

AS500425

## **Automatización del proceso de diseño: Terminal de cruceros de Panamá**

Elvia Paola Pertuz P.  
Mallol Arquitectos

Gloria E. Aguilar M.  
Mallol Arquitectos

### **Objetivos de aprendizaje**

1. Exponer un caso de estudio donde el uso de automatización facilitó el proceso de diseño de un proyecto.
2. Entender el proceso de iteración entre Dynamo y Revit
3. Aprender los beneficios de optar por herramientas que agilicen los procesos.

### **Descripción**

En esta sesión expondremos el flujo de trabajo diseñado para migrar un diseño 2D desde Rhinoceros a un modelo paramétrico trabajado en Autodesk Revit con la ayuda de Dynamo, sobre el caso de estudio del proyecto de la Terminal de Cruceros de Panamá.

De esta manera, se permite contar con un proceso de diseño iterativo entre diferentes plataformas de manera fluida, reduciendo tiempos de producción y centrando nuestra atención en el valor agregado del diseño.

Analizaremos las automatizaciones desarrolladas para el diseño de la gran cubierta triangular del proyecto, que va mucho más allá de su función protectora generando un espacio público para la capital panameña, a partir de una estructura metálica espacial.

## Oradores



Licenciada en Arquitectura con un máster en BIM Management y certificación profesional en Revit. Actualmente soy Coordinador BIM en Mallol Arquitectos, responsable de soporte de los proyectos BIM de la firma aplicando usos 3D, 4D y 5D.

La firma realiza proyectos residenciales, comerciales e institucionales para clientes privados y públicos. Como equipo TID (Tecnología e Innovación Digital) realizamos consultorías BIM e implementaciones, realizamos capacitaciones y soporte. Soy parte del comité de BIM Fórum Panamá y del Círculo de Arquitectas de Panamá.



Gloria Aguilar Arquitecta Coordinador BIM en el departamento de Arquitectura de Mallol Arquitectos. Cuenta con más de 5 años en Programación visual, responsable de la estructuración de definiciones de Dynamo para las tareas del estudio.

Realiza consultorías BIM para implementaciones y capacitaciones en Revit para Arquitectura y Estructura.

## Estado inicial

*Caso de estudio donde el uso de automatización facilitó el proceso de diseño de un proyecto.*



*Imagen 1: Render del proyecto - Mallol Arquitectos*

El puerto de cruceros de Amador, con una superficie de 8.5 hectáreas, impulsará el desarrollo del turismo y los servicios en Panamá. El proyecto contó con un presupuesto de 165 millones de dólares. Está ubicado en un lugar adyacente a la isla Perico, consta de un relleno y una gran escollera para generar el solar donde levantar el puerto, con excelentes vistas al centro de la ciudad. Es una ubicación privilegiada, donde se encuentran lugares turísticos importantísimos, como el Museo de la Biodiversidad, diseñado por Frank Gehry.

Su diseño está estudiado para recibir dos buques del formato *Oasis of the Sea*, uno de los barcos de cruceros más grandes del mundo. Cada barco tiene una capacidad de 5 mil pasajeros y la edificación del proyecto tiene un diseño optimizado que permitirá el tránsito de mil pasajeros por hora, de manera que los flujos de embarque y desembarque sea de una manera fluida. Su función es de *home port*, es decir, que los barcos pueden comenzar su trayecto desde esta terminal.

El embarque de pasajeros se realiza desde una pasarela cuya altura ha sido estudiada según la altura de la marea de Panamá. Es por esto, que la entrada al edificio se hace a través de una gran plaza que es el corazón del proyecto.



*Imagen 2: Render del proyecto - Mallol Arquitectos*

Está protegida por una gran cubierta de 16 mil metros cuadrados soportada por 10 columnas en forma de árbol que salvan un vano de 90 metros y con una altura máxima de 27 metros.

Su diseño contempló la ventilación e iluminación natural y aportó a la sostenibilidad del proyecto. La materialidad y diseño facilitaron obtener hasta un 15% de ahorro energético y funciona tanto para recibir y despedir al pasajero como también como espacio para actividades culturales del sector.

Para este proyecto utilizamos una gama de productos de autodesk desde el diseño hasta el seguimiento de obra. Entre las que podemos destacar:

- Autodesk Autocad para diseño y detalles constructivos en 2D.
- Autodesk Insight para análisis de sostenibilidad.
- Autodesk Revit para modelado y documentación de planos constructivos.
- Autodesk Navisworks Manage para coordinación espacial.
- Dynamo para automatizaciones.
- A360 para vistas panorámicas y compartir modelo y planos al cliente y contratistas.



*Imagen 3: Logos Autodesk*

## Principales necesidades

Debido a la especialización del proyecto, surgieron necesidades que estaban obstaculizando el avance del proyecto. Escogimos tres necesidades a resolver. En este manual vamos a explicar detalladamente cada una de ellas. Pero antes de continuar explicaremos unos conceptos básicos a considerar:

### Introducción a Dynamo



*Imagen 4: Dynamobim.org*

Dynamo es una plataforma de **programación visual** de código abierto para diseñadores. Además de una herramienta de diseño flexible y ampliable. Como puede funcionar como una aplicación independiente o como un complemento para otro software de diseño, podemos utilizarlo para desarrollar una amplia gama de flujos de trabajo creativos.<sup>1</sup>

La programación visual se refiere a la programación por medio de elementos gráficos en lugar de textos, permitiendo que sea más fácil de utilizar para aquellos que no tienen conocimientos especializados en lenguajes de programación. Los elementos de programación visual se asemejan a las piezas de un rompecabezas. Si los elementos no encajan lógicamente, el programa lo detecta<sup>2</sup>.

Dynamo se basa en un espacio de trabajo mediante la conexión de nodos con cables para especificar el flujo lógico del programa visual resultante<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> <https://primer.dynamobim.org/es/> <sup>2</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/Programaci%C3%B3n\\_visual](https://es.wikipedia.org/wiki/Programaci%C3%B3n_visual)

## Interfaz

- A. Interfaz de inicio: Ventana que aparece al iniciar el programa desde Revit (Manage>Dynamo)

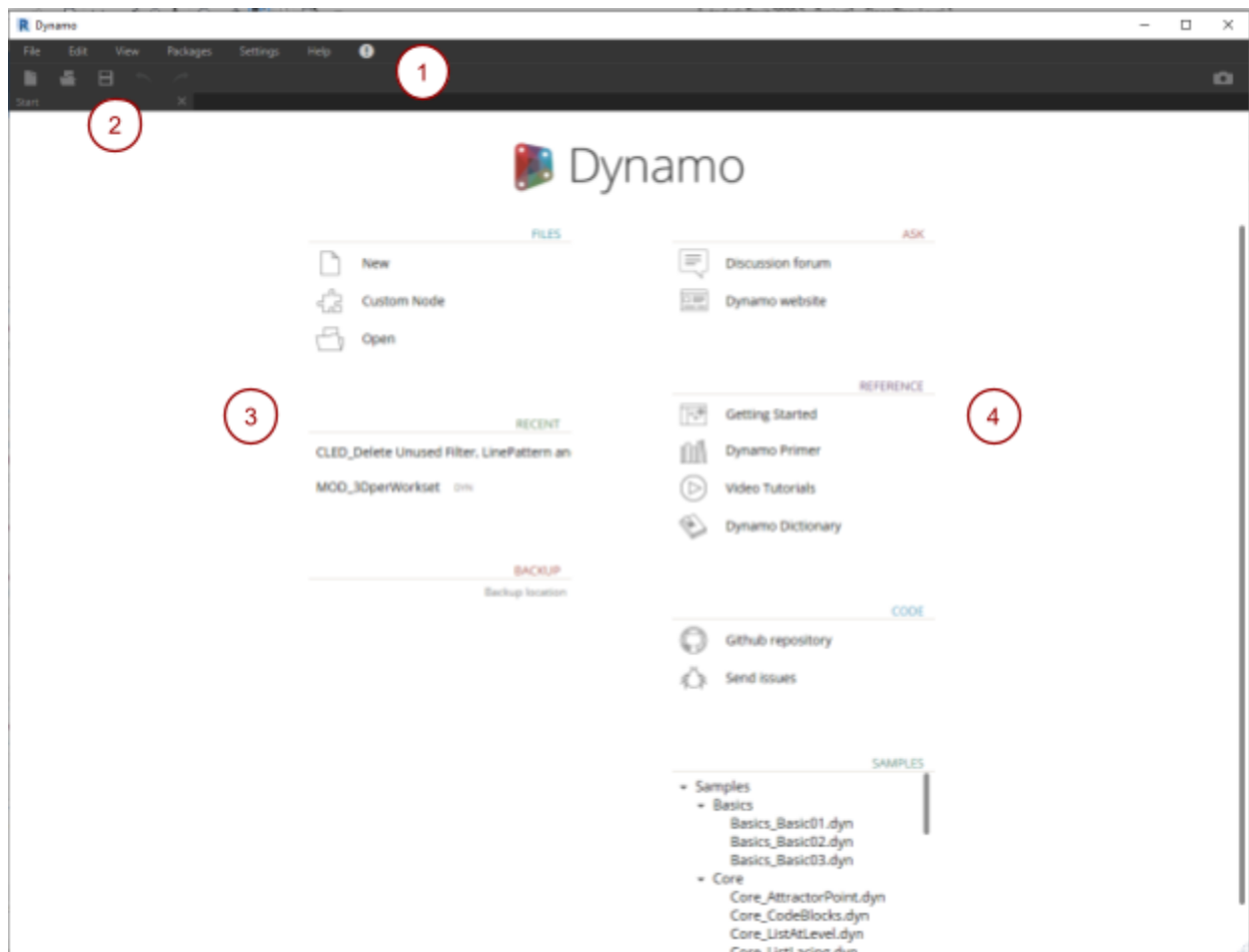


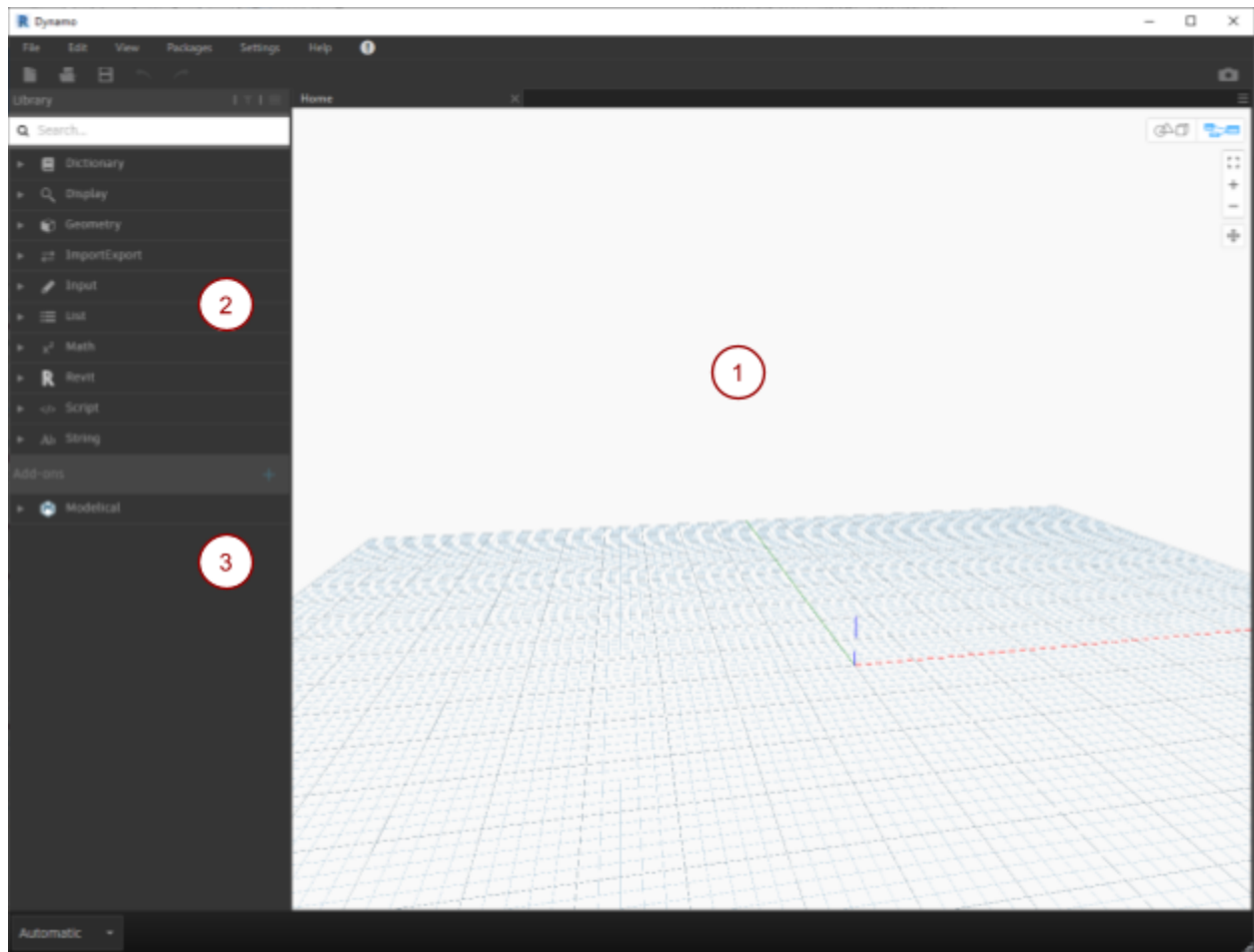
Imagen 5: Interfaz Dynamo - Mallol Arquitectos

1. Menú: conjunto de pestañas para la gestión de las funciones del programa.
2. Toolbar: Permite realizar funciones básicas como nuevo archivo, abrir, salvar y crear captura.



3. Opciones de archivo: las mismas funciones del toolbar, adicional incluye listado de archivos utilizados recientemente y listado de backups creados.
4. Opciones de ayuda: accesos directos para foros, ayudas, diccionarios, entre otros. Adicional samples para la creación de definiciones.

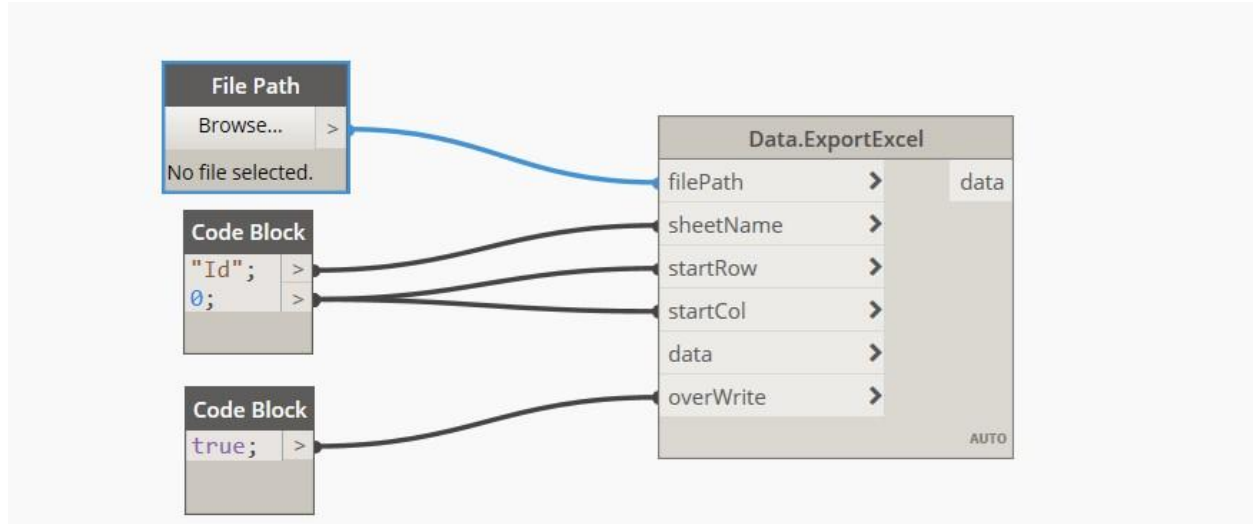
## B. Interfaz de trabajo:



*Imagen 6: Interfaz Dynamo - Mallol Arquitectos*

1. Espacio de trabajo: espacio para desarrollar y visualizar las definiciones.
2. Biblioteca: Incluye todos los nodos nativos del programa y están organizados por jerarquías de categoría y subcategorías.
3. Add-ins (Packages): Listado de packages generados por otros usuarios.

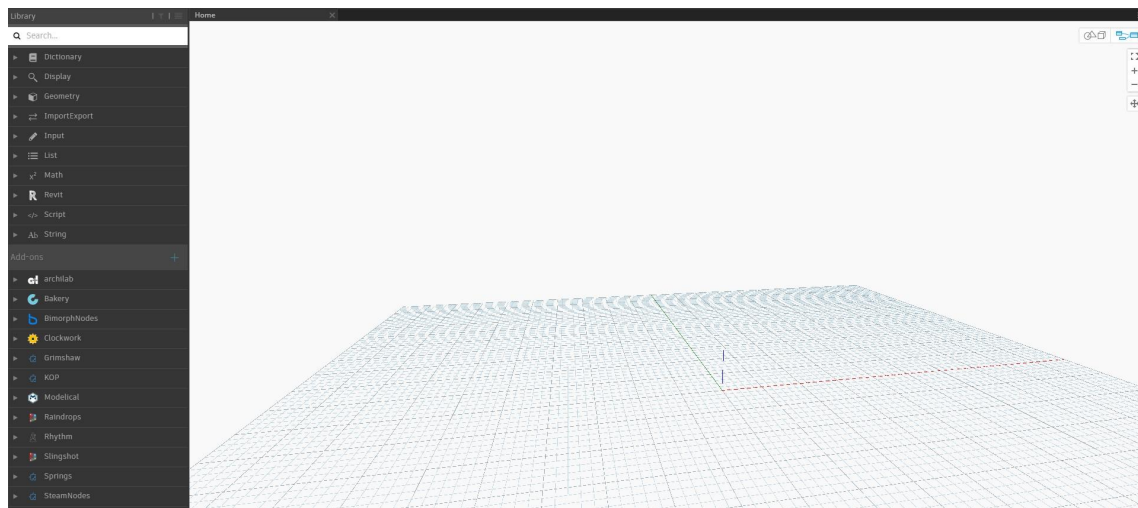
### Componentes principales:



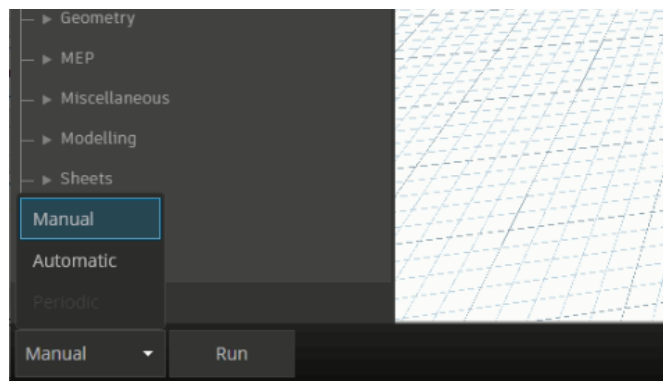
*Imagen 7: Estructura de nodos - Mallol Arquitectos*

1. **Nodos:** son elementos fundamentales para la programación visual. Cada nodo tiene una función en específico y cuenta con una programación más compleja en su base. A su vez, los nodos tienen unas entradas y salidas y otras configuraciones que permiten su especificación:
  - a. Nombre: El nombre de cada nodo puede aparecer con una convención de nomenclatura dividida como: Categoría.Nombre
  - b. Puertos: Son las entradas y salidas de cada cable.
  - c. Icono de anclaje: indica la opción de encaje especificada para las entradas de listas coincidentes.
2. **Espacio de trabajo:** Es donde se desarrolla la programación visual, también se obtienen vistas preliminares de la geometría si es el caso de ejecución. Dentro del espacio de trabajo nos encontramos con una serie de botones que cumplen diferentes funciones. Como lo son: Fichas, el botón de zoom o encuadre, modo de vista preliminar, esto ubicado en la parte superior derecha.





*Imagen 8: Espacio de trabajo Dynamo - Mallol Arquitectos*



*Imagen 9: Tipos de ejecución - Mallol Arquitectos*

*Tip: Tenemos dos opciones de ejecución de la definición: Manual y Automático. Recomendamos mantener la configuración en Manual para que no se ejecute dentro de un archivo de proyecto activo.*

3. **Biblioteca:** Dynamo contiene una biblioteca de trabajo por defecto, donde podemos encontrar una serie de nodos que nos ayudan a desarrollar el día a día del trabajo con la automatización. Esta librería es a la que llamamos nativa, originaria del dynamo.

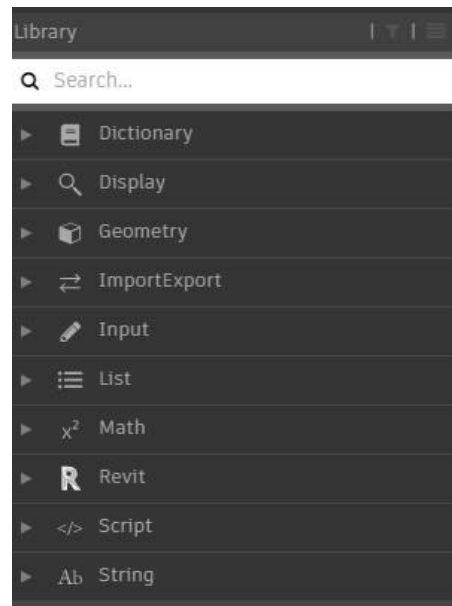


Imagen 10: Recorte de Listado de Biblioteca- Mallol Arquitectos

#### 4. Descarga de Paquetes:

- a. Para ampliar la cartera de nodos, podemos ir a la pestaña de Packages >Search for a Package.

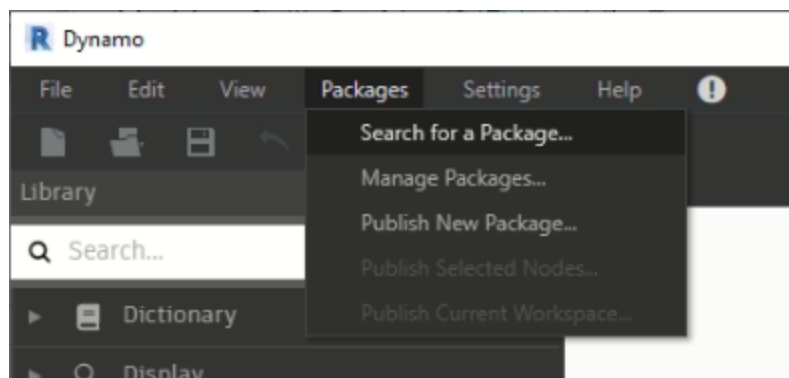


Imagen 11: Opciones de pestaña Packages- Mallol Arquitectos

- b. En la ventana de Online Package Search, buscamos un proveedor o usuario de paquetes de nodos. Estos paquetes de descarga son aplicables a la versión de Dynamo descargada.

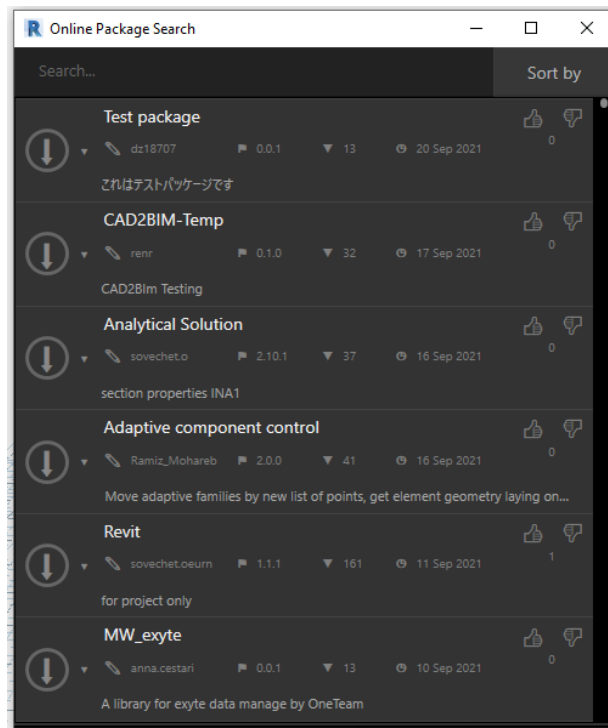


Imagen 12: Ventana de Búsqueda de paquetes online- Mallol Arquitectos

- c. Manage Packages: Permite identificar los paquetes descargados con su versión. Adicionalmente, permite desinstalar los paquetes.

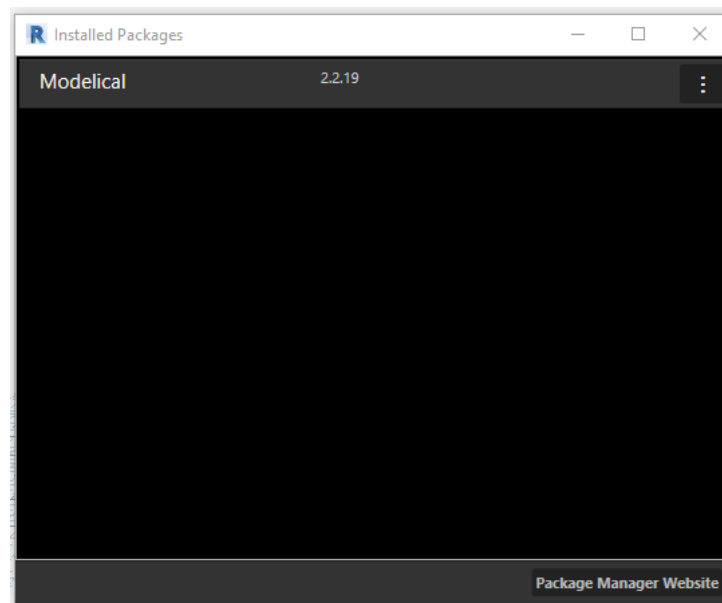


Imagen 13: Ventana de Búsqueda de paquetes online- Mallol Arquitectos

## Caso de Estudio:

### Necesidad 1

#### Introducción a la necesidad 1

Desde Rhinoceros 3D se realizó el diseño esquemático de la cubierta principal, por lo cual que al pasar de fase debemos migrar a Revit para desarrollo y coordinación.

Rhinoceros 3D es una herramienta de software para modelado en tres dimensiones basado en NURBS. Con la ayuda de Grasshopper 3D logramos un diseño paramétrico que ayudó a concretar el concepto del proyecto.

Específicamente teníamos un archivo en formato 3dm de la cubierta y pasarela del muelle del puerto. Con la ayuda de Dynamo logramos transcribir información de polilíneas a elementos 3D nativos de Revit (familias). A su vez, esta definición nos permitió mantener activo el archivo de origen para actualizaciones de diseño.

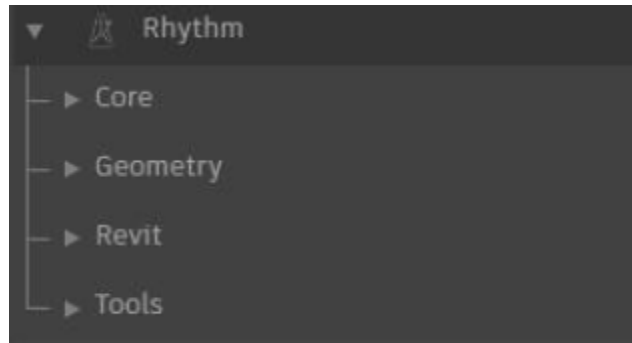


*Imagen 14: Mapa de trabajo de Rhinoceros 3D a Revit - Mallol Arquitectos*

#### Requisitos

Dynamo 2.0.

- Default Package: Nativos de Dynamo
- Downloaded packages: Rhythm es el paquete utilizado para lograr el modelado de la cubierta de manera más automatizada.



*Imagen 15: Rhythm Dynamo Package - Mallol Arquitectos*

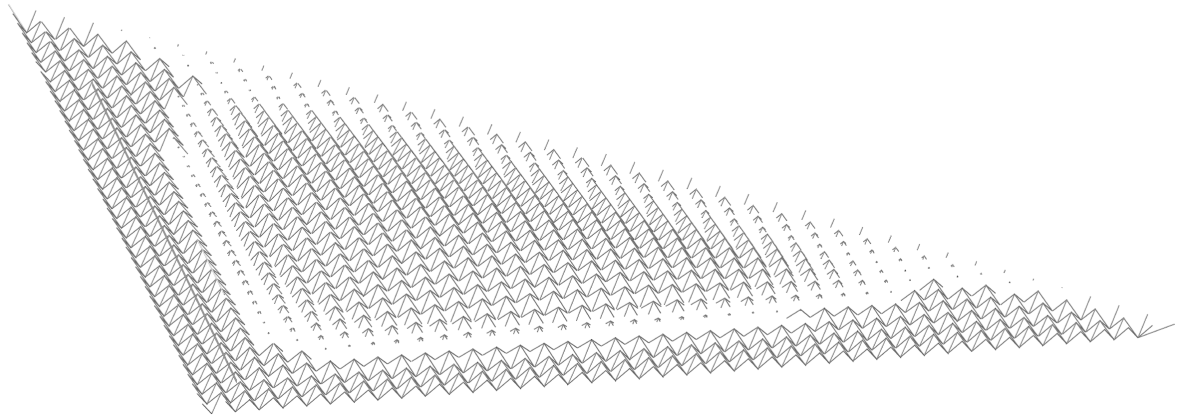
## Definición

La definición está compuesta por los siguientes tipos de nodos:

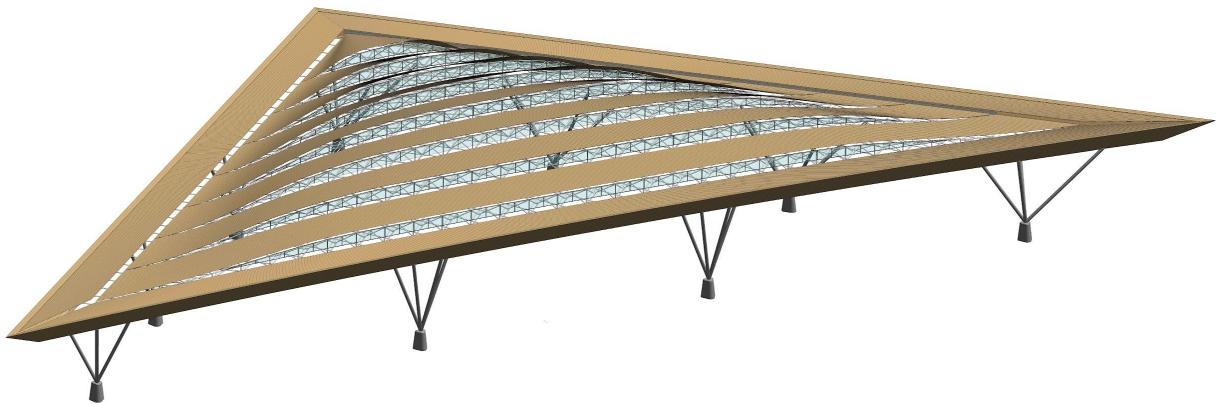
1. Datos Cambiantes:
  - a. nodos para indicar el nivel referenciado para cada elemento estructural
2. Datos geométricos:
  - a. Nodo para traducir polilíneas en vectores en Dynamo. De esta manera podemos identificar la dirección.
  - b. Nodo para ubicar familia de revit sobre curva guía.
3. Objetos importados
  - a. Nodo para importar un archivo de otro formato en el espacio de trabajo. FileLoader.
  - b. Nodo para filtrar elementos por alguna característica ya establecida. ObjectFilter.

## Resultado esperado

Con la definición de Rhynamo, ejecutamos tres cambios de diseño y solo se invirtieron 6 horas para el desarrollo de la definición inicial.



*Imagen 16: Vista preliminar de diagonales base para estructura - Mallol Arquitectos*



*Imagen 17: Estructura de cubierta principal en Revit - Mallol Arquitectos*



## Necesidad 2

### Introducción

Cómo incluir coordenadas de las componentes del diseño urbano y paisajismo para planos constructivos. Los retos eran lograr que Revit nos listara las coordenadas ya que, Revit no lista las coordenadas en tablas de planificación.

Luego de analizar los recursos, identificamos que las coordenadas las podemos obtener desde una familia anidada en cada familia de mobiliario urbano y arborización del proyecto. Con esto podemos leer las coordenadas con el ángulo real del norte.

### Requisitos

Dynamo 2.3.

- Default Package: Está Definición contiene puros nodos nativos de Dynamo.

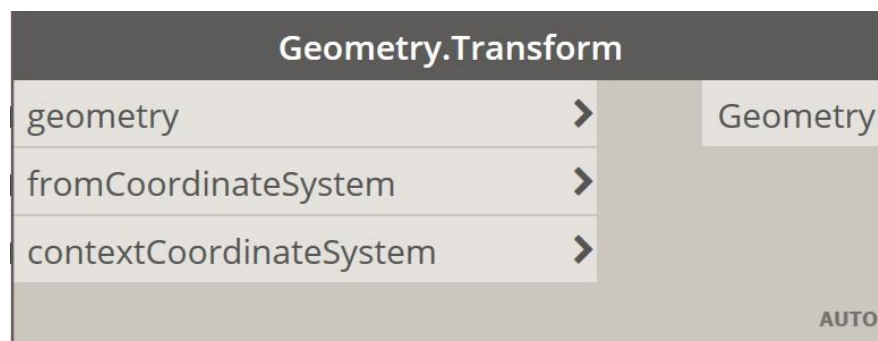


Imagen 18: Default Node Dynamo - Mallol Arquitectos

Revit:

- Crear los parámetros de proyecto bajo los siguientes nombres: Norte, Este y Elevación.
- Tablas de planificación a completar.
- Familias de Site con familia de replanteo anidado.

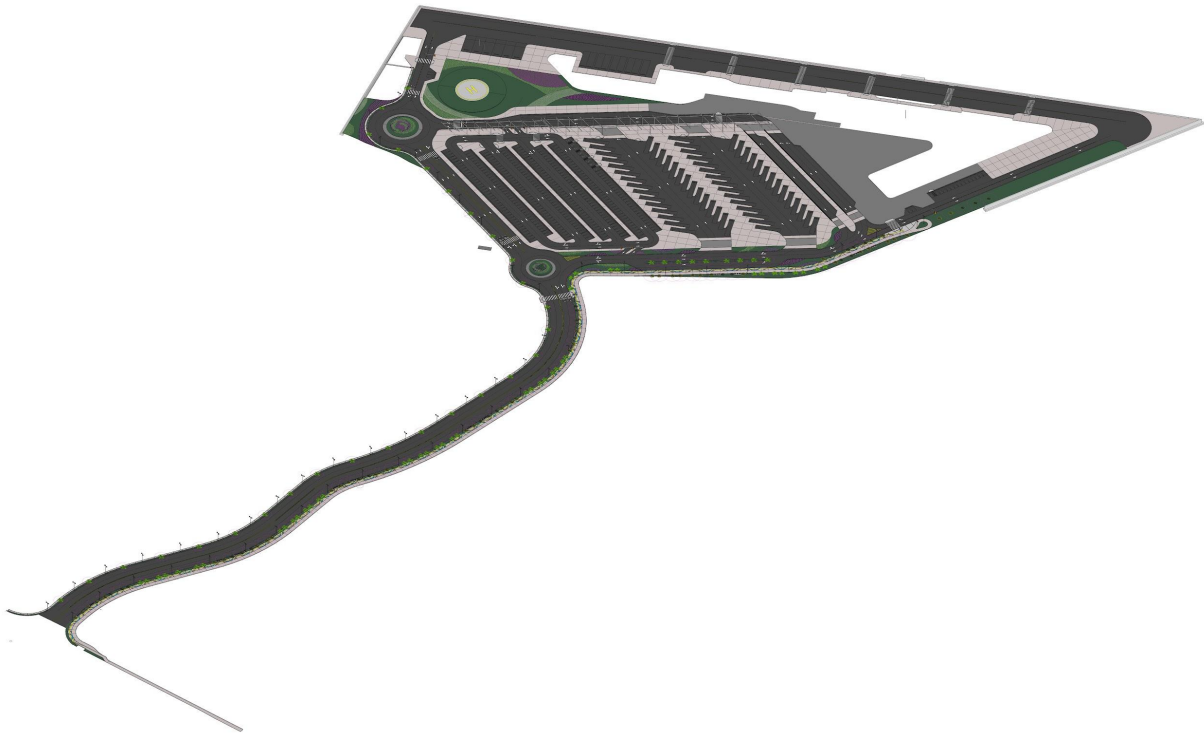


Imagen 19: Vista 3D del modelo de Revit para paisajismo e urbanismo del proyecto - Mallol Arquitectos

## Definición :

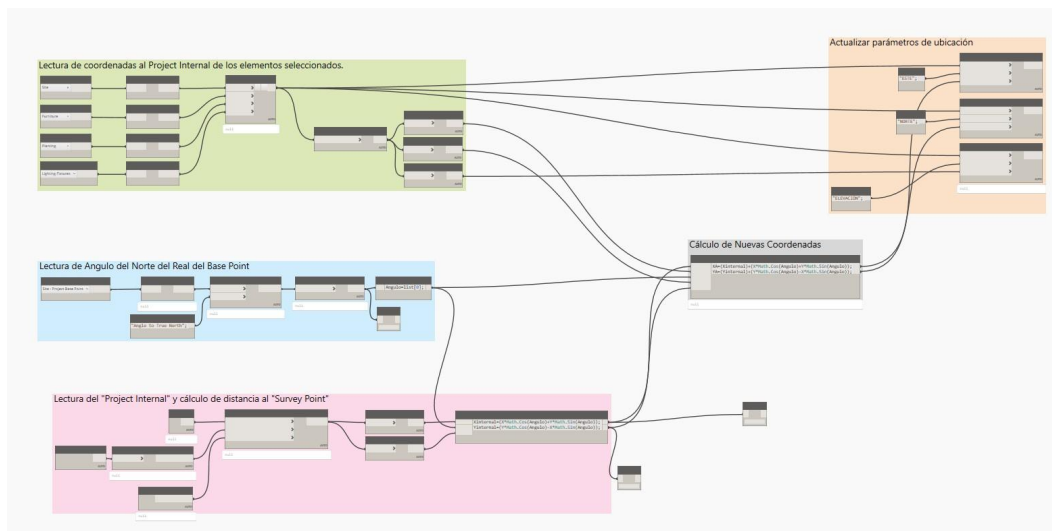


Imagen 20: Esquema de la definición creada en Dynamo - Mallol Arquitectos

Crear los parámetros de proyecto que nombramos como Norte, Este y Elevación. En este punto, todas las familias de urbanismo y paisajismo debían estar colocadas en el archivo al igual que todas las tablas de planificación necesarias.

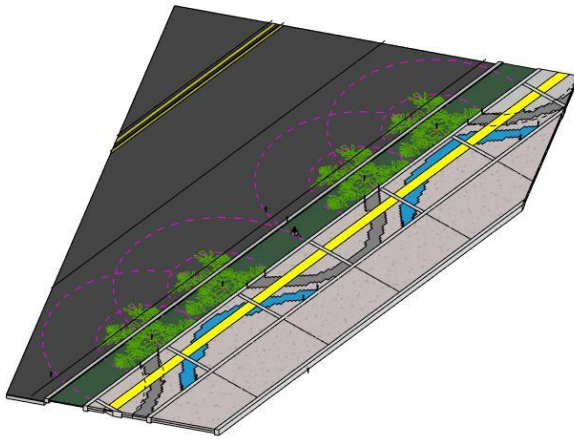
En Dynamo, armamos una serie de nodos y code blocks que leen las coordenadas del project internal de los elementos seleccionados y el ángulo del norte real del base point. A su vez, combinamos la información del project internal con el cálculo de distancia al survey point de Revit.

El cálculo de traslación del origen, es una fórmula donde el punto del internal se gira al origen con respecto a la intersección de los puntos x, y & z para dar precisión respetando coordenadas y el norte del proyecto.

La definición está compuesta por los siguientes tipos de nodos:

4. Datos:
  - a. Nodos para indicar el nivel referenciado y coordenada X, Y, & Z de cada familia.
5. Matematica y Logica:
  - a. Nodo para crear fórmulas paramétricas que calculen una traslación de origen.

## Resultado esperado



Una definición más compleja requirió de 12 horas de desarrollo. El resultado: Completamos todas las tablas en 10 minutos de ejecución. Con esto logramos actualizar los parámetros de ubicación, rellenando de manera automática las tablas con los parámetros de proyecto creados anteriormente como Este, Norte y Elevación.

*Imagen 21: Vista 3D una sección del paisajismo e urbanismo del proyecto - Mallol Arquitectos*

<TABLA DE ARBOLES-PA422>					
A	B	C	D	E	
ITEM	DESCRIPCION	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	
21	CASSIA FISTULA	985579.496196	662354.637235	6.95	
22	CASSIA FISTULA	985582.210424	662357.578013	6.95	
23	PHOENIX CANARIENSI	985587.916097	662363.031197	6.95	
24	PHOENIX CANARIENSI	985591.017564	662365.66985	6.95	
25	PHOENIX CANARIENSI	985597.113345	662370.631978	6.95	
26	PHOENIX CANARIENSI	985600.243385	662373.122604	6.95	
27	PHOENIX CANARIENSI	985606.493546	662378.116244	6.95	
28	PHOENIX CANARIENSI	985609.572772	662380.670003	6.95	
29	PHOENIX CANARIENSI	985615.736658	662385.828493	6.95	
30	PHOENIX CANARIENSI	985618.852008	662388.337395	6.95	
31	CASSIA FISTULA	985624.119199	662392.987369	6.95	
32	CASSIA FISTULA	985628.251508	662398.052549	6.95	
33	CASSIA FISTULA	985631.347278	662402.997531	6.95	
34	CASSIA FISTULA	985634.131951	662408.99778	6.95	
35	CASSIA FISTULA	985636.923392	662415.203205	6.95	
36	CASSIA FISTULA	985638.501953	662418.792418	6.95	
125	PHOENIX CANARIENSI	985621.498525	662369.059162	7	
126	PHOENIX CANARIENSI	985639.107007	662384.955547	7	
127	PHOENIX CANARIENSI	985650.648346	662405.578117	7	

Imagen 22: Tabla de planificación con los parámetros de proyecto con la información de coordenadas de cada familia ubicada en el proyecto - Mallol Arquitectos

## Necesidad 3

### Introducción

Ubicar familias de luminarias en la cubierta principal, específicamente en la cara inferior de su estructura espacial. En total, eran más de 100 familias de luminarias que debían ubicarse a diferentes alturas debido a la curvatura de la cubierta principal.

### Requisitos

Dynamo 2.3.

- Default Package: Nativos de Dynamo.

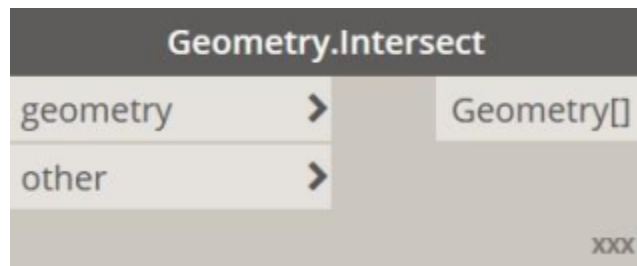


Imagen 23: Default Node Dynamo - Mallol Arquitectos

Revit:

- Familias MEP ubicadas en planta según el diseño de electricidad e iluminación del proyecto.

### Definición

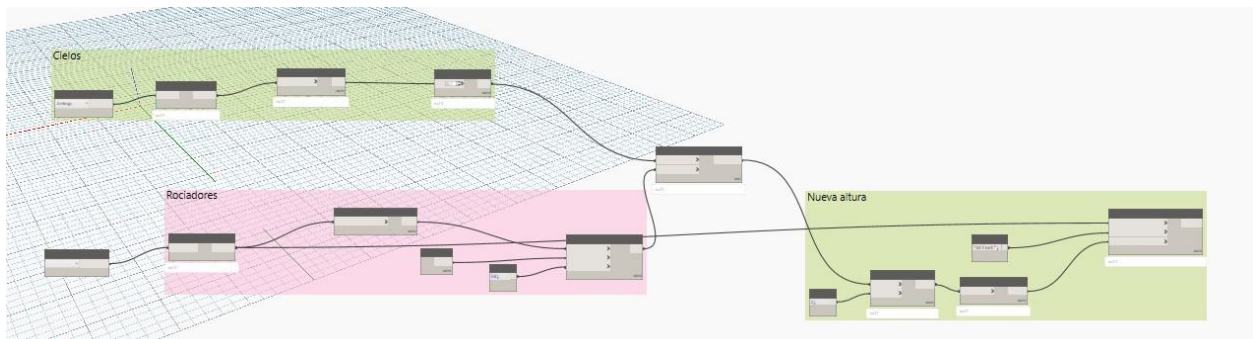


Imagen 24: Esquema de definición de Dynamo para ubicación de elementos - Mallol Arquitectos

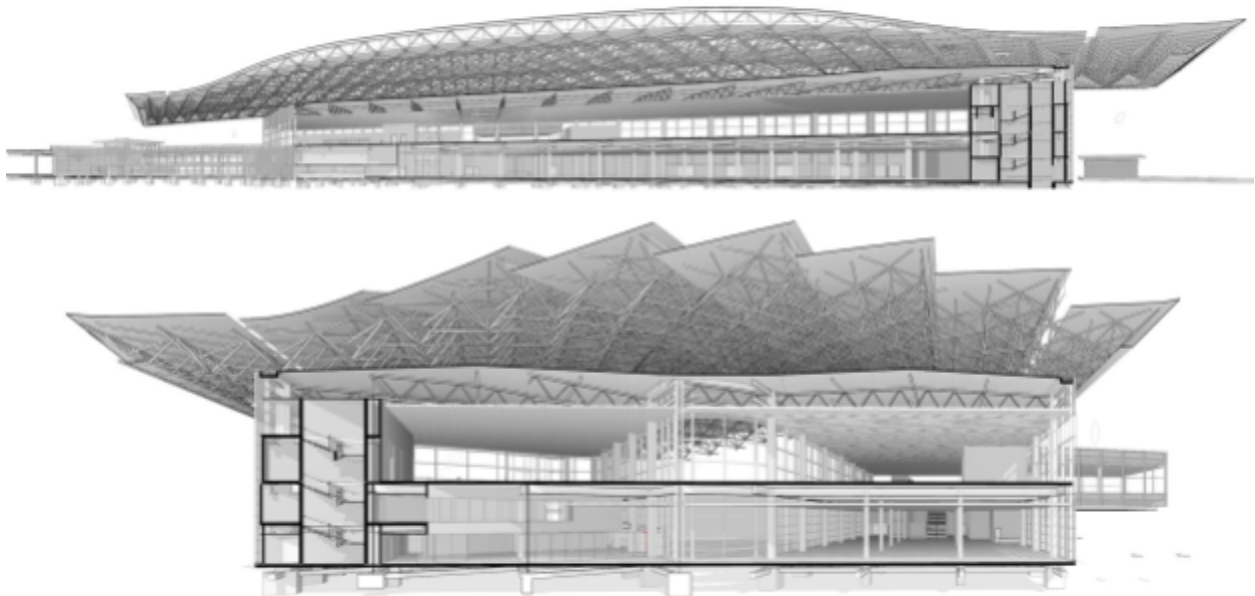
La idea era poder identificar el valor en Z de cada familia. Debemos preparar el archivo de trabajo con todas las familias de luminaria MEP ubicadas acorde al diseño conceptual del diseñador (leyendo su valor referencial X & Y)

La definición está compuesta por los siguientes tipos de nodos:

6. Datos
  - a. Nodos para indicar el nivel referenciado
  - b. Nodos para identificar coordenadas X, Y, Z de cada familia.
  - c. Nodo para identificar el plano de referencia - origen.
7. Matematica y Logica:
  - a. Nodo para crear fórmulas paramétricas que calculen una traslación de origen.

## Resultado esperado

Una definición menos compleja, su proceso de desarrollo se realizó en 1 hora de trabajo , automatizando más de 6 horas de trabajo, colocando más de 100 luminarias sobre la curvatura de la cubierta



*Imagen 25: Secciones de la cubierta principal del proyecto - Mallol Arquitectos*