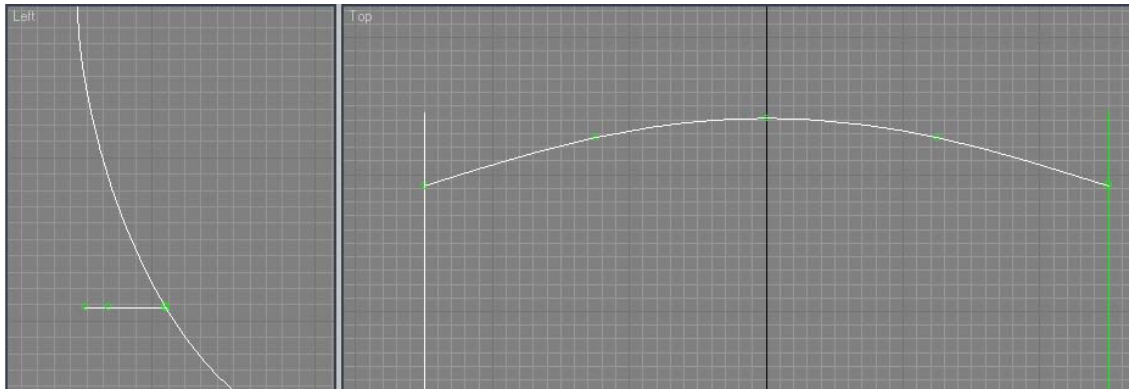
Movem ara els punts d'aquesta corba fins aconseguir un resultat semblant al de la imatge. Convé recordar que per moure els dos punts centrals (punts 2 i 4) de forma simètrica, convé seleccionar-los els dos alhora per moure'ls sobre els eixos **Y** i **Z** i escalar-los en un sol sentit sobre l'eix **X**.



Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 6 de 16

Farem el mateix amb la següent corba, fins aconseguir que quedi semblant a la de la següent imatge.

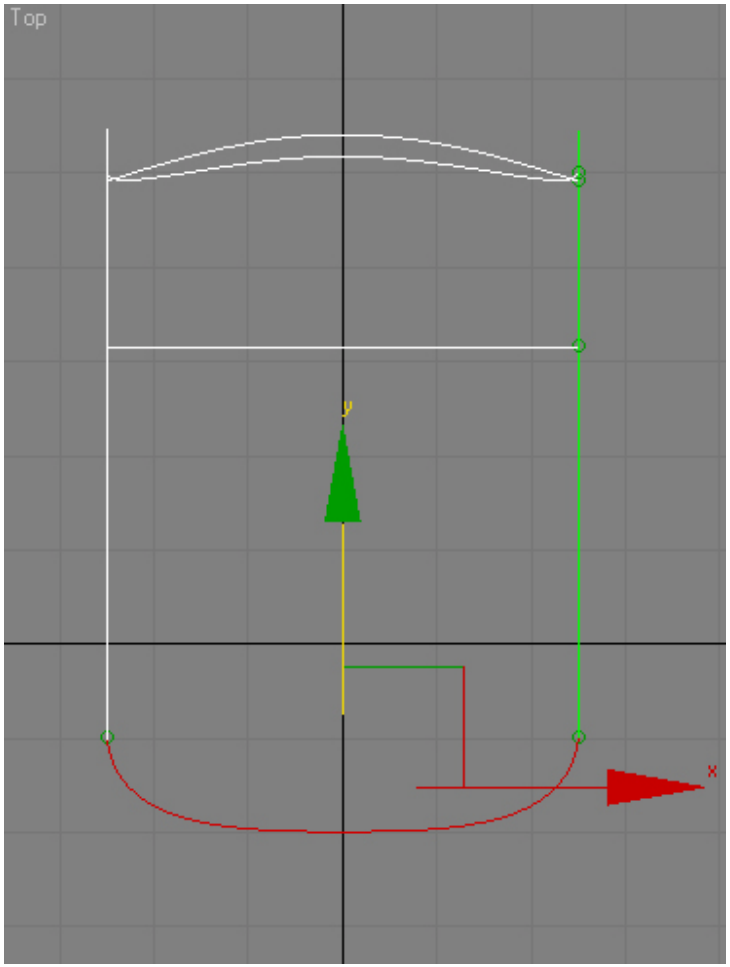


Nota: s'ha amagat la corba que hem modificat anteriorment per mostrar millor el resultat.

Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 6 de 16

Finalment, modificarem de la mateixa manera l'última corba.

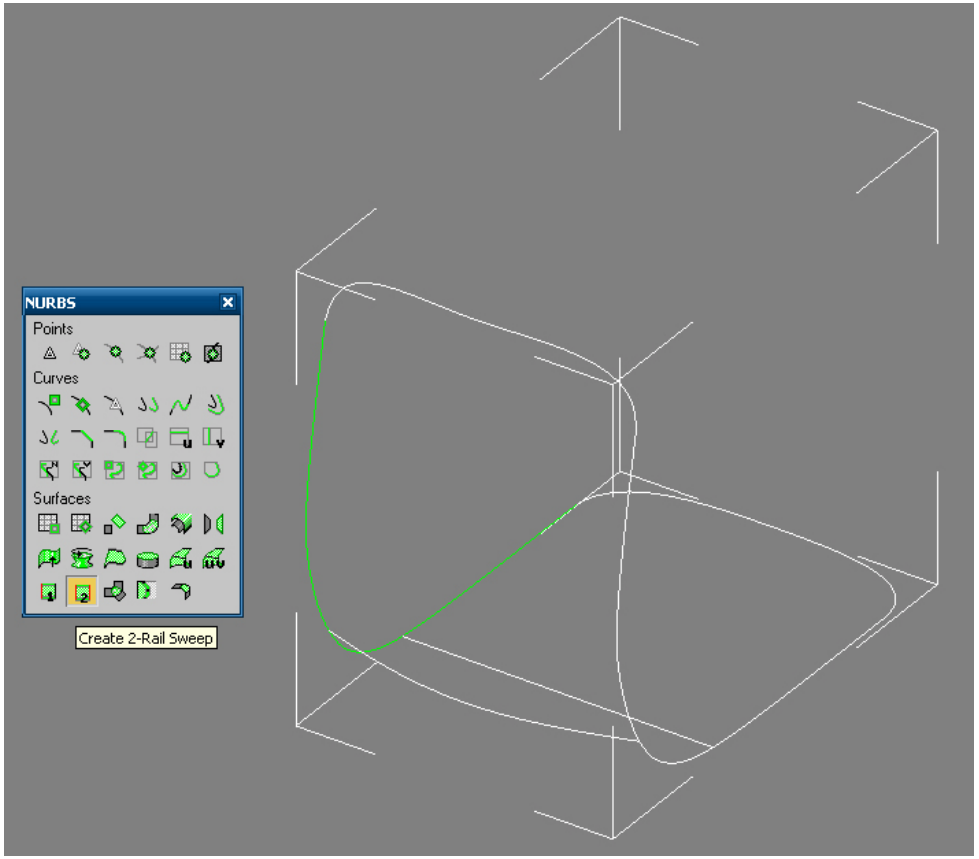


Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 7 de 16

07 Carrosseria (III)

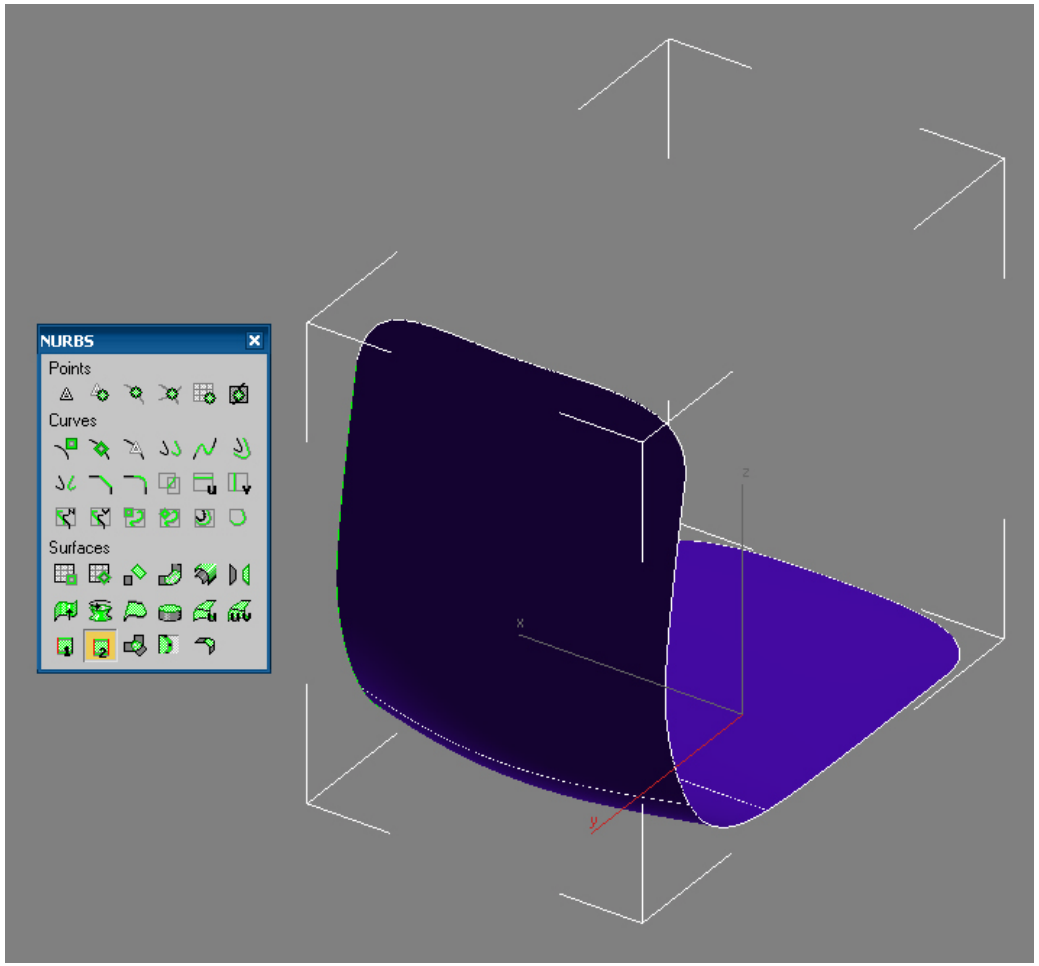
Ja hem dibuixat les corbes necessàries per definir la superfície d'aquesta peça, així que podem procedir a crear-la mitjançant l'eina **Create 2-Rail Sweep** de la pestanya **Surfaces**.



Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 7 de 16

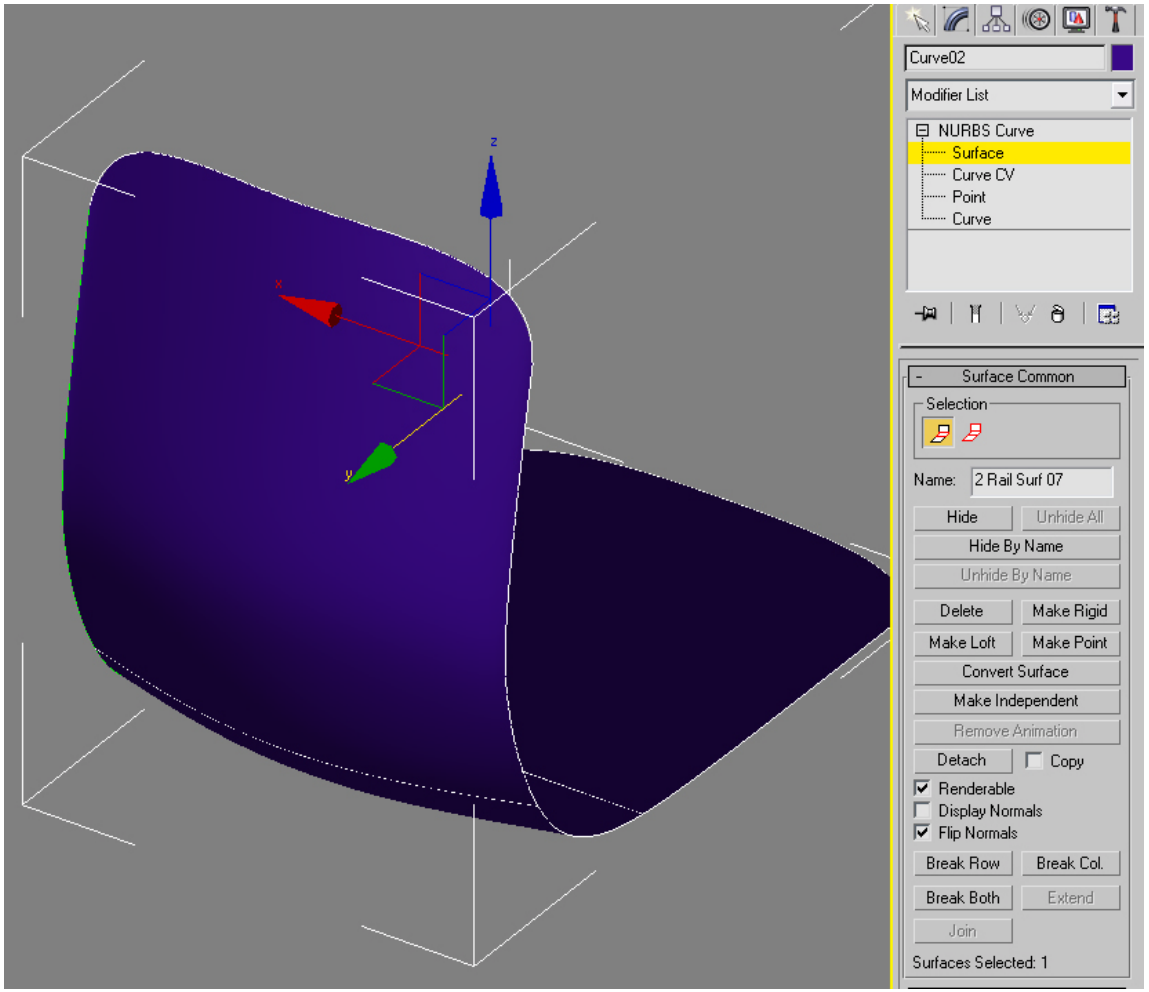
Seleccionem primer els dos rails sobre els quals es desplaçarà la superfície (les dues corbes que hem creat al principi), i seguidament les quatre corbes que hem creat posteriorment i que en definiran millor la forma. Acceptem el resultat mitjançant clic dret.



Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 7 de 16

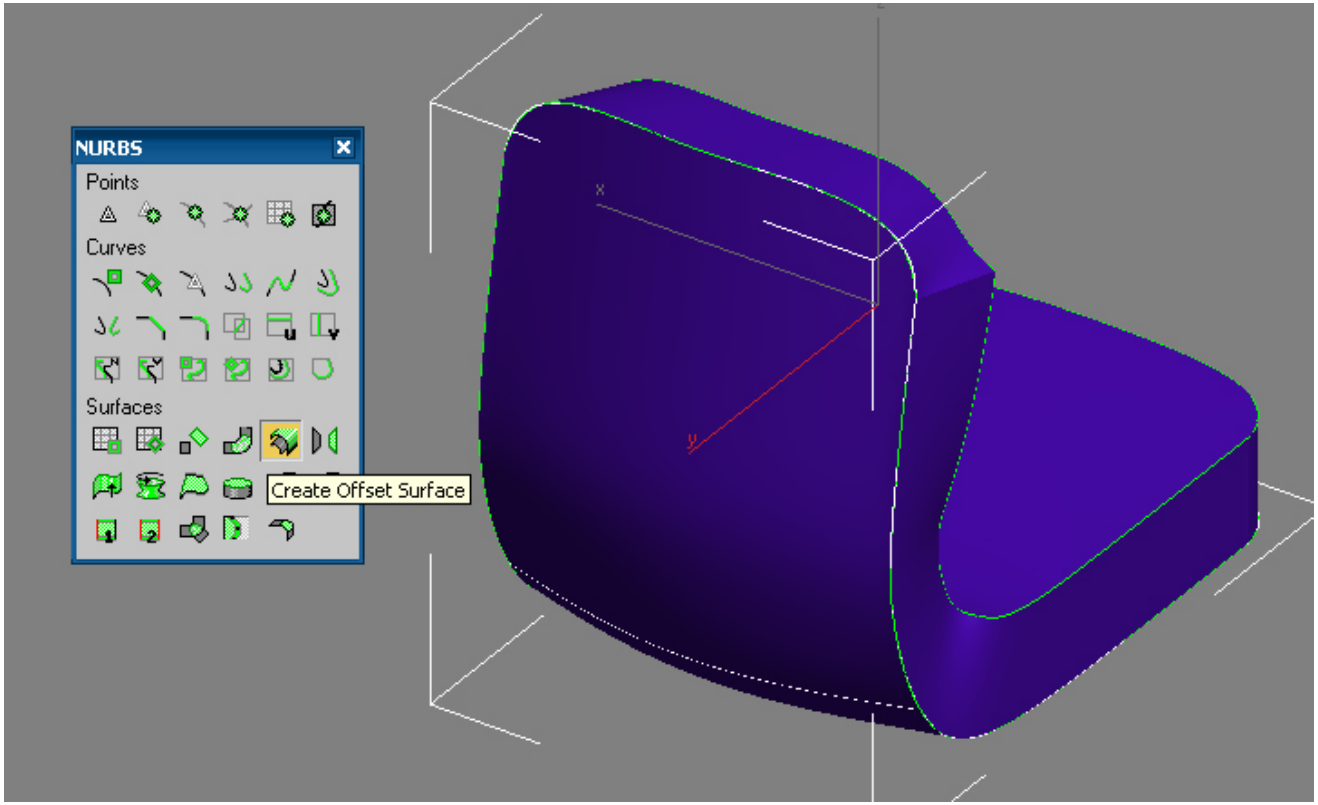
Si cal, podem invertir les normals de la superfície, activant **Flip Normals** en el sub-panell **Surface Common** del mode **Surface** (haurem de seleccionar primer la superfície que acabem de crear en mode **Surface**).



Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 7 de 16

A continuació ens interessarà donar-li gruix a aquesta superfície, per la qual cosa farem servir l'eina **Create Offset Surface**.

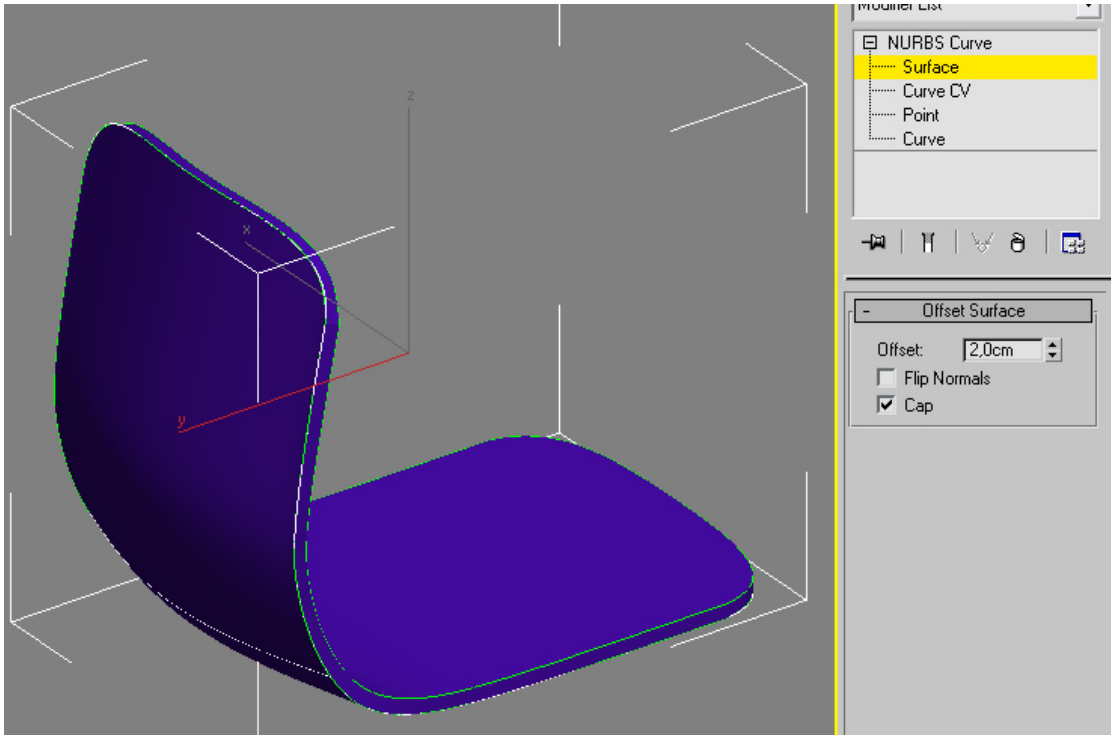


Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 7 de 16

Activem l'opció **Cap** perquè es creïn superfícies que uneixin la nova amb l'original i fem clic sobre la superfície i arrosseguem, novament sense importar-nos el resultat.

Podem modificar la distància d'extrusió a la pestanya **Offset Surface** que apareix al panell **Modify** en haver acabat l'operació



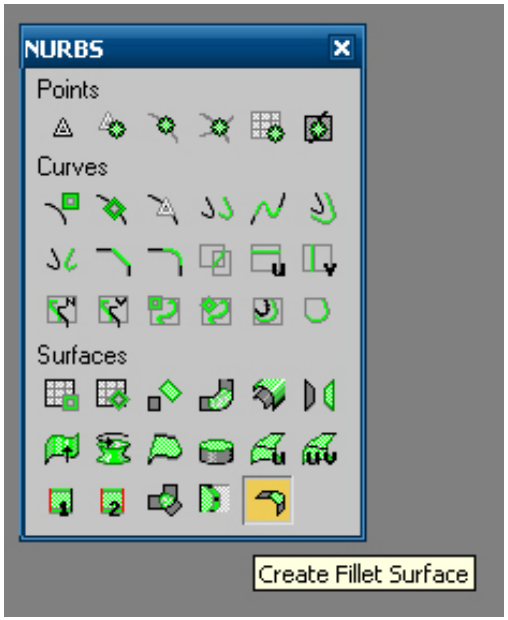
Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 8 de 16

08 Carrosseria (IV)

El següent pas consistirà en arrodonir les arestes de la peça que acabem de crear. Farem servir l'eina **Create Fillet Surface**.

Aquesta eina ens demana que seleccionem dues superfícies per arrodonir l'aresta que les uneix. Convé que el visor es mostri en mode de filferro per poder seleccionar millor les superfícies. Recordem que per canviar el mode de visualització hem de fer clic dret sobre el nom del visor, a la part superior esquerra, i escollir el mode i les opcions que desitgem del panell que apareix. Fins i tot podem mantenir dos visors oberts, un amb el visor en mode de filferro i l'altre en mode ombrejat per poder veure els resultats en temps real. Per modificar la distribució dels visors, podem fer clic dret sobre el nom del visor i accedir a l'opció **Configure**.

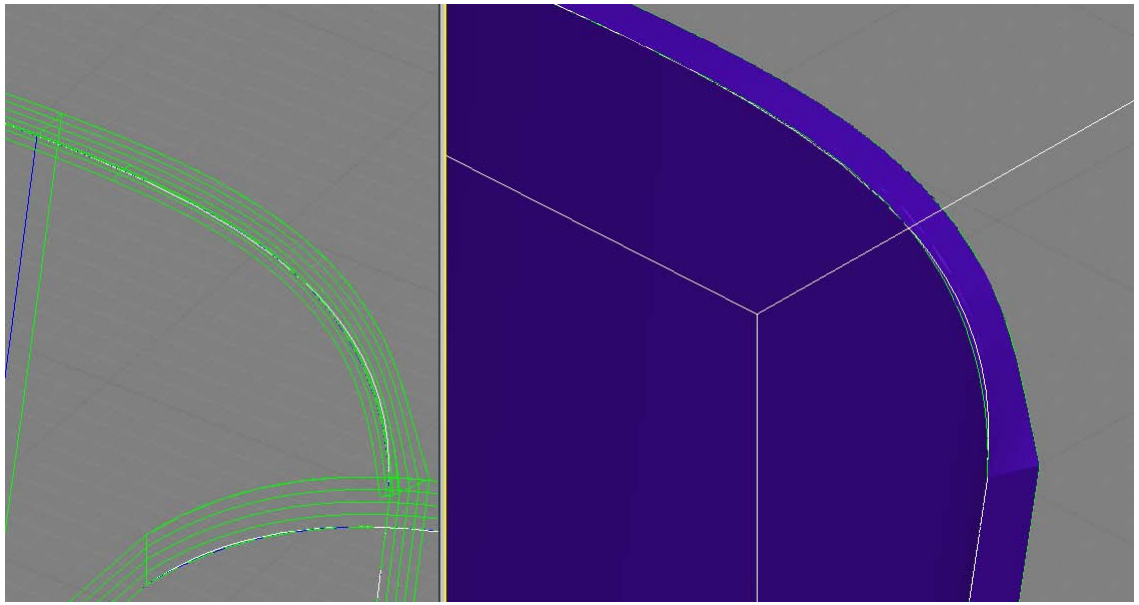


Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 8 de 16

Així doncs, seleccionem les dues primeres superfícies a arrodonir. Podem començar amb la superfície superior que marca el gruix de la peça i la superfície frontal de l'objecte.

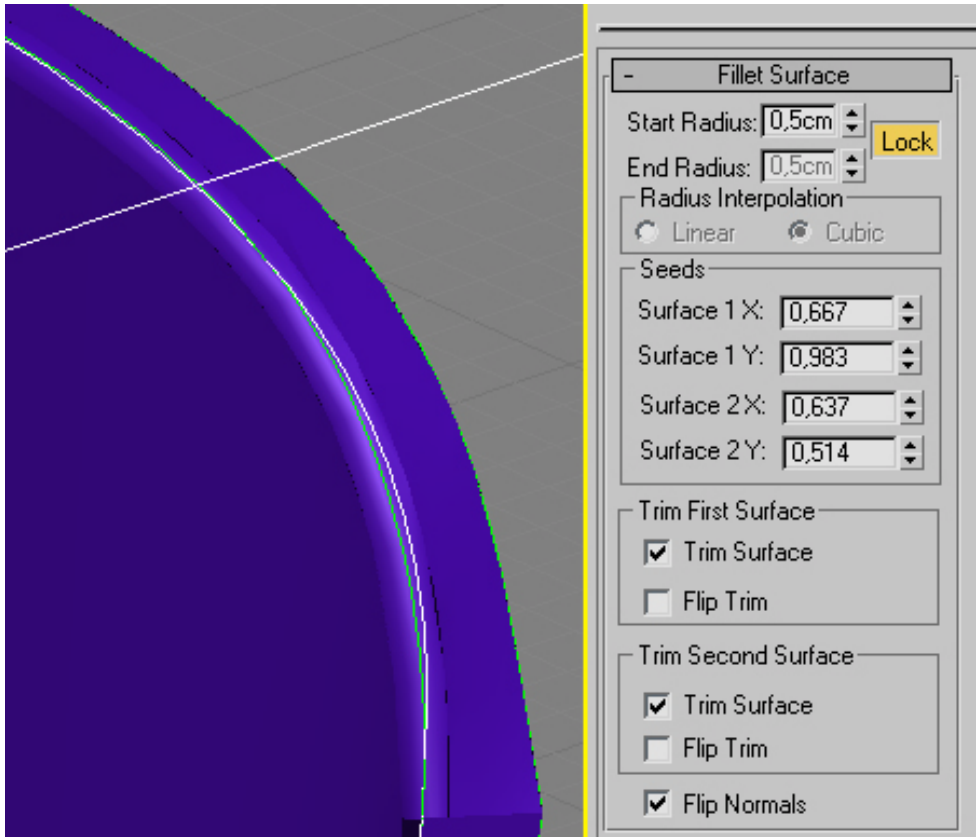
Veiem que apareix una nova superfície arrodonida unint les dues. No obstant això, en el visor ombrejat no apareix aquest arrodoniment.



Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 8 de 16

Això és degut a que tot i que la superfície arrodonida hauria de retallar una part de les superfícies originals, no ho fa de forma automàtica, de forma que haurem d'activar les opcions corresponents. Així doncs, canviem el radi d'inici **Start Radius** a *0,5cm* i activem **Trim Surface** en els panells **Trim First Surface** i **Trim Second Surface** perquè es retalli la part sobrant de les superfícies originals. Si la superfície d'arrodoniment es mostra negra, haurem de activar l'opció **Flip Normals** per invertir les seves normals.

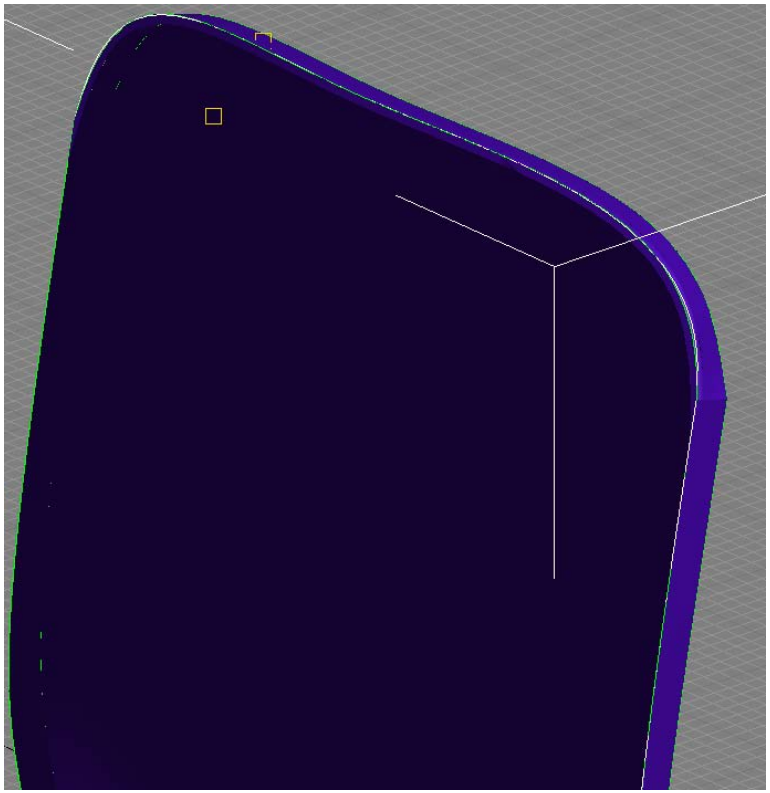


Nota: Les línies que abans marcaven les arestes de les superfícies originals encara es veuen, ja que són corbes NURBS independents de les superfícies, però no afecten l'arrodoniment que hem creat.

Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 8 de 16

Segons com haguem seleccionat les superfícies, és possible que en usar l'opció **Trim Surface** es retalli la part equivocada de la superfície, és a dir, que la part que s'hauria de conservar desaparegui i ens quedem amb la part que no ens interessa.



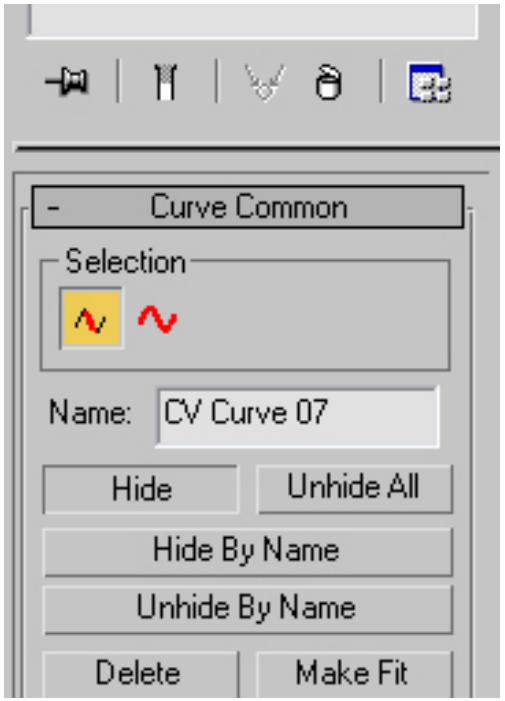
En aquest exemple, s'ha retallat la part principal de la superfície mentre que s'ha mantingut la part de la superfície que queda per sobre de la superfície d'arrodoniment. Noti's com es veu la superfície del darrere d'aquesta peça de la scooter, en comptes de la davantera, en estar retallada.

Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 8 de 16

Podem resoldre aquest problema amb l'opció **Flip Trim** situada sota **Trim Surface**.

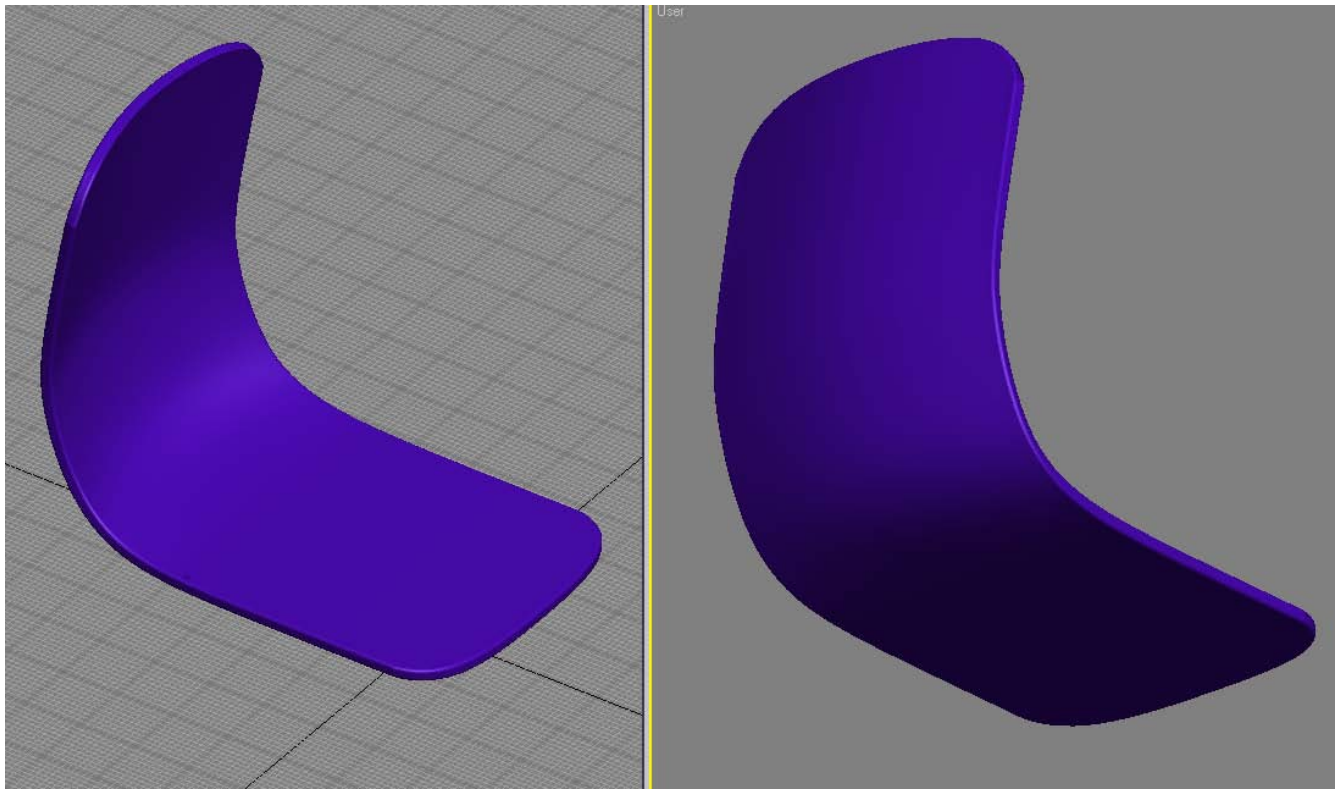
Continuarem el procés amb totes les superfícies de la peça. Seguidament, i per mostrar millor el resultat, ens situarem en el mode **Curve** de l'objecte, seleccionarem totes les corbes i farem clic sobre **Hide** al panell **Curve Common** per amagar-les.



Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 8 de 16

El resultat d'aquestes operacions hauria d'assemblar-se a la imatge.



L'objecte vist des de dalt i des de baix, respectivament.

Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

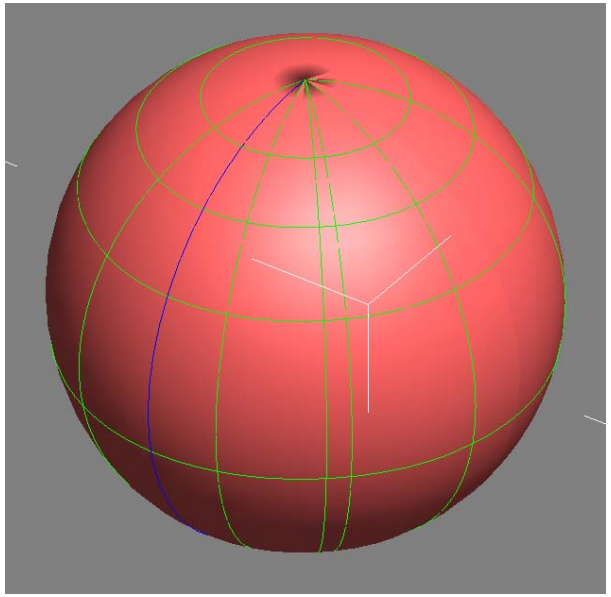
Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 9 de 16

09 Suport del manillar (I)

A continuació dibuixarem el suport per a l'eix del manillar. Es mostrarà com un tub vertical que s'adapta a la forma de la peça que acabem de dibuixar.

Començarem extraient una corba **Iso** de l'objecte que hem dibuixat amb anterioritat. Una Corba Iso, o Corba Isoparamètrica, és una corba que forma part de la geometria interna d'una superfície i tots els punts de la qual tenen en comú un cert paràmetre. Aquestes corbes isoparamètriques es poden trobar segons el sentit **U** o el **V**. Farem servir un exemple per entendre millor què són aquestes corbes.

Si imaginem el globus terraqüi, podem pensar en diverses corbes que es troben sobre seu, com els paral·lels i els meridians. Més enllà dels paral·lels i meridians que apareixen en els mapes, podem trobar un paral·lel i un meridià específics que passin per un punt concret de la Terra. Imaginem per ara el punt on ens trobem: per aquest punt passen un meridià i un paral·lel que només s'intersequen al punt on som (i en un altre punt diametralment oposat). Així doncs, podríem determinar aquestes corbes isoparamètriques de la Terra definint un punt de pas (que ha de ser sobre la superfície) i la direcció **U** o **V** per canviar entre meridians i paral·lels

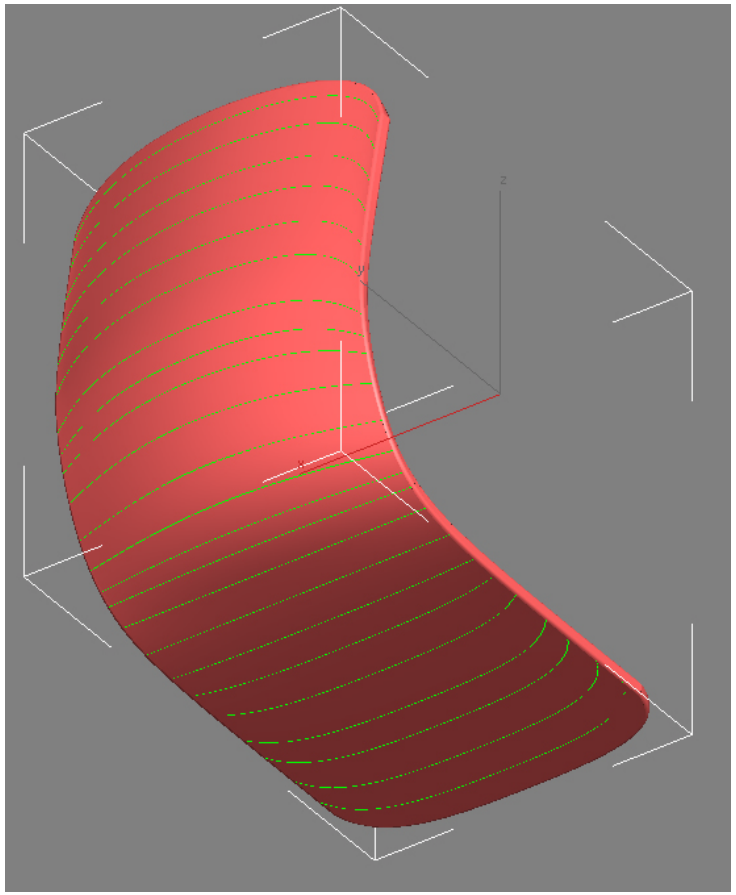


Podem extreure línies isoparamètriques **U** i/o **V** per a qualsevol punt d'aquesta esfera NURBS.

Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 9 de 16

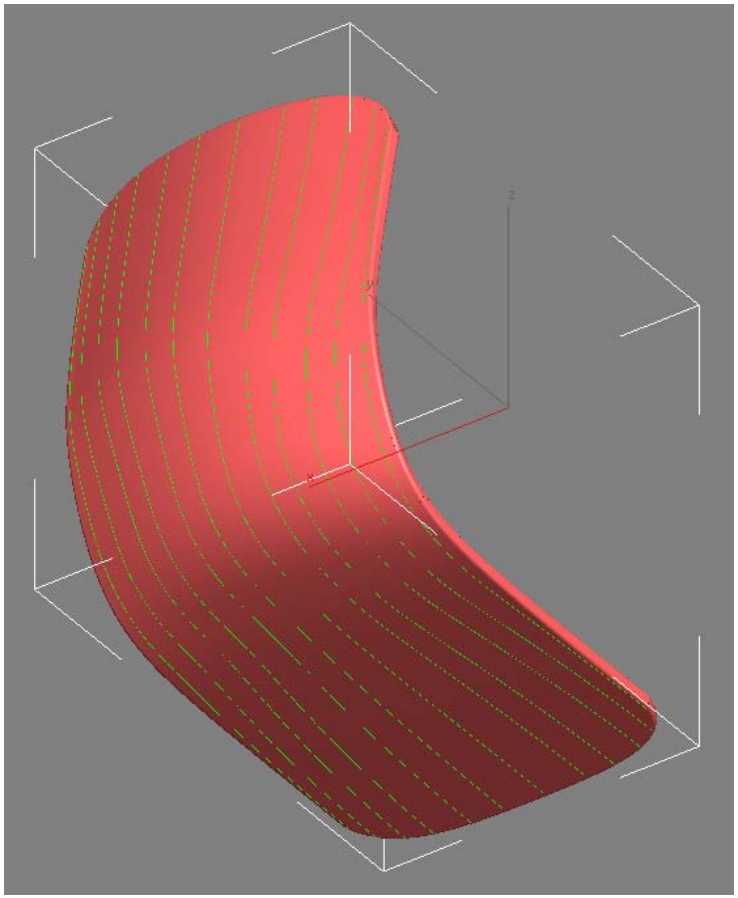
Aquestes línies isoparamètriques són les que "omplen" visualment una superfície en mode de filferro. Quan hem creat la superfície anterior mitjançant **Create 2-Rail Sweep**, les dues corbes que hem usat com a rails s'han convertit en corbes isoparamètriques **V** en aquesta superfície, mentre que els perfils de pas s'han convertit en corbes isoparamètriques **U**. La resta de corbes iso **U** i **V** de la superfície es defineixen interpolant entre les originals, de manera que podem tenir infinites corbes iso **U** o **V**, de la mateixa manera que hi ha infinits punts sobre la superfície o sobre la Terra.



Algunes de les possibles corbes iso en sentit **U** (vista inferior).

Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 9 de 16

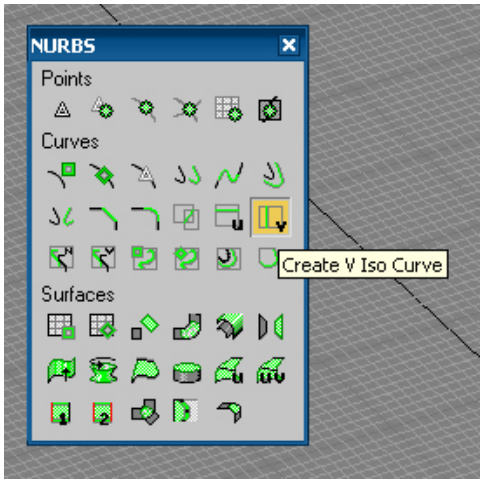


Algunes de les possibles corbes iso en sentit **V** (vista inferior).

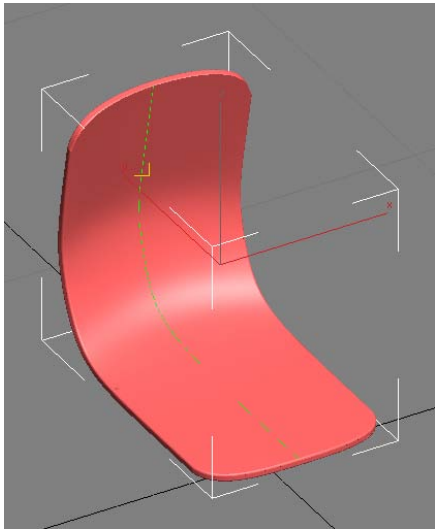
Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 9 de 16

Extraurem la corba iso **V** que passa pel mig de la superfície del darrere d'aquesta peça. Fem clic sobre la icona de l'eina **Create V Iso Curve**.



A continuació fem clic sobre qualsevol punt de la superfície.

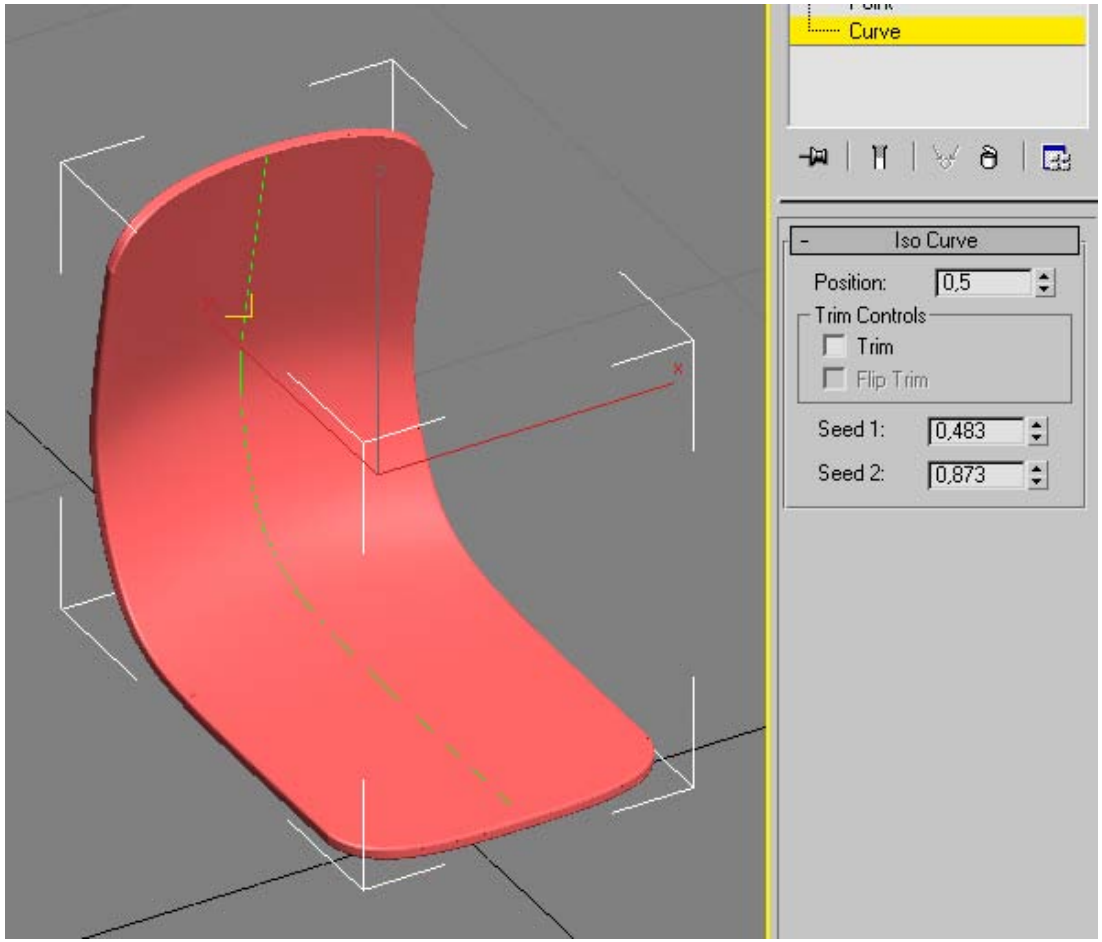


Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 9 de 16

Al panell **Iso Curve** podem modificar la posició d'aquesta corba en el camp **Position**.

Aquest camp ens permet situar la corba des del valor 0 a 1, sent aquests els dos extrems (corresponents amb les corbes de rail). Com que volem que es trobi en el punt mig de la superfície, introduirem el valor *0,5* en aquest camp.

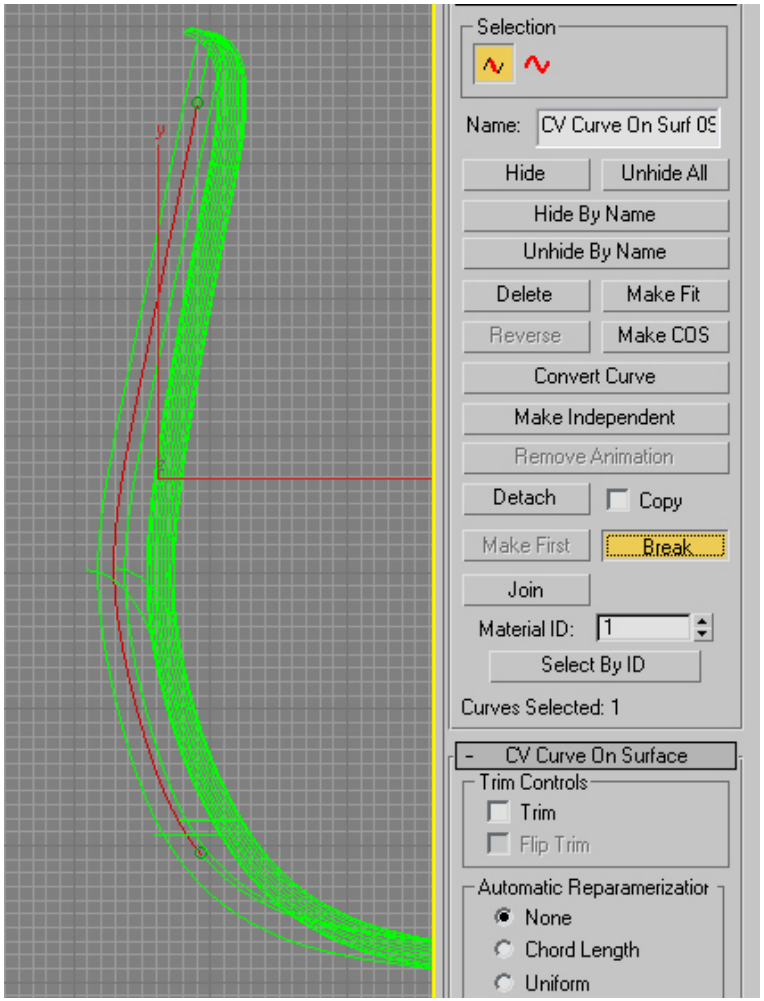


Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 9 de 16

A continuació, retallarem la part superior de la corba perquè quedi una mica retirada de la part superior de la superfície. Seleccionem la corba en mode **Curve** de l'objecte NURBS i activem l'eina **Break** del panell **Curve Common**.

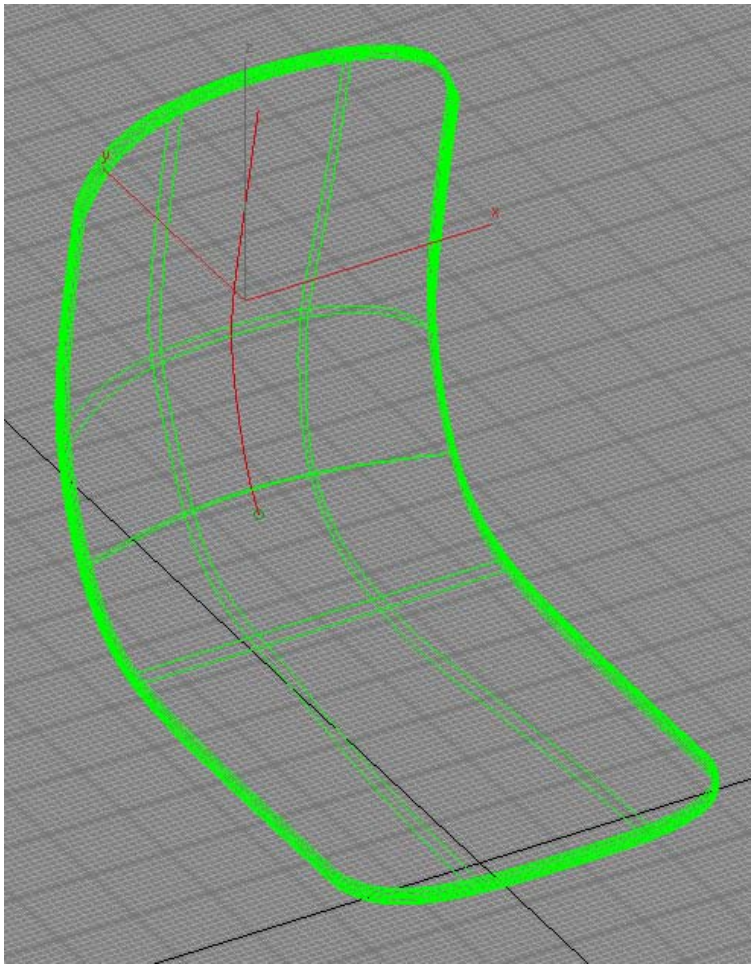
Seguidament fem clic sobre la corba en el visor *Left* com es mostra a la imatge, retallant-la pels seus dos extrems.



Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 9 de 16

Seleccionem els extrems sobrants de la corba i els esborrem, ja sigui mitjançant la tecla **Supr** del teclat o amb l'eina **Delete** que es troba també a **Curve Common**.



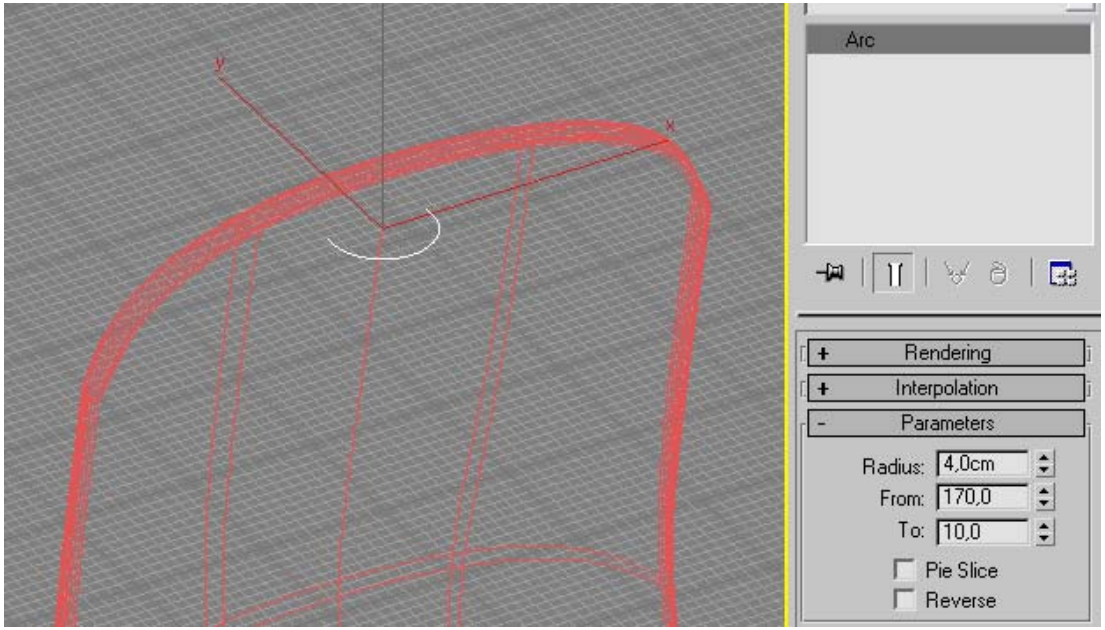
Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 10 de 16

10 Suport del manillar (II)

Ja hem creat la corba sobre la qual escombrarem un arc per aconseguir la forma desitjada.

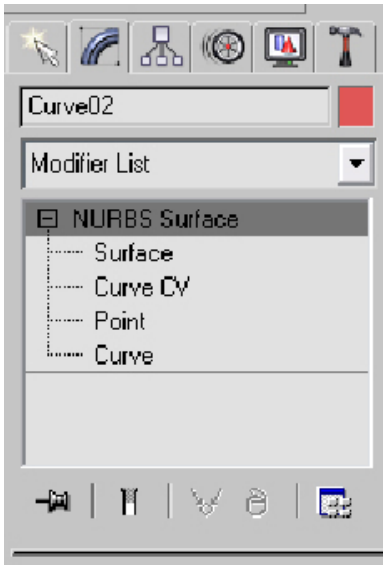
Crearem aquest arc amb les eines habituals de corbes spline (**Create / Shapes / Splines / Arc**). Per dibuixar-lo usarem els Ajustos a NURBS, en concret l'ajust **Curve End**, deshabilitant els altres per facilitar el procés. Haurem activar l'opció **Center-End-End** en el panell **Creation Method** i seguidament fer clic sobre l'extrem superior de la corba iso que hem creat abans i arrossegar per crear un arc qualsevol. L'únic que ens importa de moment és que el centre sigui el correcte, ja que podem modificar la resta de paràmetres al panell **Modify**.

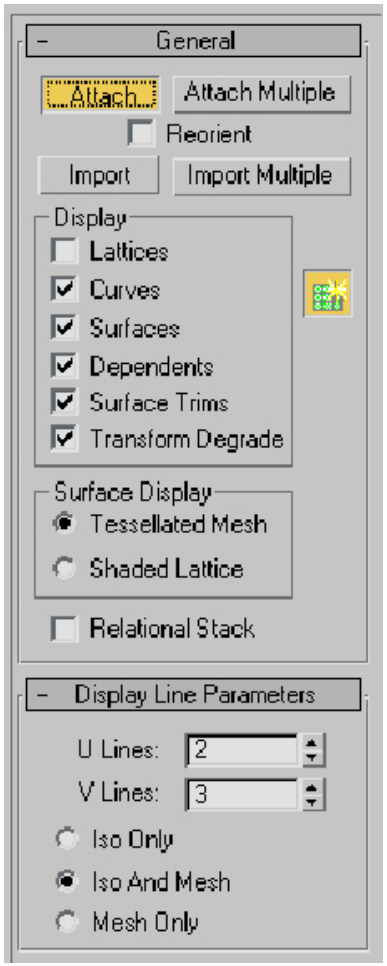


Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 10 de 16

Per poder utilitzar aquest arc com a corba NURBS, abans l'haurem integrar a l'objecte NURBS sobre el qual estàvem treballant. Ho farem mitjançant l'eina **Attach** del panell **General** del mode **NURBS Surface**.



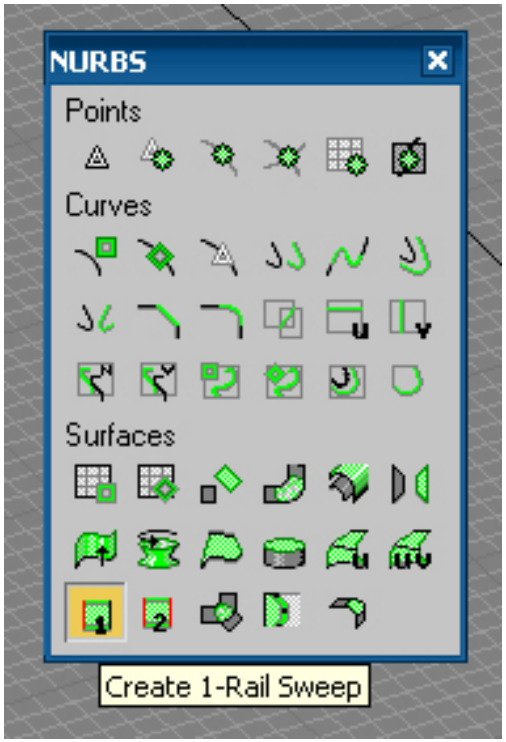


Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 10 de 16

Fent clic sobre la corba, quedarà integrada a l'objecte NURBS, com una corba NURBS més.

A continuació escombrarem aquest arc sobre la corba iso anterior mitjançant l'eina **Create 1-Rail Sweep**, seleccionant primer la corba iso i després l'arc.



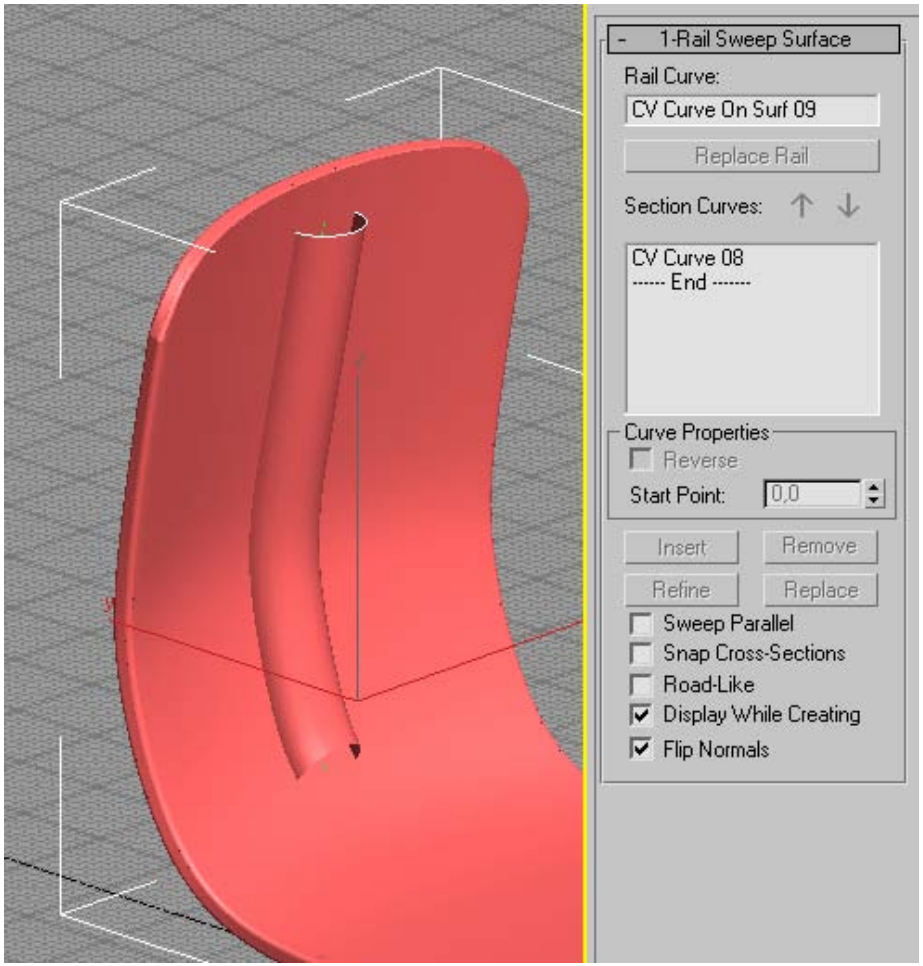
Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 10 de 16

Així mateix, desactivarem l'opció **Sweep Parallel** perquè en la part inferior de la corba iso l'arc no segueixi horitzontal sinó que s'adapti lleugerament a la seva curvatura.

Com sempre, activem **Flip Normals** si és necessari.

Podríem rotar lleugerament l'arc original perquè quedés més perpendicular a la corba iso. En cas de fer-ho, la superfície NURBS s'actualitzaria automàticament.



Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

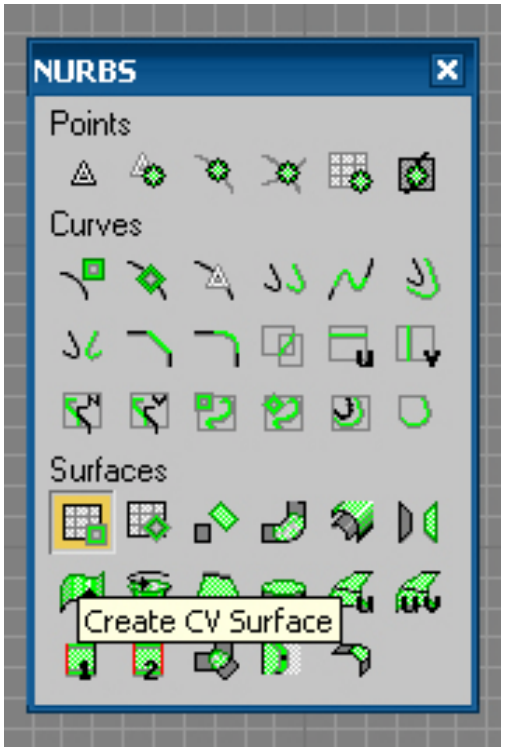
Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 11 de 16

11 Manillar (I)

La següent part de la scooter que dibuixarem és el manillar. Començarem dibuixant el far frontal i a continuació hi afegirem la resta de la peça.

Per modelar el far frontal, farem servir una superfície per vèrtexs de control. Les superfícies per vèrtexs de control i les superfícies per punts de pas funcionen de manera anàloga a les seves corbes homònimes, però en tres dimensions en lloc de només dos.

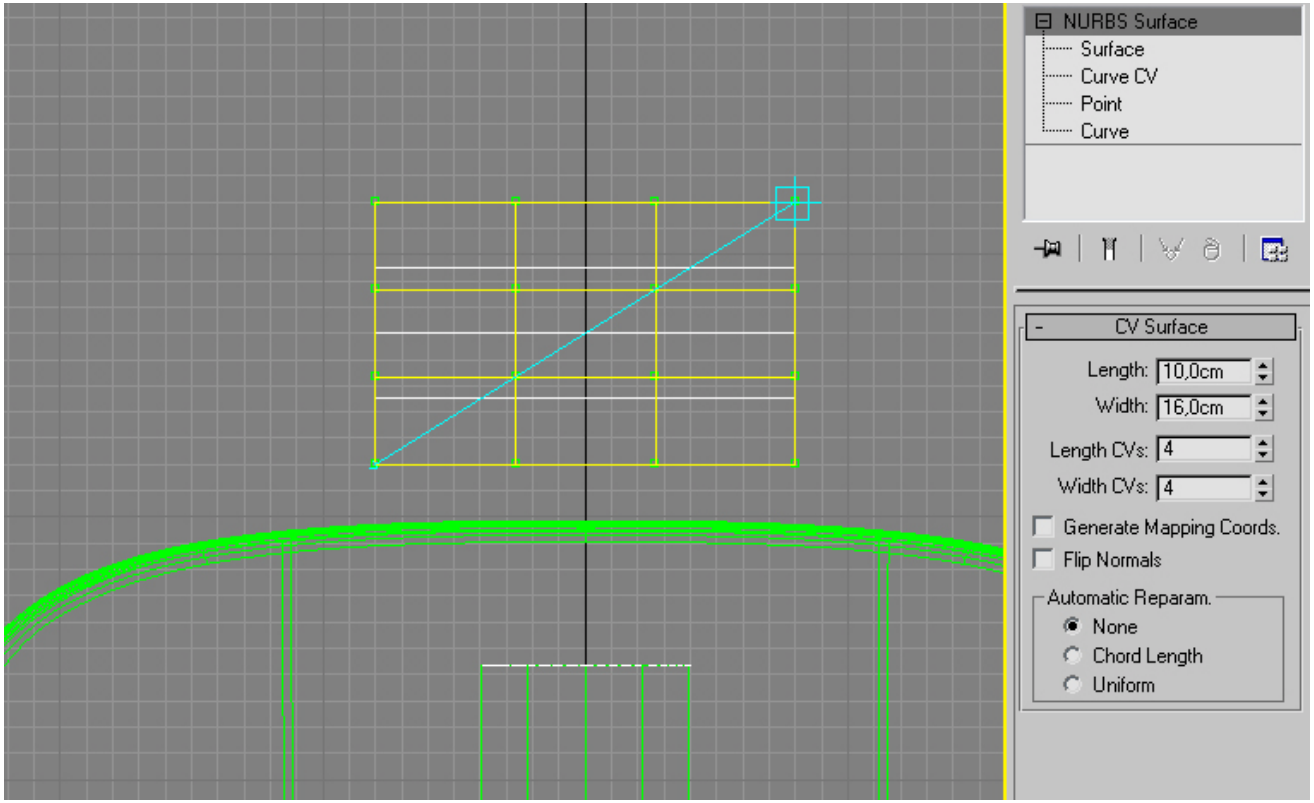
Comencem dibuixant una superfície per vèrtexs de control mitjançant **Create CV Surface**.



Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 11 de 16

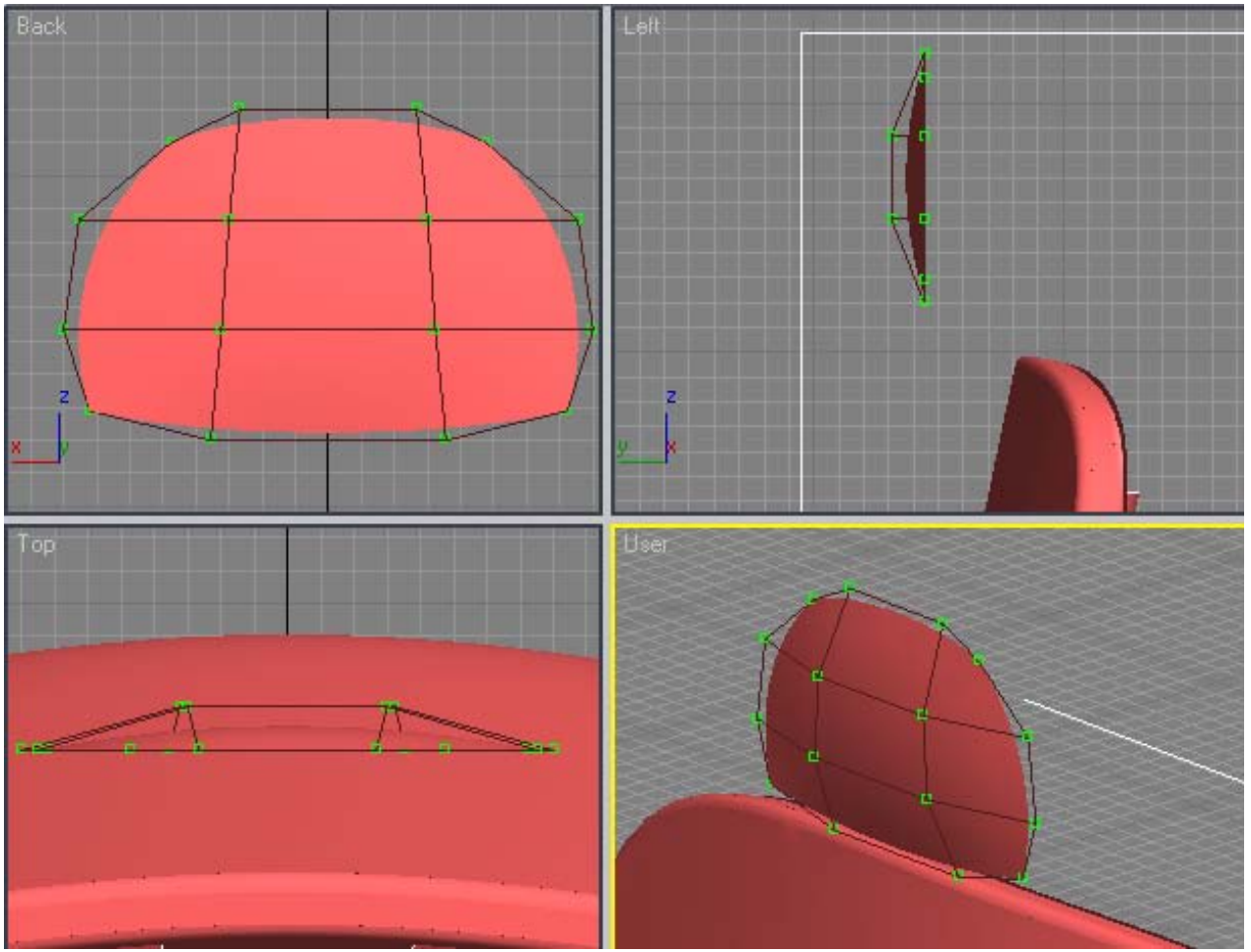
Fem clic i arrosseguem en el visor *Back*. Activem els Ajustos a la reixeta per poder dibuixar aquesta superfície amb més precisió (tot i que podríem dibuixar-la de manera aproximada i modificar-la després, com de costum).



Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 11 de 16

Movem a continuació aquesta superfície fins que quedi alineada amb la part frontal de la scooter. Ens situem seguidament en mode **Surface CV** i editem els vèrtexs de control per aconseguir una forma semblant a la de la imatge.



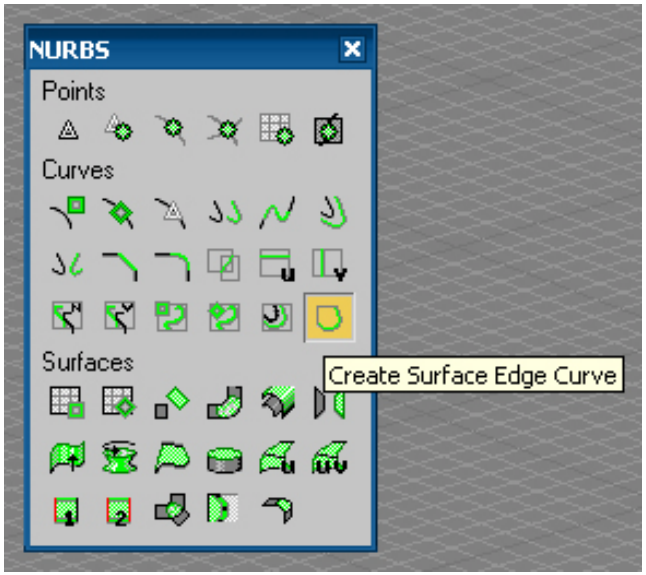
Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 11 de 16

Podem veure com la superfície s'adapta en certa manera a la gàbia de vèrtexs de control, encara que només passi pels vèrtexs de les quatre cantonades.

Seguidament, copiarem les quatre arestes d'aquesta superfície i les extrudirem per crear el suport del far.

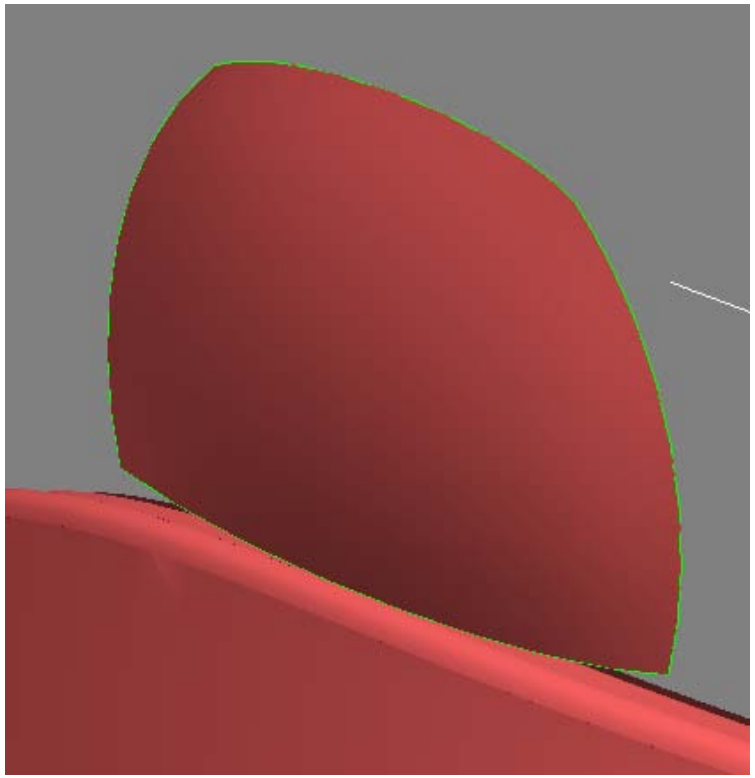
Comencem usant l'eina **Create Surface Edge Curve**, que ens permet duplicar les arestes d'una superfície per usar-les en altres operacions.



Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 11 de 16

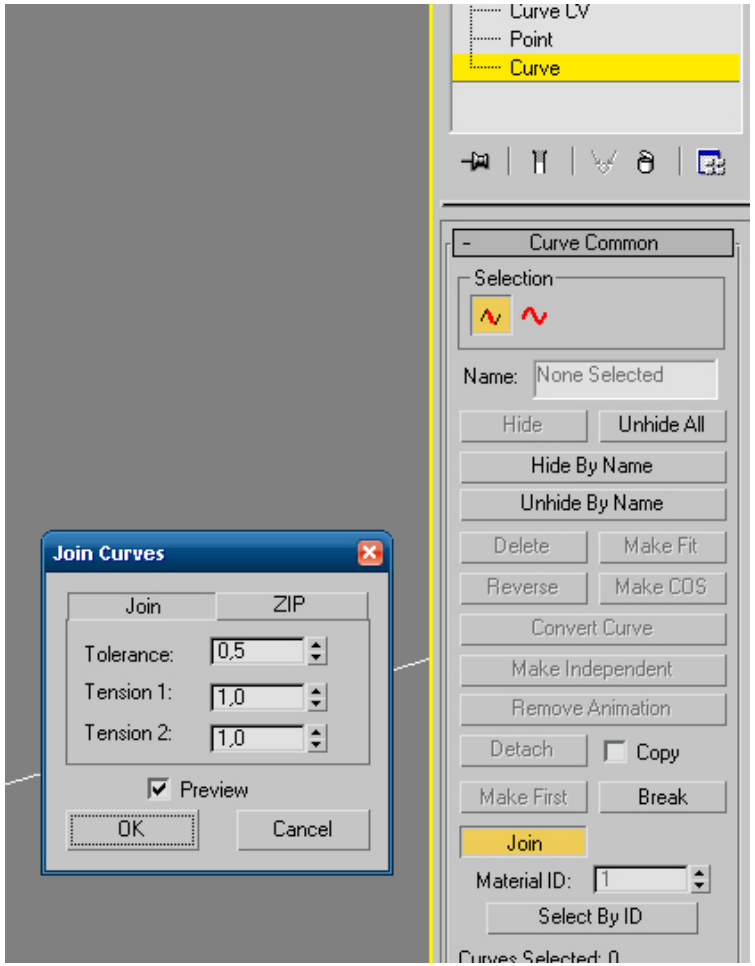
Dupliquem així les quatre arestes del far.



Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 11 de 16

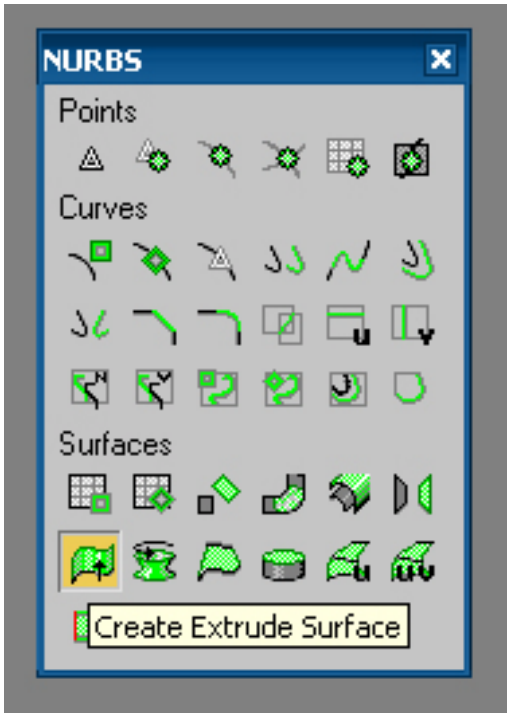
A continuació, ens situem en mode **Curve** i activem l'eina **Join**, que ens permetrà unir aquestes quatre arestes, encara que les haurem d'unir progressivament de dues en dues per aconseguir unir-les totes. Cada vegada que fem clic sobre dues d'elles, apareixerà una finestra on podrem modificar certs paràmetres d'aquesta operació. Canviarem el valor del camp **Tolerance** a *0,5* perquè la nova corba no es desviï gaire de les originals.



Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 11 de 16

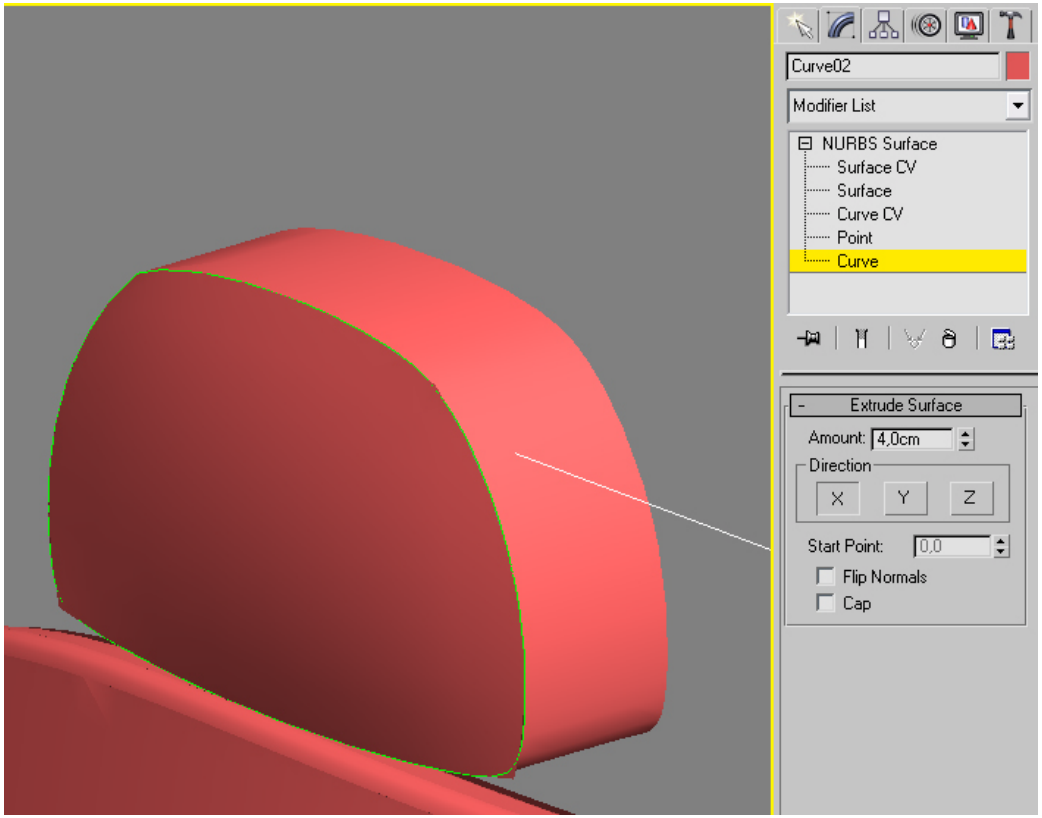
Un cop unides les quatre corbes en una de sola, li apliquem l'eina **Create Extruded Surface**.



Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 11 de 16

Fem clic sobre la corba i arrosseguem. Seguidament modifiquem els paràmetres d'aquesta nova superfície:



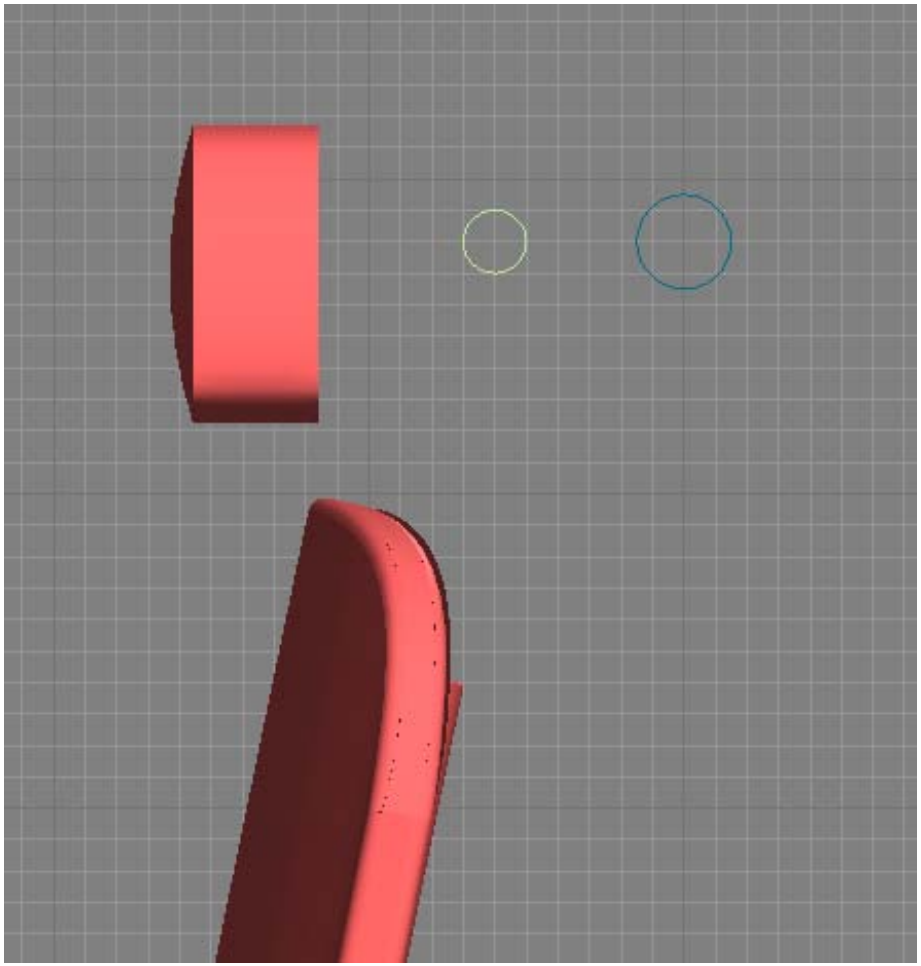
Podem seleccionar aquesta última corba en mode **Curve** i amagar-la.

Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 12 de 16

12 Manillar (II)

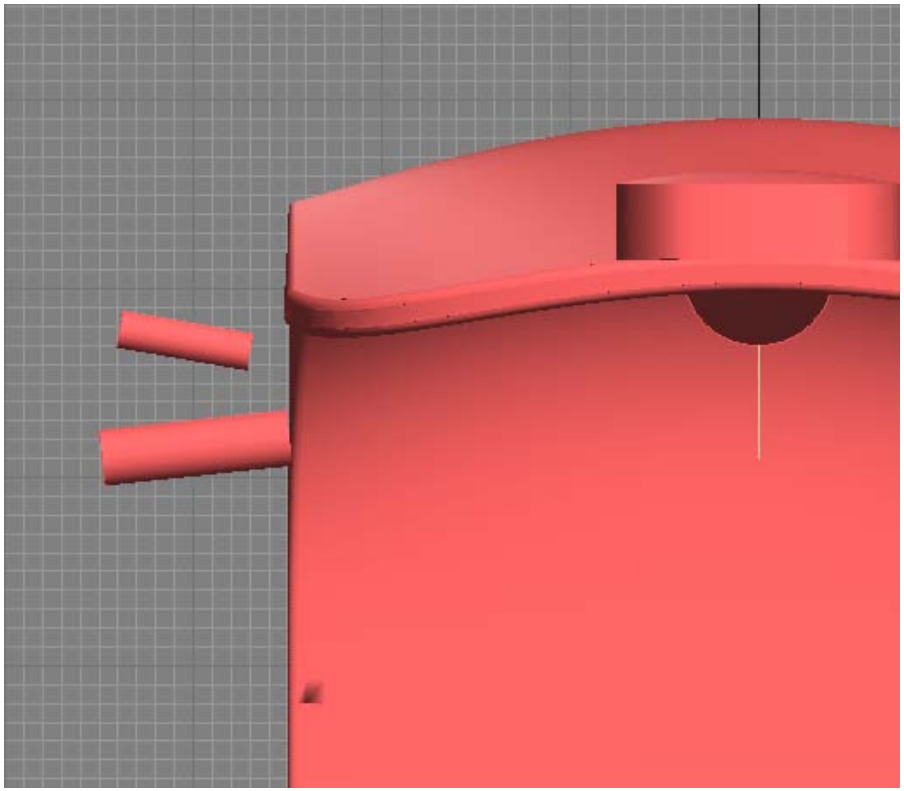
A continuació crearem més parts del manillar. Comencem creant dos cercles (dins de la categoria de splines normals, no NURBS) de *1cm* i *1,5 cm* de radi al visor *Left*.



Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 12 de 16

Integrarem aquestes dues corbes al model NURBS (mitjançant **Attach**) i les extrudirem *10 cm* (per a la gran) i *7cm* (per a la petita), assegurant-nos de mantenir desactivada l'opció **Cap**. Seguidament les mourem i rotarem perquè apareguin aproximadament com a la imatge (convé seleccionar les corbes quan anem a moure les peces i seleccionar les superfícies quan anem a rotar-es, ja que en cas contrari en rotar les corbes l'extrusió no es produiria de manera perpendicular a elles, sinó en un dels eixos del dibuix).



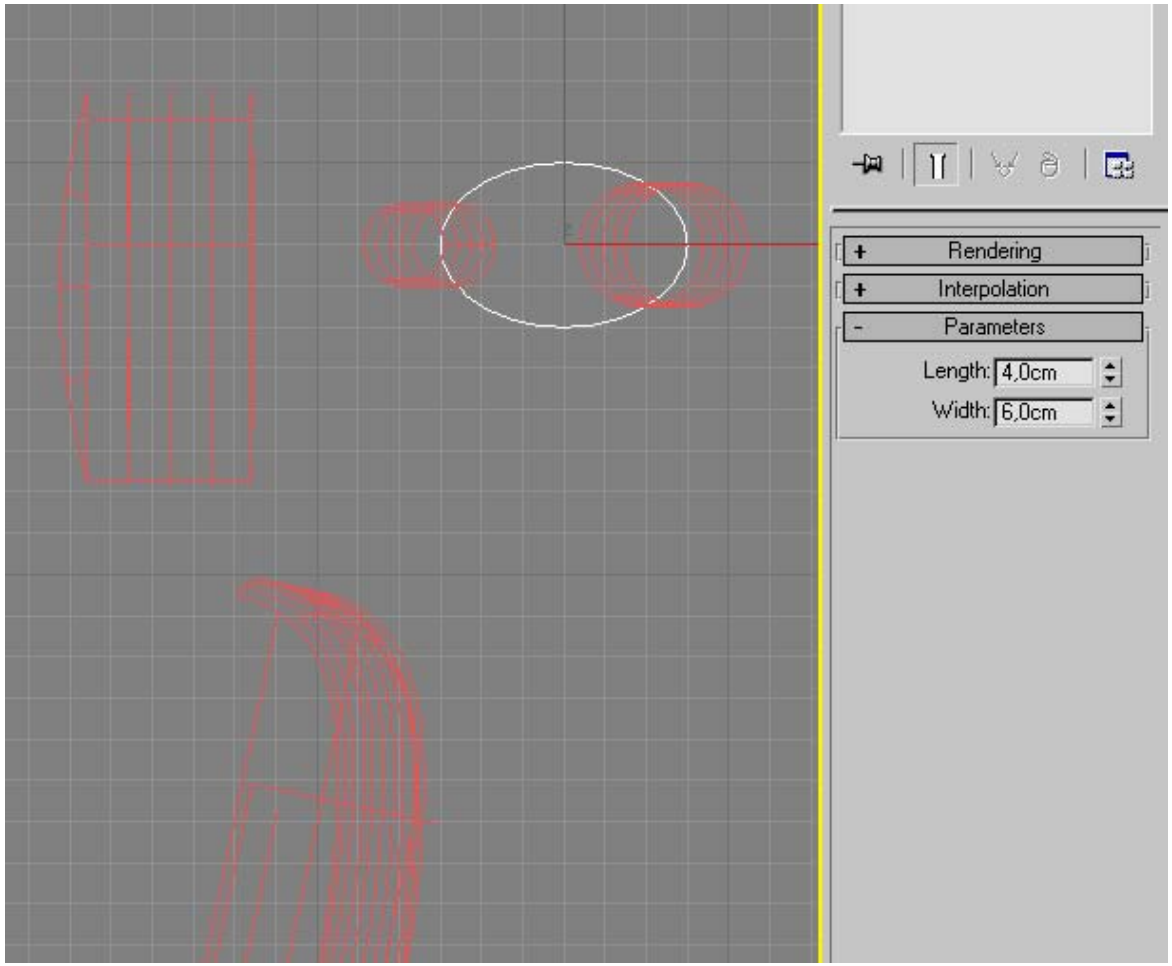
Nota: Visor *Top*.

Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 12 de 16

Abans d'unir-se amb el far, aquests dos cilindres s'ajuntaran en un cilindre intermedi. Aquest cilindre estarà una mica aixafat, així que crearem una el·lipse per extrudir-la.

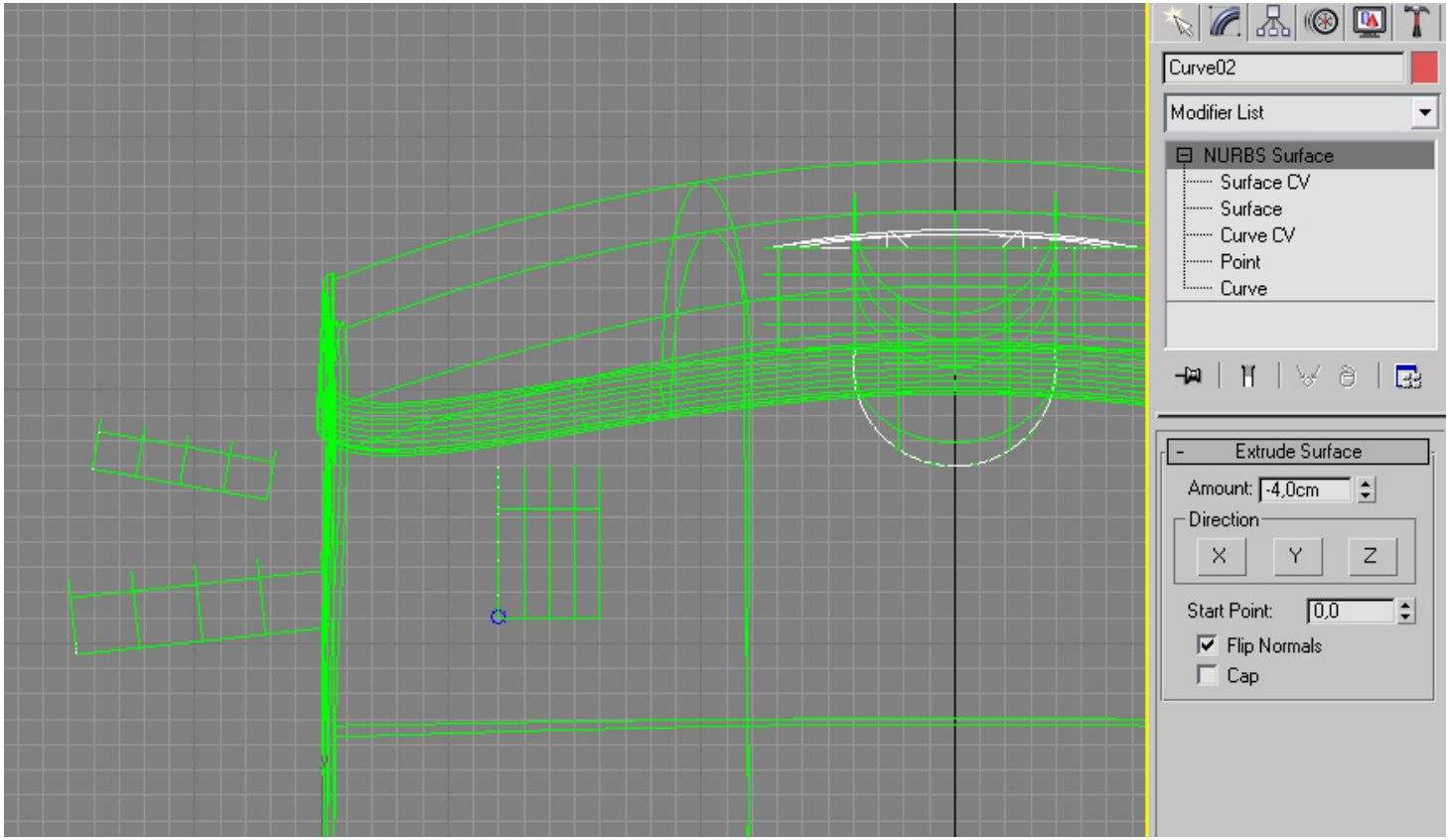
Trobarem l'el·lipse a **Create / Shapes / Splines / Ellipse**.



Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 12 de 16

Extrudim també aquesta el·lipse i la movem a una posició més adequada.

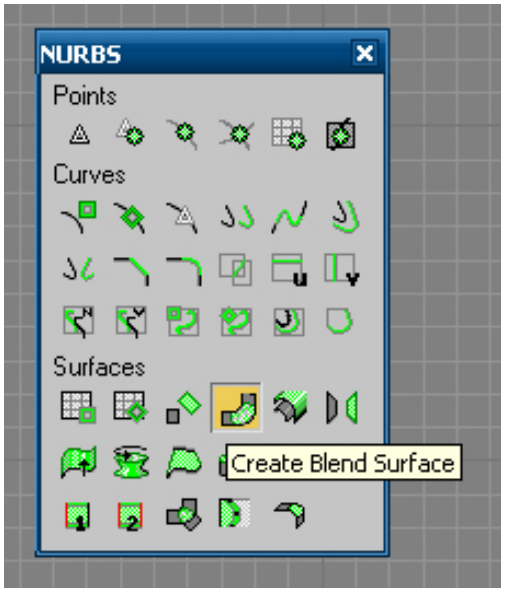


Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 13 de 16

13 Manillar (III)

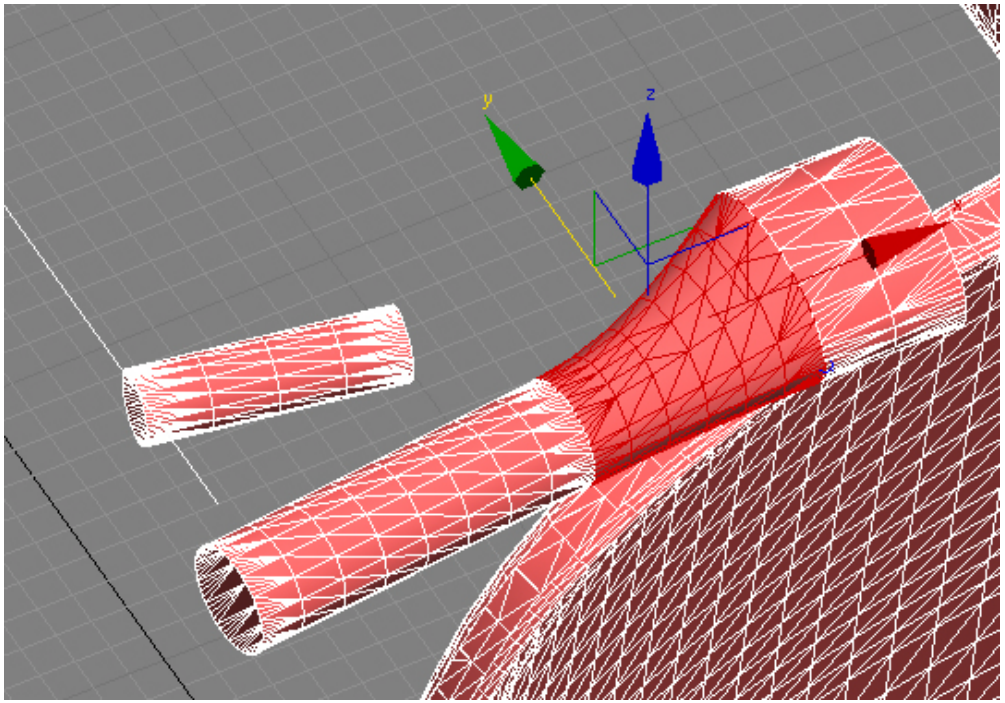
Seguidament, unirem les dues primeres peces amb aquesta última mitjançant l'eina **Create Blend Surface**. Aquesta eina crea una superfície que n'uneix dues altres, mantenint la tangència entre elles.



Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 13 de 16

Haurem de seleccionar les arestes de les superfícies que volem unir. És important amagar les corbes que es troben sobre aquestes mateixes arestes, ja que en cas contrari l'eina entén que farem servir aquesta corba, i no la superfície, amb la qual cosa li és impossible determinar la tangència en aquest punt, donant resultats erronis. Vegem primer un exemple en què s'ha seleccionat la corba en comptes de la superfície:

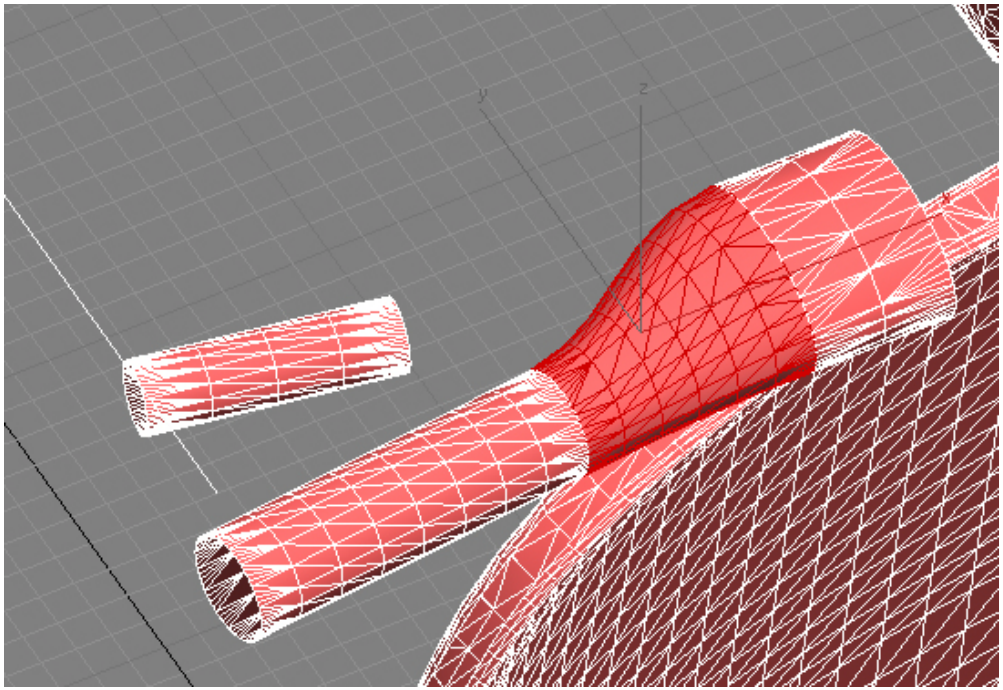


Nota: s'ha activat la visualització **Edged Faces** per a aquest visor per mostrar millor els límits de cada superfície.

Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 13 de 16

Si ocultem la corba de la superfície formada per l'el·lipse extrudida i repetim el procés, aquest és el resultat que obtenim:

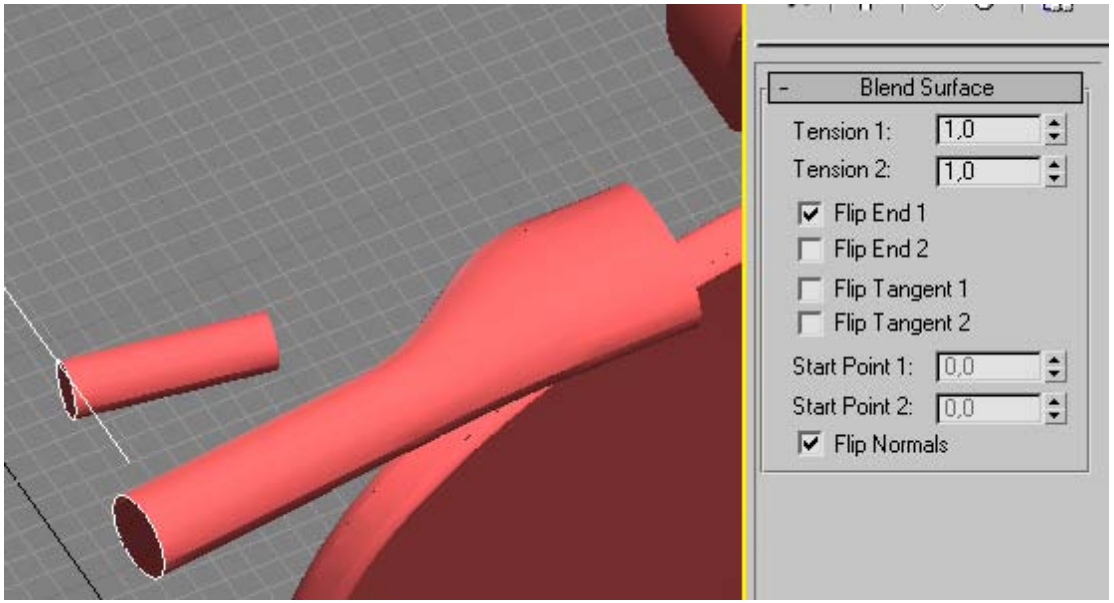


Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 13 de 16

Podem veure, per tant, que l'eina **Create Blend Surface** necessita conèixer les dues superfícies que anem a unir per poder determinar la seva tangència.

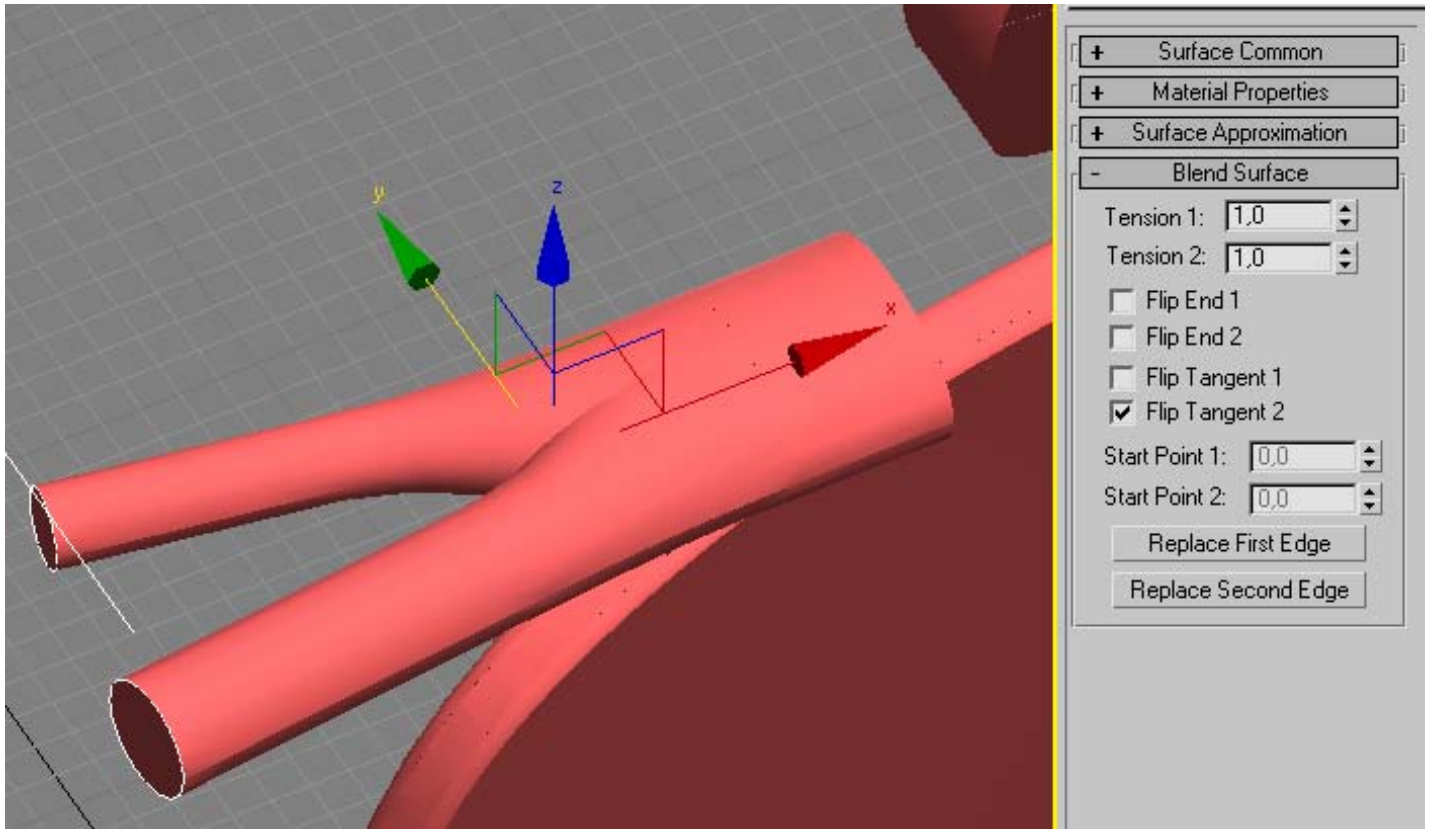
És possible que haguem de modificar alguns dels paràmetres d'aquesta operació de certa complexitat per aconseguir el resultat correcte.



Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 13 de 16

Repetim ara el procés amb l'altra superfície.

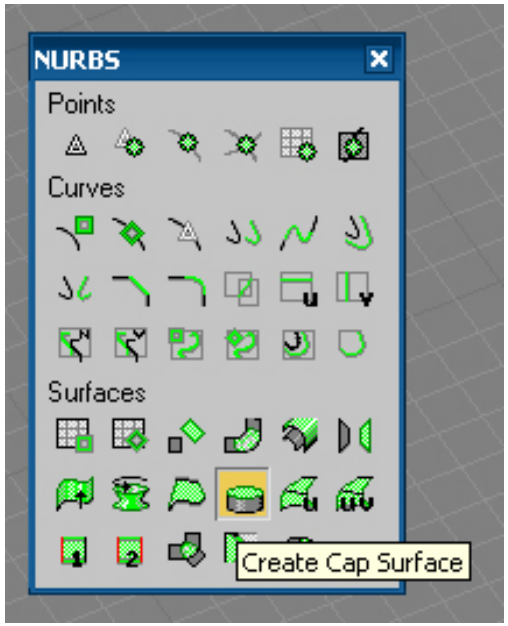


Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 13 de 16

A continuació, taparem les arestes obertes en els dos extrems dels cilindres (encara que no el de l'el·lipse extrudida, ja que la necessitarem més endavant).

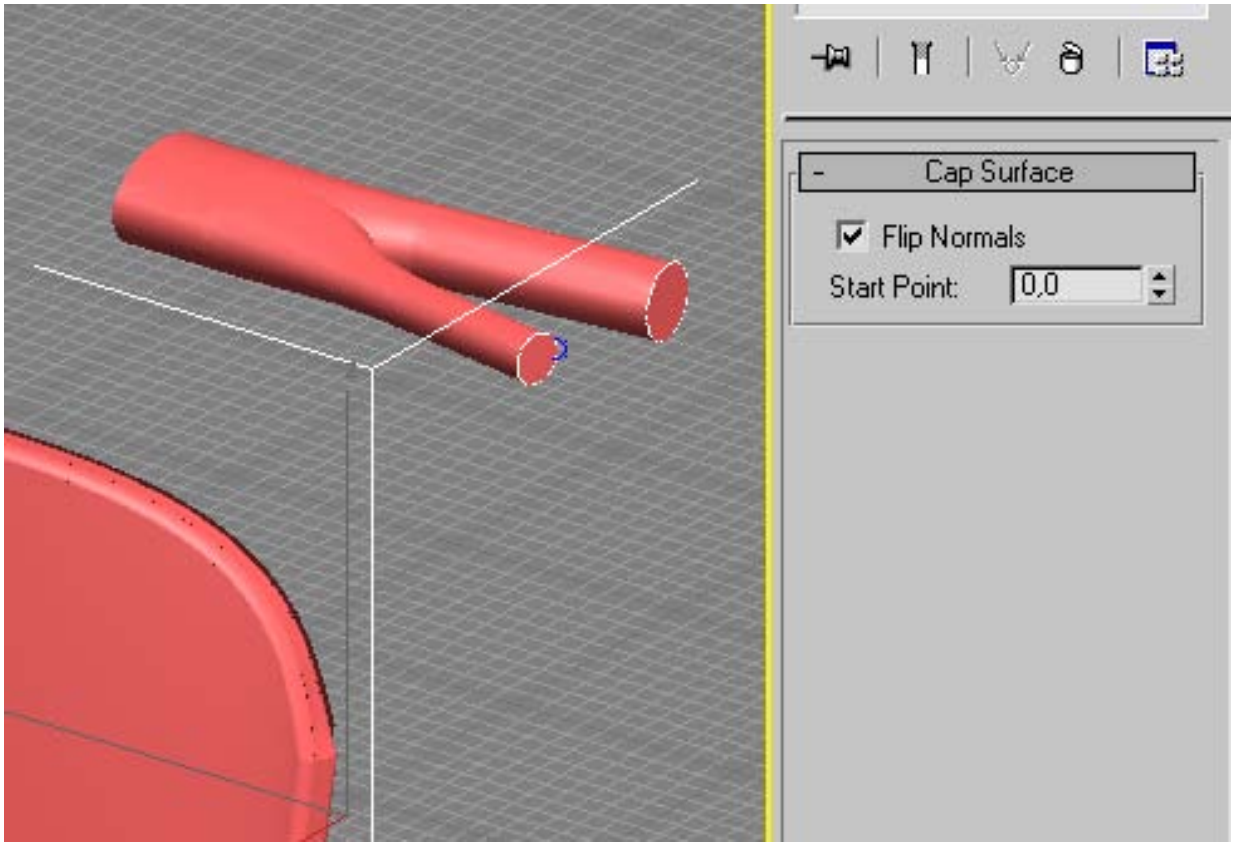
Farem servir **Create Cap Surface**.



Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 13 de 16

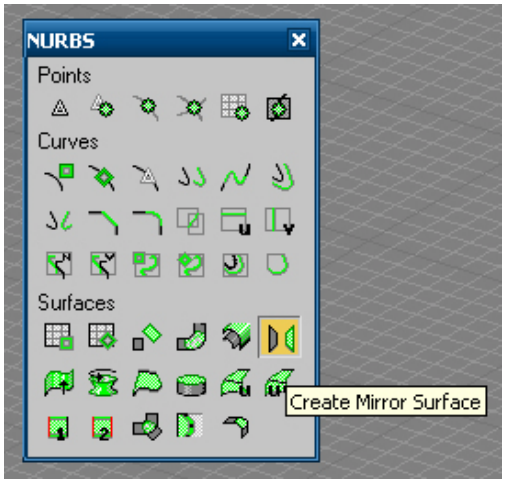
Fem clic a la arestes a "tapar" i ens assegurem que les normals estiguin orientades correctament.



Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 13 de 16

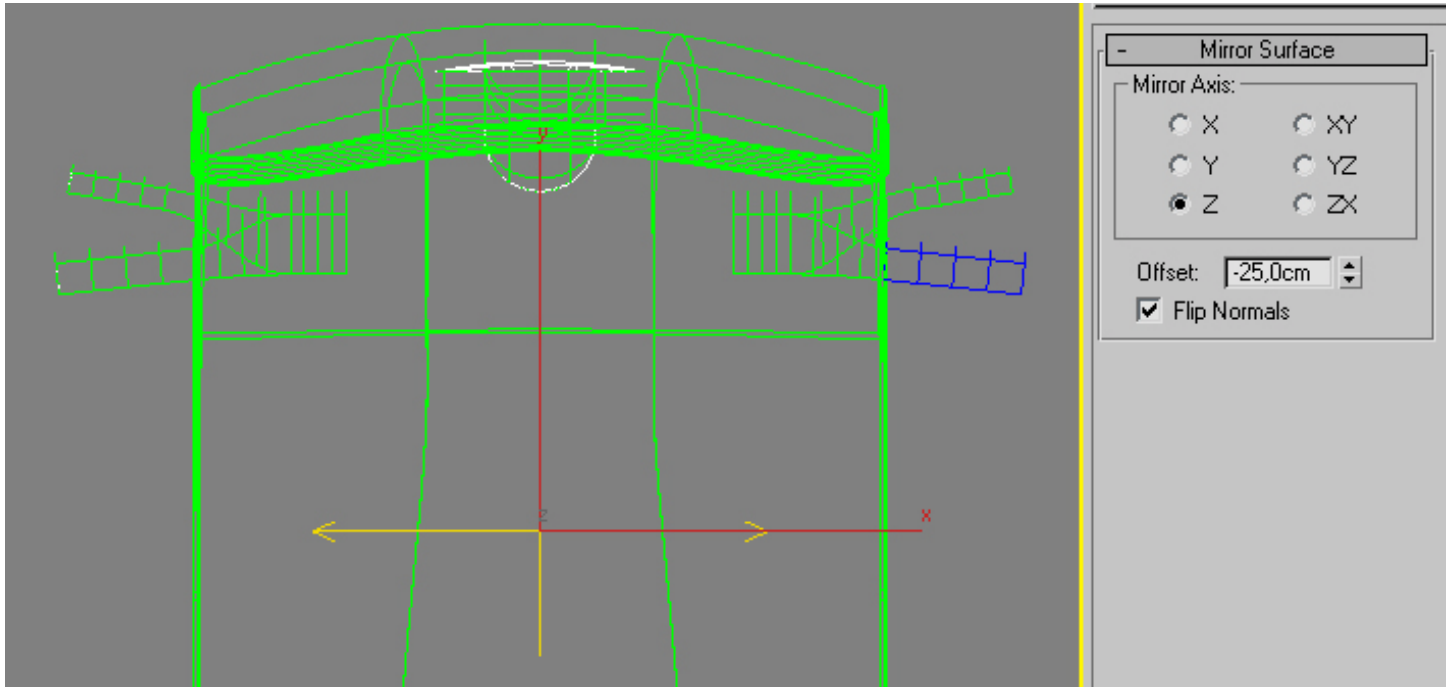
Acabem aquesta part del dibuix creant les parts simètriques de cadascuna d'aquestes superfícies mitjançant **Create Mirror Surface.**



Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

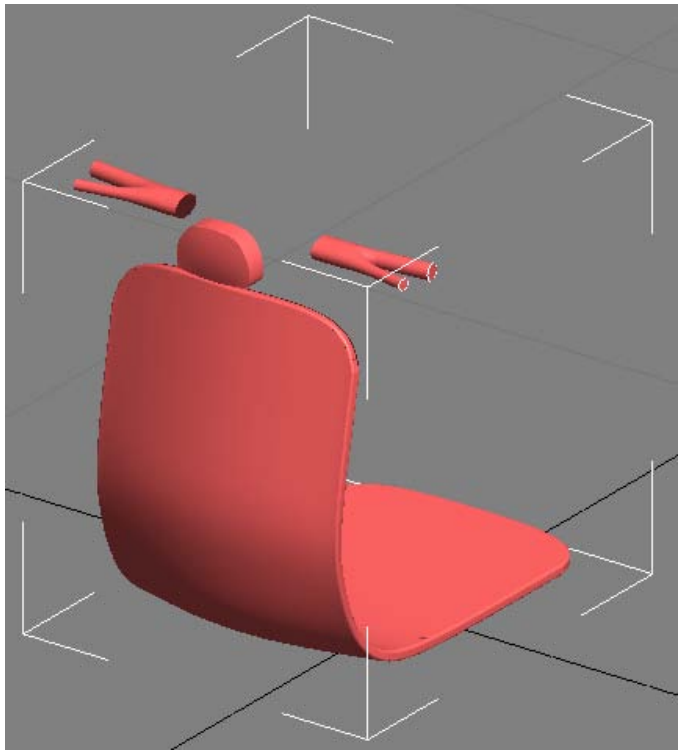
Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 13 de 16

Aquest serà el resultat de les simetries:



Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 13 de 16



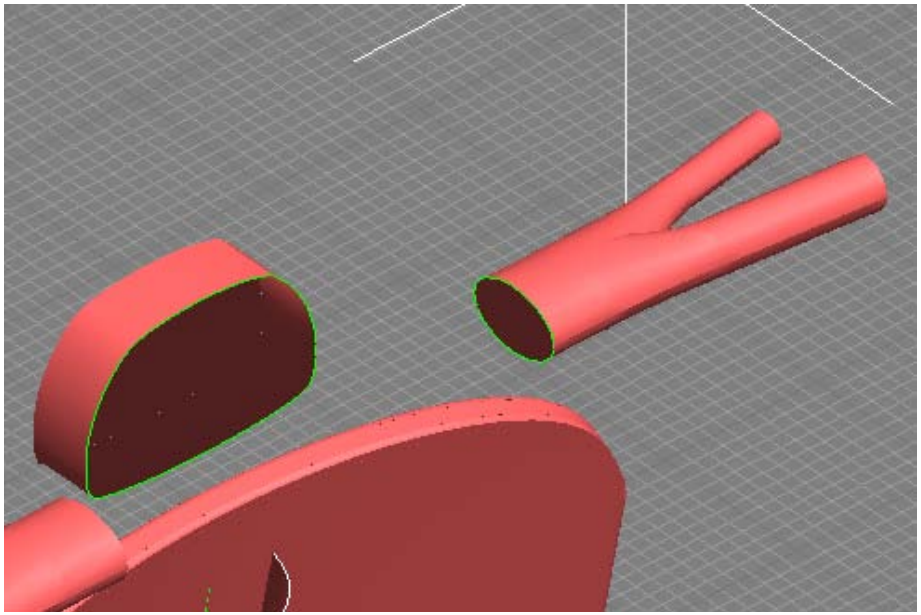
Podríem unir totes les superfícies abans de simetritzar-les (amb l'eina **Join**, igual que la que hem fet servir anteriorment per unir corbes) però en aquest cas, com que algunes d'aquestes superfícies tenen interseccions entre elles, el resultat podria ser incorrecte.

Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 14 de 16

14 Manillar (IV)

Per finalitzar aquest primer Programa d'aprenentatge, crearem les superfícies que uneixin totes les peces que hem creat fins ara del manillar.



Crearem dues superfícies per unir els dos manillars i el far, una d'elles per la part superior i l'altra per la part inferior. Farem servir l'eina **UV Loft Surface**. Aquesta eina ens permet crear una superfície sobre un nombre indeterminat de corbes en la direcció **U** i un altre nombre indeterminat de corbes en la direcció **V**. És a dir, una superfície que s'estén sobre una reixeta de corbes.

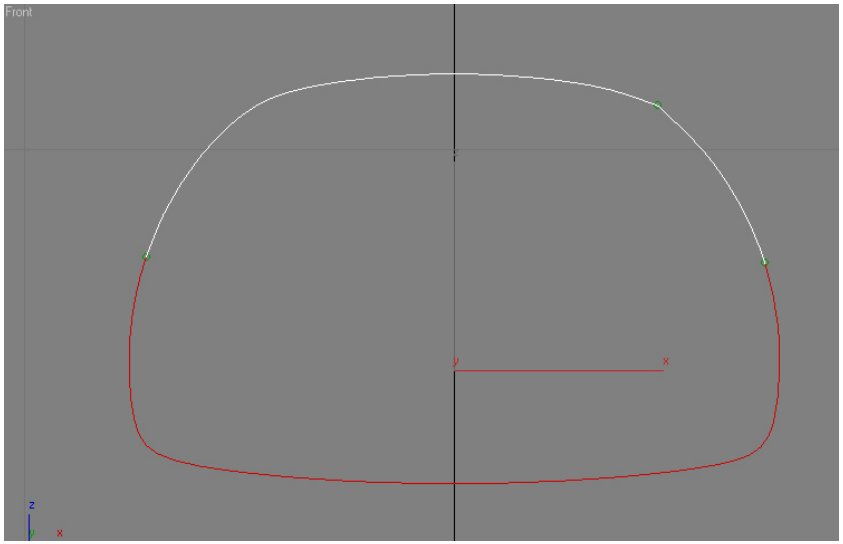
Abans d'aplicar aquesta eina, però, haurem de crear les corbes que li serviran de base. Algunes d'elles seran arestes de superfícies existents que modificarem, mentre que d'altres seran corbes creades partint de zero.

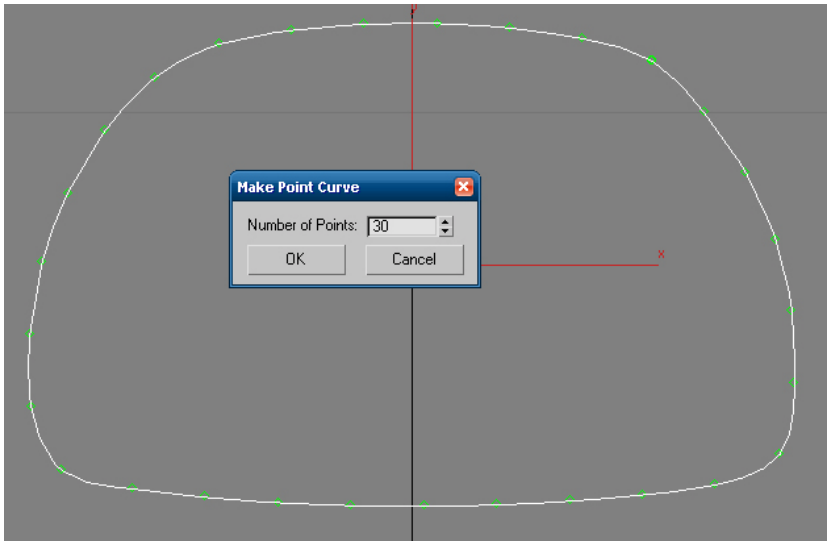
Així doncs, començarem duplicant les arestes de la superfície de la part posterior del far i d'un dels costats del manillar mitjançant **Create Surface Edge Curve**.

Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 14 de 16

Dividimos la curva posterior del faro mediante **Break**.



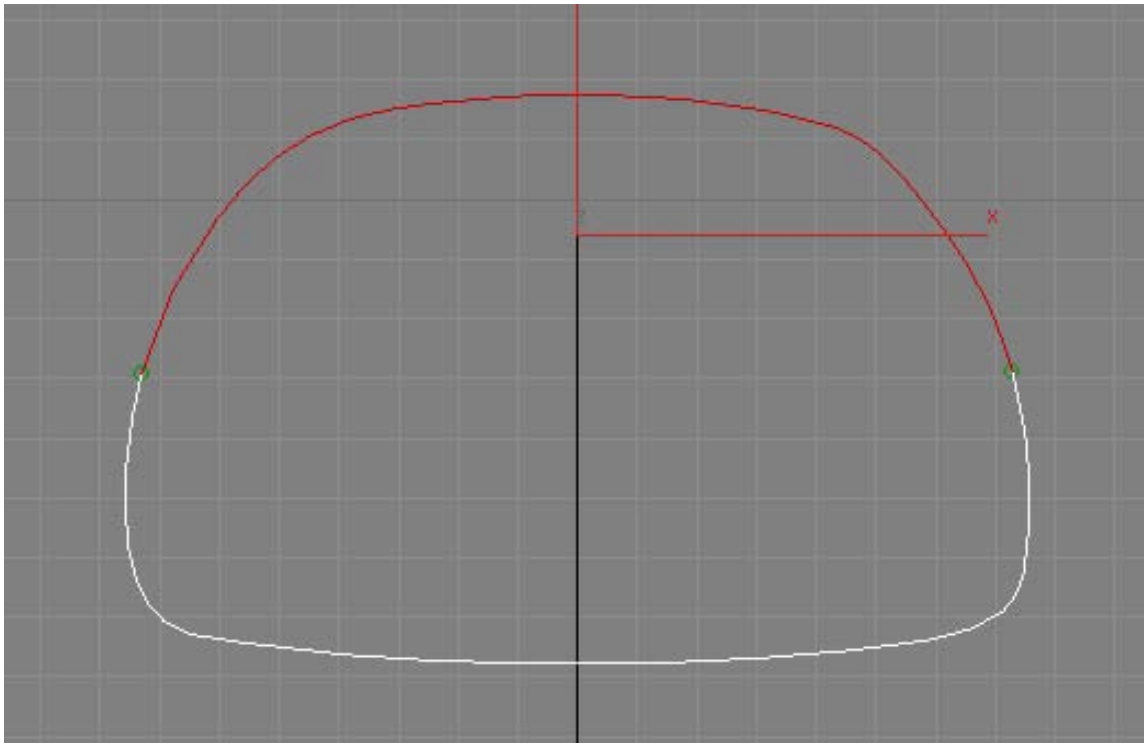


Nota: És possible que en realitzar aquesta acció, una de les dues meitats es trenqui en dues corbes independents. Si això succeeix, podem provar de tornar-les a unir mitjançant **Join**. Si el resultat d'aquesta última operació tampoc no és satisfactori, haurem de reconstruir la corba usant **Make Fit** del panell **Curve Common**. **Make Fit** reconstrueix la corba usant un nombre determinat de punts, de manera que com més punts tingui més s'acostarà la nova corba a la forma de l'anterior, encara que augmentant la seva complexitat de forma proporcional. En aquest cas, un valor de *30* punts hauria de ser suficient per reproduir adequadament la corba sense augmentar massa la complexitat del dibuix.

Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 14 de 16

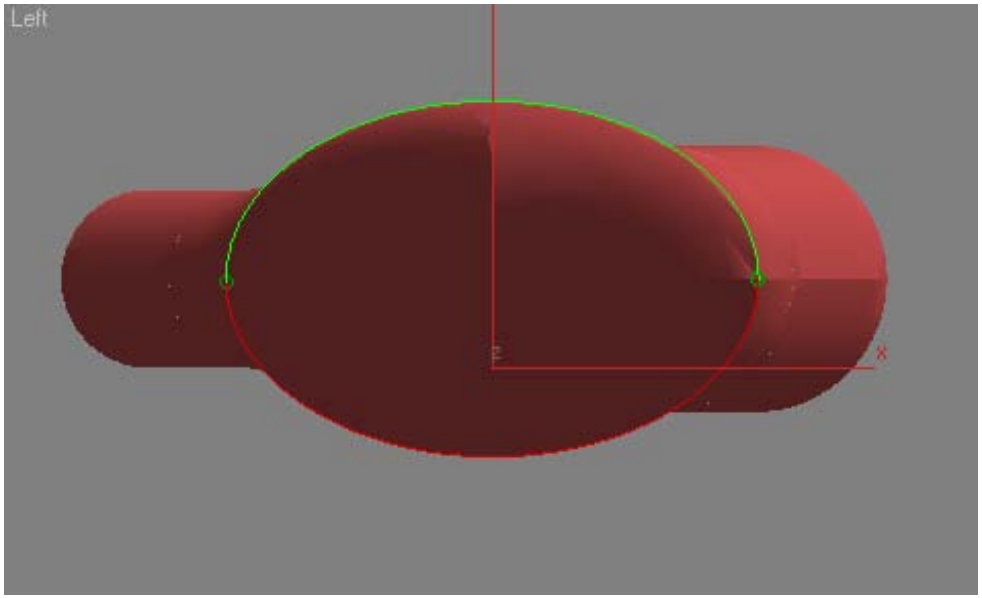
A continuació, repetim l'operació **Break** amb la nova corba. És probable que una de les dues meitats es torni a trencar, però aquesta vegada l'eina **Join** hauria de donar un resultat correcte.



Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 14 de 16

Realitzem el mateix procés amb la corba del manillar, dividint-la en dues parts mitjançant **Break** i creant una còpia simètrica d'aquestes dues corbes amb **Create Mirror Curve**.

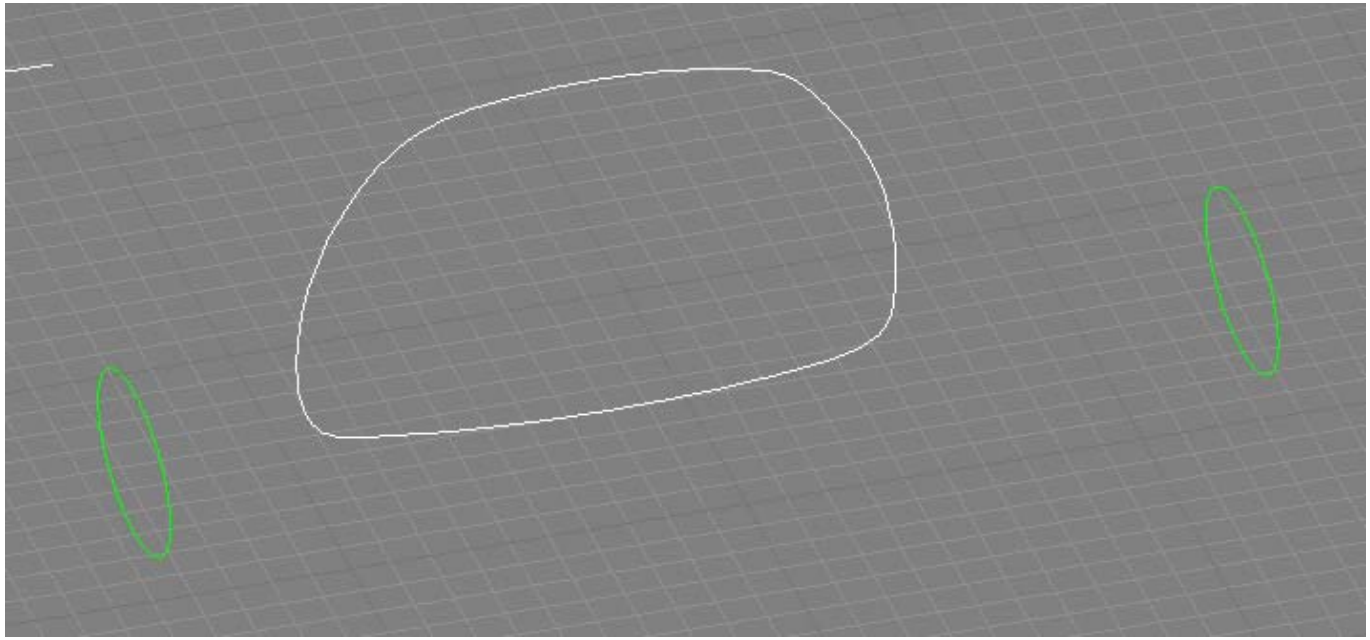


Nota: s'ha amagat una de les meitats del manillar per mostrar millor la divisió de la corba.

Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 14 de 16

Ocultem tot el model NURBS excepte aquestes corbes per treballar amb més comoditat. Recordem que podem fer-ho seleccionant totes les corbes excepte les que volem mantenir en mode **Curve** i fent clic sobre **Hide**, i fent el mateix amb totes les superfícies en mode **Surface**. Podem fer servir **Edit / Select All** o **Ctrl + A** en mode **Surface** per seleccionar-les totes. També podem seleccionar les que volem mantenir i invertir la selecció mitjançant **Edit / Select Invert**.

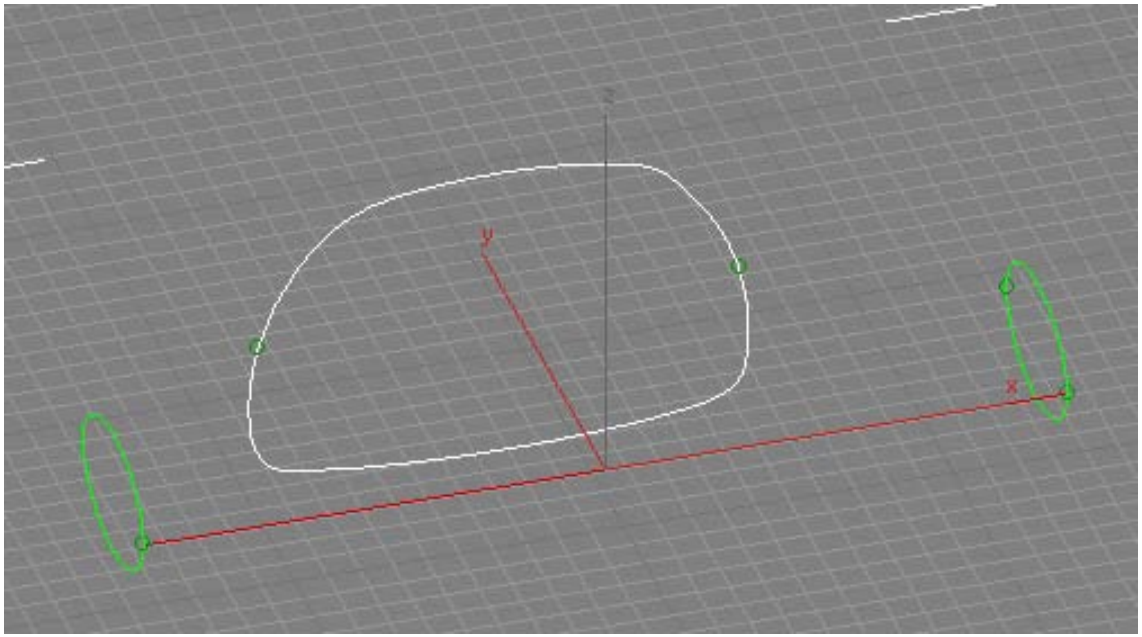


Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 15 de 16

15 Manillar (V)

Ara dibuixarem la resta de corbes que definiran la nova superfície. Començarem creant una corba de punts de pas que uneixi les dues meitats del manillar. Activarem els ajustos necessaris perquè aquesta línia encaix en el punt en què s'uneixen les meitats superior i inferior de les el·lipses.



Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

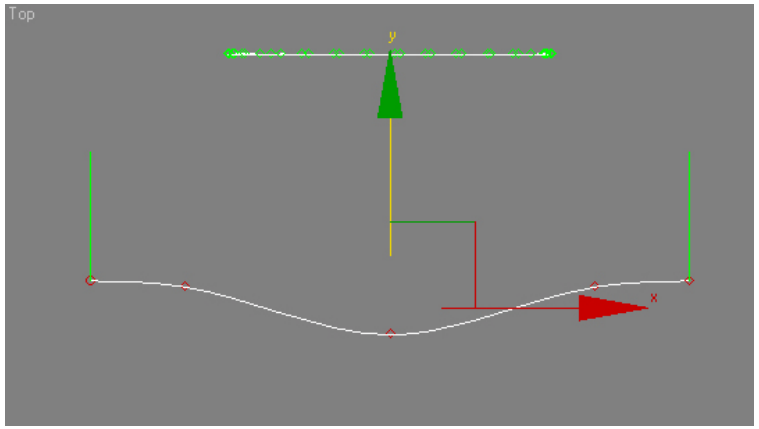
Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 15 de 16

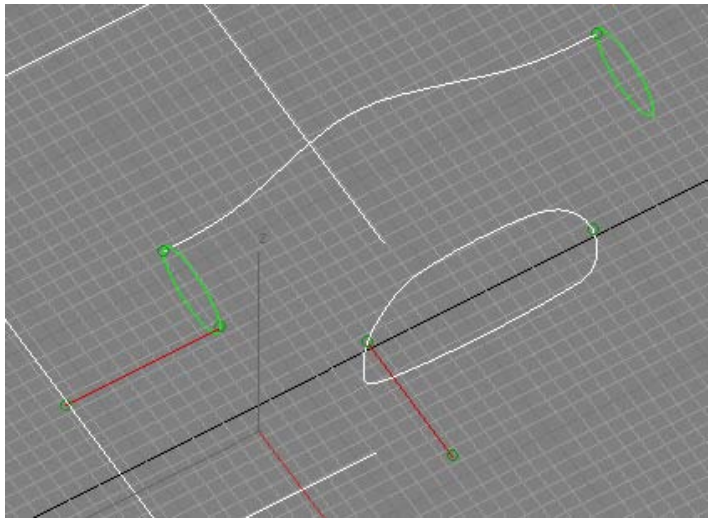
Seleccionem aquesta corba i li apliquem **Make Fit**, amb un valor de *5*. Modificarem la posició d'aquests punts (mode **Point**) fins a aconseguir un resultat semblant al de la imatge.

A continuació, crearem una corba que uneixi el punt de tall de la corba del far amb el punt de tall de l'el·lipse. Per representar millor la forma, ens interessa que aquesta corba comenci tangent a l'el·lipse extrudida i acabi tangent a la corba del far extrudida.

Com que aquestes dues extrusions s'han fet sobre els eixos **X** i **Y**, respectivament, només cal situar dues corbes amb aquestes direccions en els punts de tall adequats.

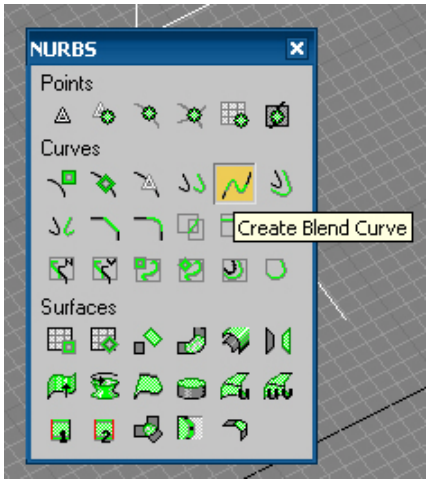
Creem, doncs, aquestes dues corbes utilitzant els ajustos a la retícula i les movem, de nou gràcies als ajustos, a la posició que ens interessa.





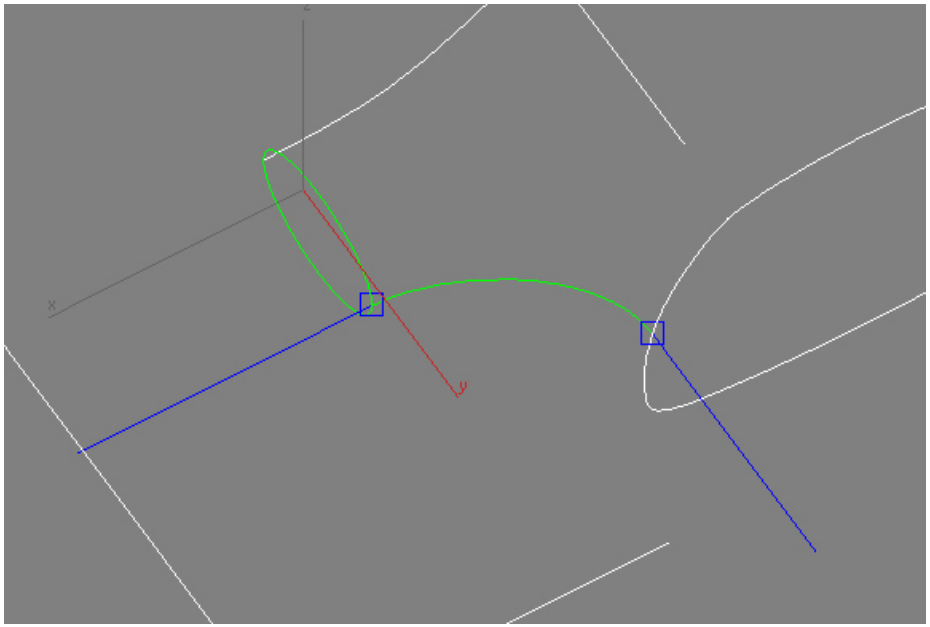
Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 15 de 16



Seguidament, fem clic sobre la icona de **Create Blend Curve**.

Seleccionem les dues corbes que hem creat assegurant-nos de fer-ho prop del punt on s'ajunten amb les altres corbes.



Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 15 de 16

Veiem com apareix una nova corba que uneix les dues: aquesta corba mantindrà la tangència i curvatura de les dues altres en els seus extrems.

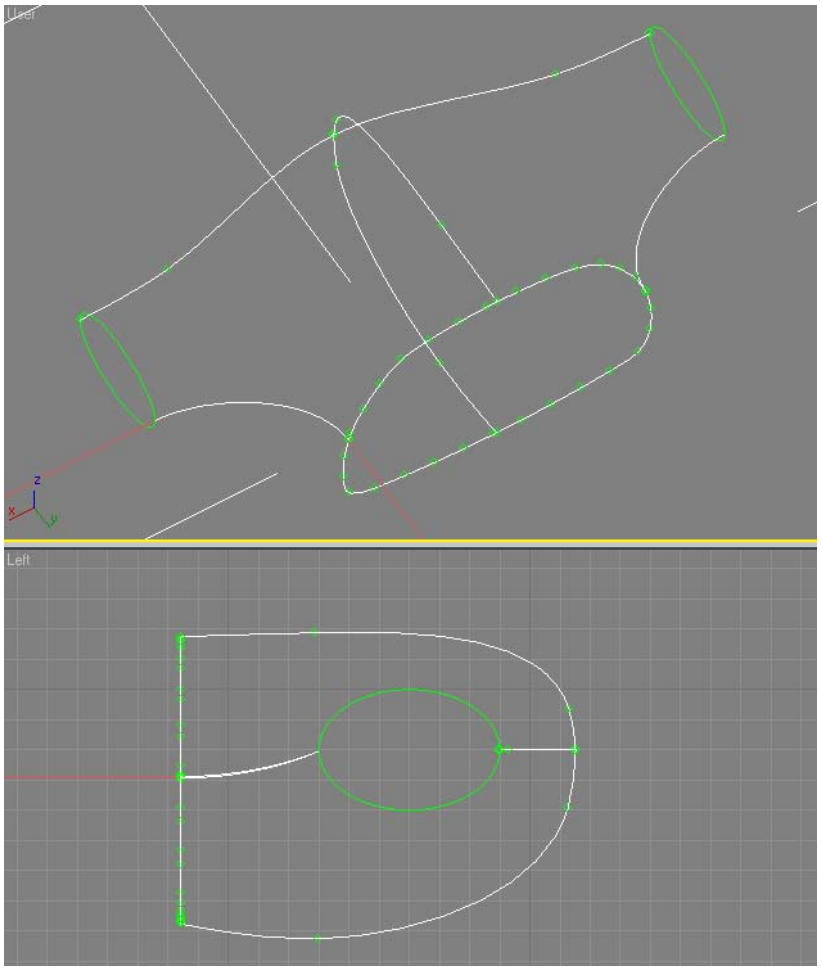
Repetim el procés per a l'altre costat. Si la corba del far fos simètrica, podríem usar una corba simètrica a l'original, però en no ser així és millor repetir el procés per evitar problemes de desajust. Podem aprofitar les dues corbes que hem fet servir ara canviant-les de lloc. No obstant això, si volem fer-ho, abans haurem de seleccionar l'última corba que hem creat i fer clic sobre **Make Independent** a **Curve Common**.

Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 15 de 16

Estudiarem aquesta opció més endavant, però de moment ens interessa saber que les operacions NURBS s'actualitzen en modificar algun dels paràmetres de partida, en aquest cas en moure la rectes la corba d'unió entre elles es modificaria per adaptar-se a la seva nova posició. En fer-la independent, ja no depèn dels elements que hem usat per a definir-la, de forma que la podem modificar sense cap problema.

Seguidament dibuixarem dues noves corbes mitjançant el procés que hem vist amb la primera corba: unió de dos punts, **Make Fit** i modificació de la corba pels seus punts. En ambdós casos, el valor de **Make Fit** serà *4*. Si ho preferim, també podem crear aquestes corbes mitjançant **Create Blend Curve**. El resultat hauria d'assemblar-se al de la imatge:

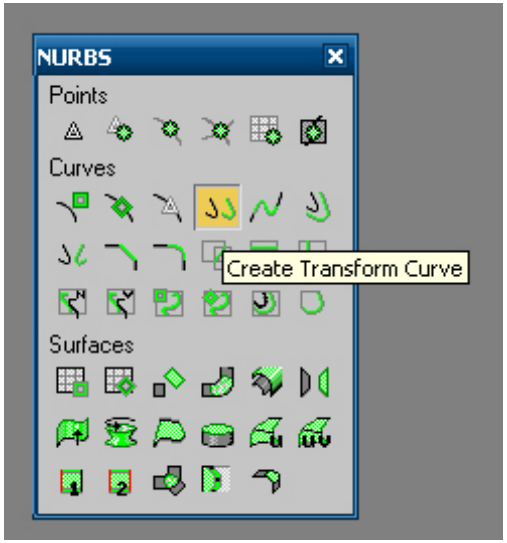


Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 16 de 16

16 Manillar (VI)

Per poder crear les superfícies finals del manillar, hem d'organitzar les corbes en dues direccions, **U** i **V**. Així doncs, la corba posterior del far serà la primera corba en el sentit **U** (o **V**, segons desitgem) i la corba de la part posterior del manillar serà la segona. La unió d'una de les meitats d'el·lipse amb la corba que hem creat mitjançant **Create Blend Curve** serà la primera corba en el sentit **V** (o **U**), una de les dues últimes corbes que hem creat (segons si dibuixem la meitat superior o inferior) serà la segona corba en aquest sentit, i la tercera i última serà la simètrica de la primera.

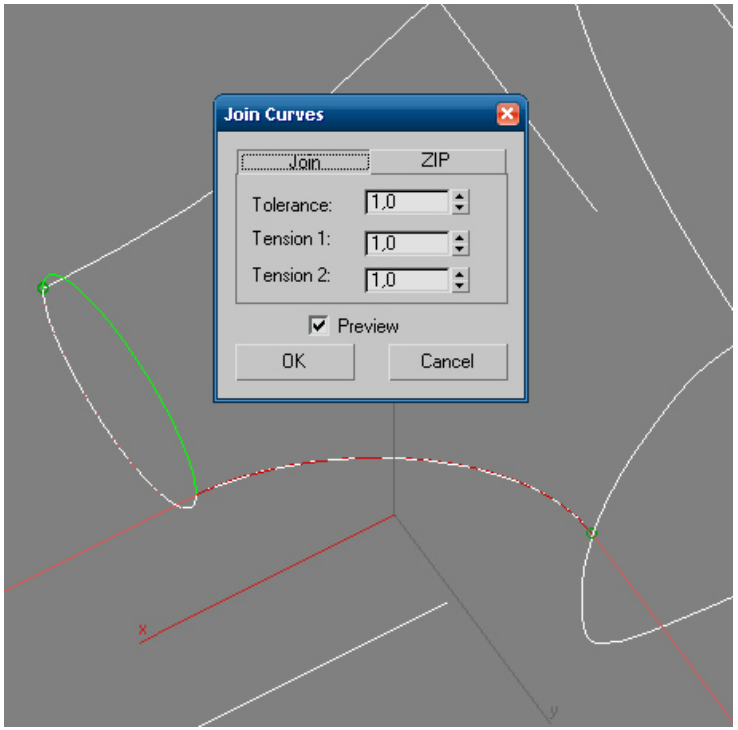


Així doncs, haurem d'unir les corbes **Blend** amb les meitats de l'el·lipse, però abans haurem de duplicar-les perquè una d'elles es pugui unir amb la meitat superior de l'el·lipse i l'altra, amb la meitat inferior. Farem servir l'eina **Create Transform Curve** per duplicar-les. La seleccionem i fem clic a la corbes a duplicar.

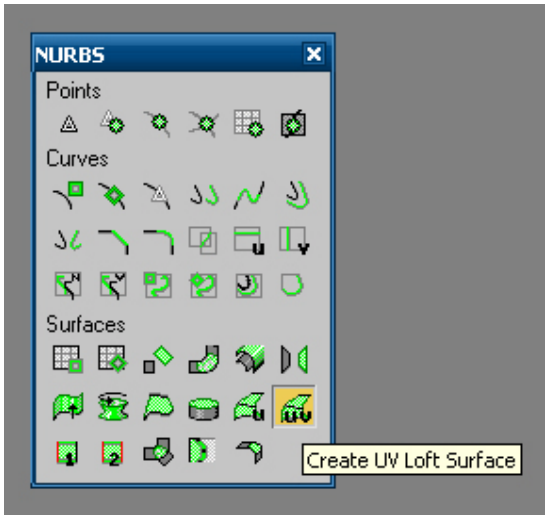
Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 16 de 16

Unim les corbes mitjançant **Join**. Haurem d'unir la part superior de l'el·lipse amb una de les còpies de la corba **Blend** i la part inferior amb l'altra còpia. Convé seleccionar les corbes a unir prop del vèrtex comú entre elles.



Crearem ara les superfícies usant **UV Loft Surface**.



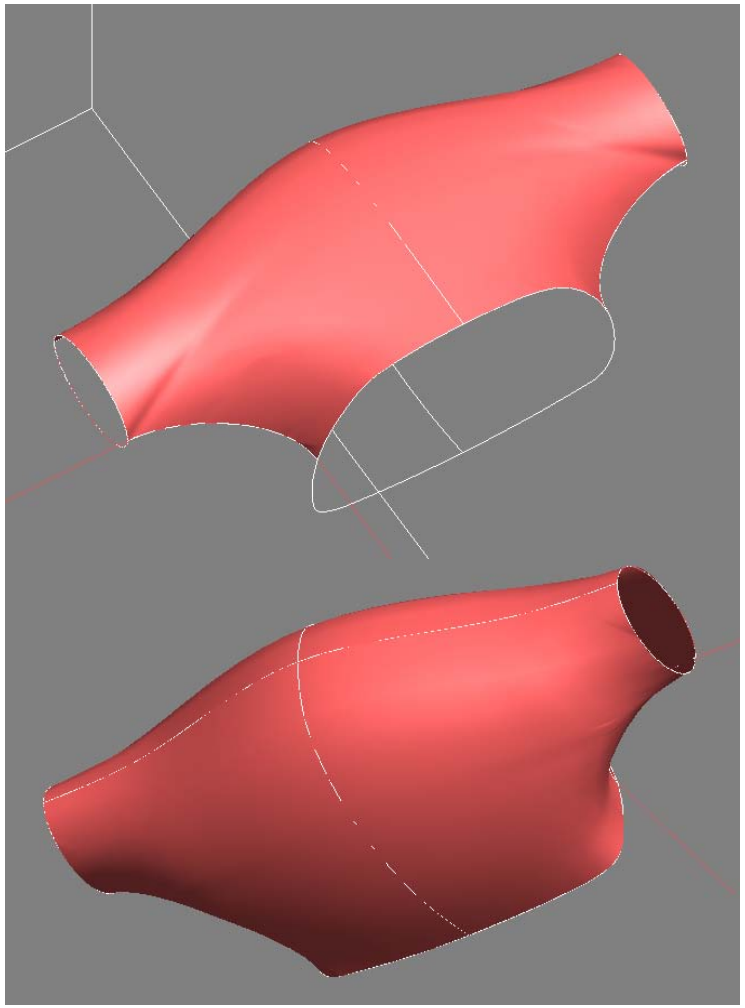
Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 16 de 16

Hem de seleccionar primer totes les superfícies en un sentit (no importa si comencem en una direcció o una altra), fer clic dret i seleccionar a continuació totes les corbes en una altra direcció i finalment fer clic dret per acceptar el resultat.

És possible que haguem d'invertir les normals de la superfície. En aquest cas, acceptem l'operació, seleccionem la superfície en mode **Surface** i activem **Flip Normals**.

Repetim el procés per a la superfície inferior.



Programa d'aprenentatge 7. NURBS: Scooter (1).

Desenvolupament del Programa d'aprenentatge: pas 16 de 16

Finalment, en mode **Surface** fem clic sobre **Unhide All** (al costat de **Hide**) per mostrar totes les superfícies que hem ocultat. A més, podem amagar totes les corbes.