**FORMATO PARA EL DESARROLLO DE COMPONENTE FORMATIVO**

| PROGRAMA DE FORMACIÓN | Desarrollo de gemelo digital de producto en estilo libre para Industria 4.0 |
| --- | --- |

| COMPETENCIA | 220101013. Digitalizar dibujo de acuerdo con técnicas de modelación virtual y manuales técnicos | RESULTADOS DE APRENDIZAJE | 220101013-02 Elaborar el gemelo digital en superficies según especificaciones de diseño y herramienta. |
| --- | --- | --- | --- |

| NÚMERO DEL COMPONENTE FORMATIVO | 002 |
| --- | --- |
| NOMBRE DEL COMPONENTE FORMATIVO | Modelado de superficies 3D en forma libre. |
| BREVE DESCRIPCIÓN | Este módulo tiene como objetivo guiar al estudiante en el desarrollo de habilidades y destrezas para la creación de gemelos digitales a través de curvas y superficies de forma libre, mediante el conocimiento y la aplicación del sistema CAD NX. Según Siemens (s. f.), un gemelo digital es una representación virtual de un producto o proceso físico que se utiliza para comprender y predecir las características de rendimiento de su equivalente físico. Los gemelos digitales se utilizan a lo largo de todo el ciclo de vida del producto para simular, predecir y optimizar el producto y el sistema de producción, antes de invertir en prototipos y activos físicos. |
| PALABRAS CLAVE | Industria 4.0, gemelo digital de producto, modelado en forma libre, validación de producto, simulación, PLM |

| ÁREA OCUPACIONAL | 2 - Ciencias naturales, aplicadas y relacionadas |
| --- | --- |
| IDIOMA | Español |

1. **TABLA DE CONTENIDOS**

[1. Creación de curvas. 4](#_heading=h.gjdgxs)

[1.1](#_heading=h.1fob9te) Panel de herramientas. 5

[1.2](#_heading=h.3whwml4) Comandos de curva 5

[1.3](#_heading=h.2et92p0) Herramientas de curvas derivadas 8

[2. Creación de superficies en forma libre. 11](#_heading=h.3dy6vkm)

[2.1](#_heading=h.2s8eyo1) Panel de comandos. 13

[2.2](#_heading=h.3rdcrjn) Comandos de superficie 13

[2.3](#_heading=h.lnxbz9) Operaciones con superficies 16

[3. Renderización de formas 20](#_heading=h.1ksv4uv)

[D.](#_heading=h.2jxsxqh) MATERIAL COMPLEMENTARIO 24

[E.](#_heading=h.z337ya) GLOSARIO 24

[F.](#_heading=h.3j2qqm3) REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 26

[G.](#_heading=h.4i7ojhp) LISTA DE FIGURAS 26

[H.](#_heading=h.2xcytpi) CONTROL DEL DOCUMENTO 27

[I.](#_heading=h.1ci93xb) CONTROL DE CAMBIOS 27

1. **DESARROLLO DE CONTENIDOS**

**Introducción**

Para la lectura y apropiación de los contenidos dispuestos en este componente formativo, se comparte el siguiente video, que permite reconocer los elementos a tener en cuenta desde la introducción, los conceptos y temáticas a desarrollar en el espacio de aprendizaje.

****

En la creación completa de un producto, intervienen diferentes elementos que aportan a sus características y a sus atributos. En este espacio, podrá encontrar de manera precisa los que se utilizan para su implementación.

# 1. Creación de curvas

Como base para la construcción de superficies en 3D, se considera como información geométrica la creación de curvas, cuya aplicación contiene los comandos para crear geometrías en 3D, como: puntos, líneas, arcos, spline, hélices, curvas sobre superficies y herramientas para editar geometría existente, tales como:









El módulo se encuentra en la pestaña de curvas y está conformado por el grupo de curva, curva derivada y editar curva. En el navegador de pieza, se cuenta con el historial de las operaciones, el cual permite tener un registro en la creación de un modelo 3D. Tenga en cuenta el ejemplo de la Figura 1.

**Figura 1***Aplicación de curva*

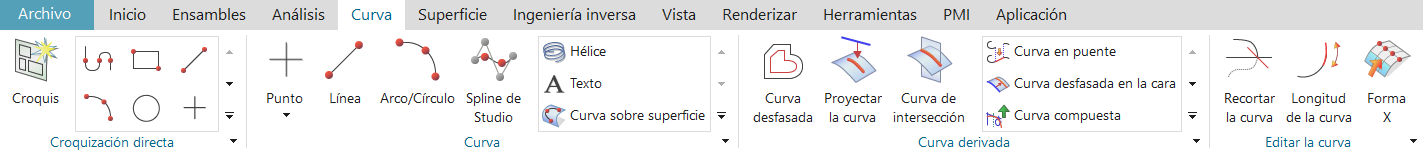
**Nota.** Adaptada del sistema CAD NX 12.

A continuación, se describe cómo se ubican cada una de las siguientes herramientas y comandos para el desarrollo de las diferentes operaciones y actividades.

## Panel de herramientas

El panel de herramientas contiene los comandos agrupados; dentro de las herramientas más importantes, se encuentra **coquización directa,** que contiene las herramientas para el modelado en 2D; a su derecha, está el **grupo de curva**, conformado por comandos para creación de curvas 3D; seguido de **curva derivada** y **editar curva.** En la Figura 2, se logra identificar cada uno de los elementos que se han mencionado.

**Figura 2***Panel de herramientas*



**Nota.** Adaptada del sistema CAD NX 12.

## Comandos de curvas

En la creación de figuras geométricas en 3D, se hacen necesarios los comandos que aportan diferentes funciones y permiten su desarrollo; de esta manera, en las siguientes pestañas se relacionan los que son utilizados, su descripción y la imagen de cómo se representan.



## Herramientas de curvas derivadas

Teniendo en cuenta las geometrías que se deben utilizar para el diseño de los productos, se considera un conjunto de herramientas de curvas derivadas, que se pueden generar a partir de una geometría existente, así como se muestra en la Figura 8.

**Figura 8***Herramientas de curvas derivadas*

**Nota.** Adaptada del sistema CAD NX 12.

De igual manera, en las siguientes pestañas se puede ampliar y detallar la información acerca de estas.



# 2. Creación de superficies en forma libre y aplicación

Para crear superficies de forma libre, es necesario definir con anterioridad curvas, puntos, bordes de superficies o sólidos, u otros objetos. En NX, las **Funciones** de forma libre se encuentran en varios sitios dentro del programa, como:







Lo mencionado anteriormente puede verse en la Figura 15.

**Figura 15***Superficies en forma libre*



**Nota.** Adaptada del sistema CAD NX 12.

La interfaz de superficies está conformada por el panel de comandos, que contiene las herramientas para crear y editar las superficies, navegador de pieza, el historial de modelos y el área gráfica. En la figura 16, se ubican los elementos que se han mencionado.

**Figura 16***Interfaz de la aplicación*

**Nota.** Adaptada del sistema CAD NX 12.

## 2.1 Panel de comandos

Los comandos se encuentran organizados en tres grupos:

| **Primer grupo** de superficies. Se encuentran herramientas superficies de estudio, curvas de paso, barrido, redondeo de cara y redondeo de cara estético. | **Segundo grupo.** Están los comandos para realizar operaciones con las superficies. | **Tercer grupo.** Contiene los comandos de edición de las superficies. |
| --- | --- | --- |

Dicho lo anterior, se puede detallar en la Figura 17.

**Figura 17***Panel de comandos*



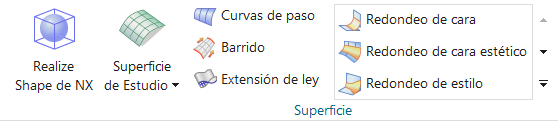
**Nota.** Adaptada del sistema CAD NX 12.

## 2.2 Comandos de superficie

El grupo de superficie contiene los comandos para creación de superficies en forma libre, entre las que se destacan: *Realize Shape*, superficie de estudio, curva de paso, barrido y redondeos. En la siguiente infografía, se presenta cómo son los comandos de superficie.

**Figura 18**

*Comando de superficies*



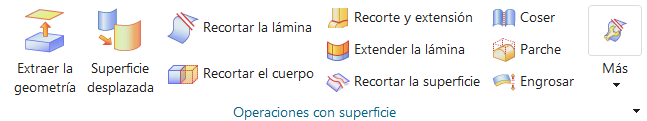
**Nota.** Adaptada del sistema CAD NX 12.



## 2.3 Operaciones con superficies

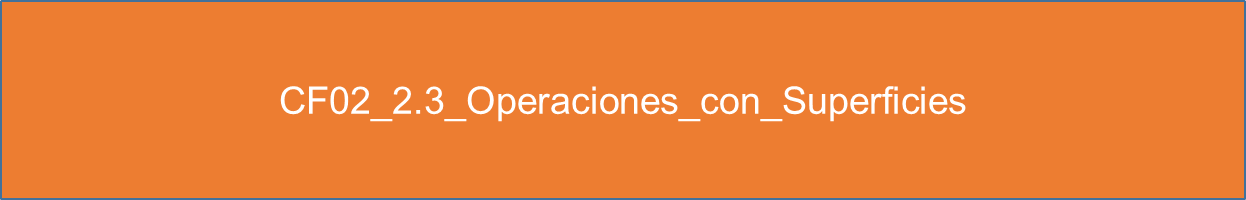
Mediante este grupo de comandos, se permite realizar acciones como modificar y ajustar la geometría existente. Aquí se encuentran herramientas como: superficie desplazada, recortar lámina, extender lámina, coser y combinar superficie, entre otras. Estas se presentan como se anexa en la Figura 24.

**Figura 24***Operaciones entre superficies*



**Nota.** Adaptada del sistema CAD NX 12.

En la siguiente presentación, se describe cada una de ellas y su uso.



# 3. Renderización de formas

En el panel de **sombreado realista,** se encuentran las herramientas que permiten asignar materiales, escenarios, sombras, iluminaciones y reflejos, que dan una apariencia real al producto en el proceso de aprobación por el cliente. En la Figura 29, se destaca la forma en que se muestra para su utilización.

**Figura 29**

*Panel de comandos sombreado realista*



**Nota.** Adaptada del sistema CAD NX 12.

De igual manera, en el siguiente cuadro, se destaca el uso de los comandos o herramientas en función del objeto y materiales que se desean asignar al producto.

| **Materiales globales** | **Materiales de objeto** | **Heredar el fondo sombreado** | **Iluminación de la escena** |
| --- | --- | --- | --- |
| Este comando permite la asignación de un solo material a las superficies de un modelo digital. | Esta herramienta permite asignar materiales a cada una de las superficies o sólidos de un modelo digital. | Este comando permite ajustar el fondo del área gráfica. | Permite ajustar la iluminación de la escena actual. |
| **Figura 31**  Nota: Adaptada del sistema CAD NX 12. | **Figura 32**  Nota. Adaptada del sistema CAD NX 12. | **Figura 33**  Nota. Adaptada del sistema CAD NX 12. | **Figura 34**  Nota. Adaptada del sistema CAD NX 12. |

Teniendo en cuenta las especificaciones del producto, se elaboran modelos digitales en estilo libre a través de formas en 3D, curvas y superficies, donde se implementan diferentes comandos y herramientas en función de un producto, en atención a las necesidades del cliente.

1. **ACTIVIDADES DIDÁCTICAS (opcionales si son sugeridas)**

| **DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD DIDÁCTICA** | |
| --- | --- |
| Nombre de la actividad | Verificación de saberes adquiridos en el modelado de superficies 3D en forma libre. |
| Objetivo de la actividad | Afianzar los conceptos fundamentales en el proceso de creación de modelos a través de superficies 3D en forma libre a partir de curvas. |
| Tipo de actividad sugerida |  |
| **Archivo de la actividad**  **(anexo donde se describe la actividad propuesta)** | ACTIVIDAD DIDÁCTICA CF OO2 Modelado de superficies 3D en forma libre. (Ver en la carpeta de anexos CF02\_Actividad\_didáctica) |

# MATERIAL COMPLEMENTARIO

| **Referencia APA del Material** | **Tipo de material**  **(Video, capítulo de libro,** artículo**, otro)** | **Enlace del Recurso o**  **Archivo del documento o material** |
| --- | --- | --- |
| Tickoo, S. (2018). *Siemens NX 12.0 for Designers*. CADCIM Technologies. | Libro | https://www.academia.edu/44135303/Siemens\_NX\_12\_0\_for\_Designers\_11th\_Edition\_Sham\_tickoo |
| Siemens. (s. f.). *Formación NX CAD básico.* | Capítulo de libro | https://www.academia.edu/29809639/FORMACION\_NX\_CAD\_BASICO |
| Leu, M., Tao, W., Ghazanfari, A. y Kolan, K. (2019). *NX 12 for Engineering Design.* Missouri University of Science and Technology. | Capítulo de libro | <https://me5763.github.io/lab/assets/books/NX-12-for-Engineering-Design.pdf> |
| d3plus. (2018, julio 16). *Tutorial Básico introductorio a modelado CAD NX 10* [Video]. YouTube. | Video | <https://youtu.be/iGTENoC7ryg> |
| Lui, A. [Inge Lui]. (2020). *Unidad 2 Ensambles utilizando NX* [Video]. YouTube. | Video | <https://youtu.be/J5h38RBj_hI> |
| Dep Fab Mecanica Marianao. (2019, noviembre 20). *NX Curso drawing y acotado FMC0 M01* [Video]. YouTube. | Video | <https://youtu.be/pFcMlBL5Ps0> |
| Mundo tutorial / Tutorial world. (2017, octubre 10). *Siemens NX. Pieza 3D. Tutorial* [Video]. YouTube. | Video | <https://youtu.be/UeJ1Yegal9E> |

# GLOSARIO

| TÉRMINO | **SIGNIFICADO** |
| --- | --- |
| CAD/CAM | CAD CAM es la integración del diseño asistido por ordenador y el *software* de fabricación asistido por ordenador, con el objetivo de obtener una gestión sencilla de los cambios del diseño, una concepción del diseño simultánea y una configuración del proceso de fabricación flexible, especialmente para el diseño y la fabricación de prototipos y de piezas acabadas. |
| CAD | El diseño asistido por ordenador (CAD, por sus siglas en inglés) consiste en el uso de programas de ordenador para crear, modificar, analizar y documentar representaciones gráficas en 2D o 3D de objetos físicos. |
| Gemelo digital | Un gemelo digital es una representación virtual de un producto o proceso físico, que se utiliza para comprender y predecir las características de rendimiento de su equivalente físico. Los gemelos digitales se utilizan a lo largo de todo el ciclo de vida del producto, para simular, predecir y optimizar el producto y el sistema de producción, antes de invertir en prototipos y activos físicos. |
| NX | El *software* NX es una solución integrada de diseño, ingeniería y fabricación de productos, que ayuda a ofrecer productos innovadores, de forma más rápida y eficiente. |
| Punto | Con este comando, se pueden generar puntos en el espacio en forma libre, de acuerdo con la ubicación del cursor, o partir de geometría existente, de acuerdo con las opciones que se muestran en el cuadro de diálogo. |
| Arco/círculo | Este comando crea un arco a partir de un plano de referencia, a través de tres puntos o por medio de geometría existente. |
| Curva desfasada | Crea una curva equidistante a otra, sobre el mismo plano, a una distancia específica. |
| Superficiedesplazada | Crea una superficie equidistante a una existente, permitiendo ajustar el valor del desplazamiento. |
| Proyectar la curva | El comando crea una curva sobre una superficie a partir de la selección de un croquis en 2D que se encuentra en un plano o una curva en el espacio. |
| Coser | Este comando permite unir dos o más superficies en una sola. |
| Redondeo de cara | Genera un redondeo entre dos o más superficies, o en la arista de dos superficies combinadas, permitiendo mayor control y libertad en la configuración del redondeo. |
| Engrosar | Con esta herramienta se puede generar un espesor a partir de la selección de una superficie, creando un cuerpo sólido. |
| Materiales de objeto | Esta herramienta permite asignar materiales a cada una de las superficies o sólidos de un modelo digital. |
| Iluminación de la escena | Permite ajustar la iluminación de la escena actual |

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

d3plus. (2018, julio 16). *Tutorial Básico introductorio a modelado CAD NX 10* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/iGTENoC7ryg>

Dep Fab Mecanica Marianao. (2019, noviembre 20). *NX Curso drawing y acotado FMC0 M01* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/pFcMlBL5Ps0>

Joyanes, L. (2017). *Industria 4.0 La Cuarta Revolución Industrial.* Marcombo.

Leu, M., Tao, W., Ghazanfari, A. y Kolan, K. (2019). *NX 12 for Engineering Design.* Missouri University of Science and Technology. <https://www.academia.edu/37546347/NX_12_for_Engineering_Design>

Lui, A. [Inge Lui]. (2020). *Unidad 2 Ensambles utilizando NX* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/J5h38RBj_hI>

Mundo tutorial / Tutorial world. (2017, octubre 10). *Siemens NX. Pieza 3D. Tutorial* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/UeJ1Yegal9E>

Siemens. (s. f.). *Formación NX CAD básico.* <https://www.academia.edu/29809639/FORMACION_NX_CAD_BASICO>

Siemens. (2020). *Documentación didáctica para cursos de formación.* <https://www.automation.siemens.com/sce-static/learning-training-documents/tia-portal/digital-twin/sce-150-004-mcd-tia-com-digital-twin-at-education-static-model-nx-hs-darmstadt-1219-es.pdf>

Tickoo, S. (2018). *Siemens NX 12.0 for Designers*. CADCIM Technologies.

# LISTA DE FIGURAS

[Figura 1. *Aplicación de curva* 4](#_heading=h.30j0zll)

[Figura 2. *Panel de herramientas* 5](#_heading=h.3znysh7)

[Figura 3. *Comandos de curva* 5](#_heading=h.2bn6wsx)

[Figura 4. *Comando punto* 5](#_heading=h.qsh70q)

[Figura 5. *Comando línea* 6](#_heading=h.3as4poj)

[Figura 6. *Comando Arco* 6](#_heading=h.1pxezwc)

[Figura 7. *Herramientas de curvas derivadas* 8](#_heading=h.tyjcwt)

[Figura 8. *Curva desfasada* 8](#_heading=h.49x2ik5)

[Figura 9. *Proyectar la Curva* 9](#_heading=h.2p2csry)

[Figura 10. *Curva de intercesión* 9](#_heading=h.147n2zr)

[Figura 11. *Curva desfasada sobre cara* 10](#_heading=h.3o7alnk)

[Figura 12. *Curva compuesta* 10](#_heading=h.23ckvvd)

[Figura 13. *Curva combinada* 11](#_heading=h.ihv636)

[Figura 14. *Superficies en forma libre* 11](#_heading=h.1t3h5sf)

[Figura 15. *Interface de la Aplicación* 12](#_heading=h.4d34og8)

[Figura 16. *Panel de comandos* 12](#_heading=h.17dp8vu)

[Figura 17. *Comando de superficies* 13](#_heading=h.26in1rg)

[Figura 18. *Superficie de studio* 13](#_heading=h.32hioqz)

[Figura 19. *Curva de paso* 14](#_heading=h.1hmsyys)

[Figura 20. *Redondeo de cara* 15](#_heading=h.41mghml)

[Figura 21. *Área de relleno* 15](#_heading=h.2grqrue)

[Figura 22. *Operaciones entre superficies* 16](#_heading=h.35nkun2)

[Figura 23. *Superficie desplazada* 16](#_heading=h.vx1227)

[Figura 24. *Recortar lámina* 17](#_heading=h.3fwokq0)

[Figura 25. *Extender lámina* 17](#_heading=h.1v1yuxt)

[Figura 26. *Combinar superficies* 18](#_heading=h.4f1mdlm)

[Figura 27. *Coser* 18](#_heading=h.2u6wntf)

[Figura 28. *Engrosar* 19](#_heading=h.19c6y18)

[Figura 29. *Materiales Globales* 20](#_heading=h.3tbugp1)

[Figura 30. *Materiales de Objeto* 20](#_heading=h.28h4qwu)

[Figura 31. *Heredar el fondo de sombreado* 21](#_heading=h.nmf14n)

[Figura 32. *Iluminación de escena* 21](#_heading=h.37m2jsg)

# CONTROL DEL DOCUMENTO

|  | **Nombre** | **Cargo** | **Dependencia** | **Fecha** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Autor(es)** | Oscar Riveros | Experto Temático | Centro Diseño y Metrología | Junio/2021 |
| José Eduardo Chaves Peña | Experto Temático | Centro de Diseño Tecnológico Industrial | Junio/2021 |
| Carlos Andrés Ossa Jiménez | Experto Temático | Centro de Diseño Tecnológico Industrial | Junio/2021 |
| Leydy Jhuliana Jaramillo Mejía | Diseñador instruccional | Regional Distrito Capital - Centro de Gestión Industrial | Agosto/2021 |
| Carolina Coca Salazar | Revisora Metodológica y Pedagógica | Regional Distrito Capital- Centro de Diseño y Metrología | Septiembre/2021 |
| Darío González | Corrección de estilo | Regional Tolima – Centro Agropecuario La Granja | Septiembre 2021 |

# CONTROL DE CAMBIOS

|  | **Nombre** | **Cargo** | **Dependencia** | **Fecha** | **Razón del cambio** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Autor (es)** |  |  |  |  |  |