

Manual de Usuario

Ing. Daniel Villarreal Leiva
Ing. Henry Rojas Asuero



OPS - Design

Este manual tiene como objetivo ilustrar a todo aquel que desee hacer buen uso del software OPS Design.

Con el fin de mejorar la presente herramienta para las futuras versiones, toda sugerencia será bienvenida, las cuales se recibirán a través del siguiente enlace: <http://www.ingenieriasismica.utpl.edu.ec/?q=es>

Introducción

La herramienta informática, en su versión actual permite ejecutar el diseño óptimo preliminar de elementos estructurales metálicos en pórticos OMF 2D, considera lineamientos adecuados para un ensamble correcto en vigas, columnas además de un comportamiento adecuado de sus miembros a compresión en ambos sentidos, fundamental en fases tempranas de diseño y algo que comúnmente no es considerado en otros softwares de análisis, diseño y optimización estructural. Además, la herramienta posee una ventana de información que conduce a la Página Web del Grupo de Ingeniería Sísmica y Sismología de la Universidad Técnica Particular de Loja (GRISS – UTPL) en donde expone mayor información sobre la misma así como un enlace al respectivo artículo investigativo.

Su desarrollo se efectuó en la plataforma de Python 3.7.4, la entrada y salida de datos se la visualiza a través de una interfaz gráfica desarrollada en el framework de PyQt5. Previo al uso de la herramienta, se recomienda al usuario realizar una lectura detallada del presente manual de usuario, con el fin de conseguir un óptimo funcionamiento del software.

Requerimientos del sistema

En cuanto a hardware

En la primera versión empaquetada de este archivo ejecutable desarrollada como aplicación de escritorio con interfaz gráfica de usuario, el programa requiere de la siguiente configuración mínima:

- CPU con procesador INTEL Core I3 de 1.3 GHz o superior.
- Memoria RAM 4GB o superior
- Espacio en disco de 250 MB o superior

En cuanto a conectividad

- En su primera versión, no es necesario establecer conexión a internet.

En cuanto a hardware

- No requiere de hardware adicional.

Instalación

Una vez dentro de la respectiva página del [GRISS UTPL](#) proceda a descargar el asistente de instalación **opsdesignSetup.exe** y realice los siguientes pasos:

1. Ejecutar el asistente de instalación.
2. Elegir el idioma de instalación, se recomienda el español.
3. Presionar “siguiente” hasta llegar al último recuadro para “finalizar”. El asistente de instalación recomienda crear un icono de acceso directo en el escritorio.

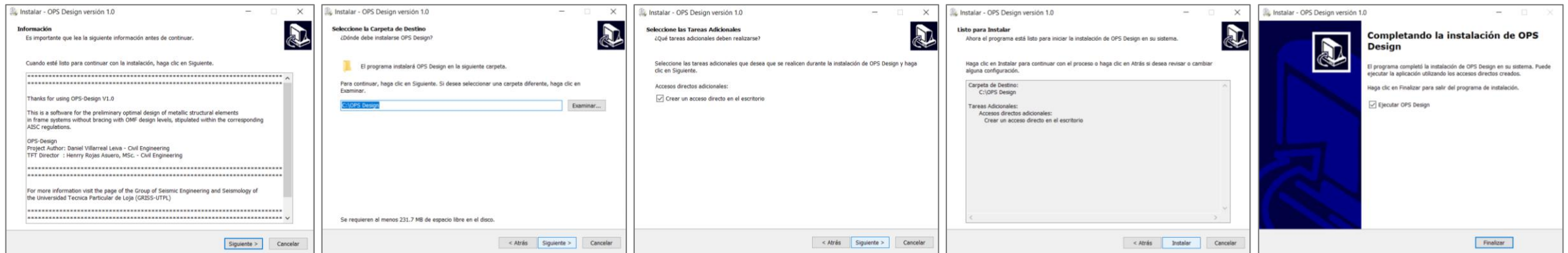


Figura 1. Proceso de instalación

Ventana principal

En la figura 2, se indica la ventana principal del aplicativo que cuenta con una barra de menús en la parte superior, dentro de la cual se tiene de izquierda a derecha lo siguiente: el menú datos de entrada, el menú para presentar resultados y una pestaña de información del aplicativo.

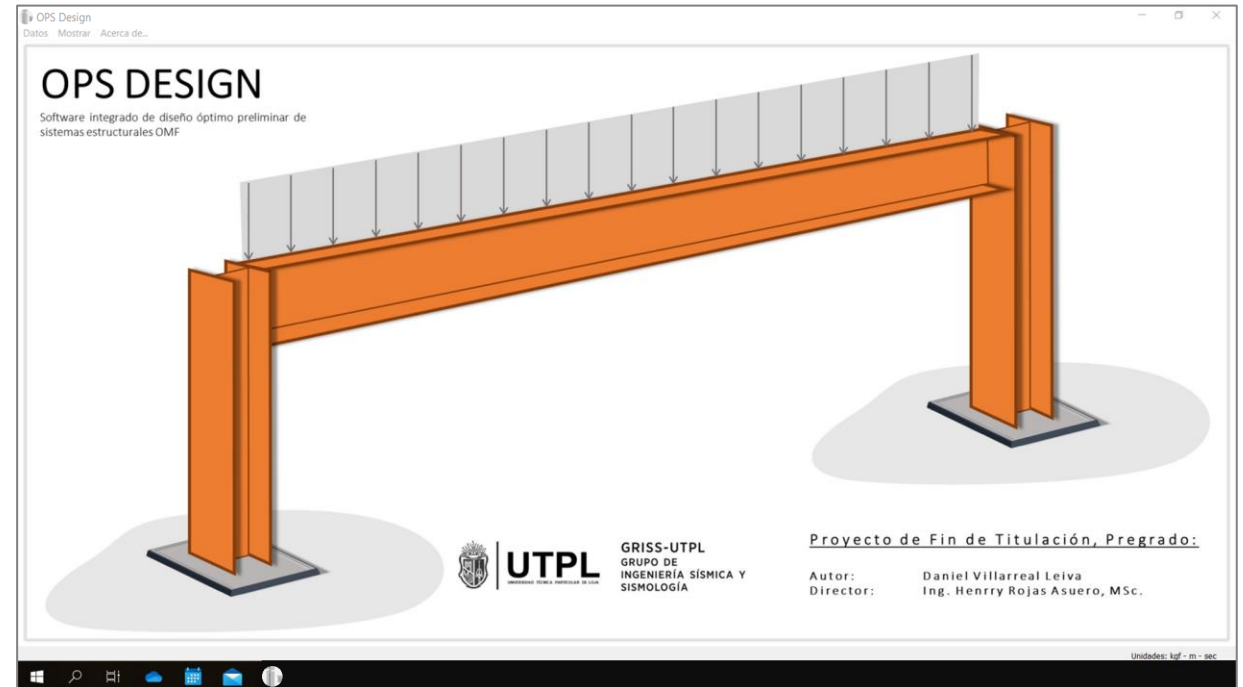


Figura 2. Ventana principal

Subventana de datos de entrada

En la figura 3, se indica la subventana de datos de entrada, la cual se muestra dividida en varias secciones.

Sección A: Se colocan parámetros de inicialización del modelo estructural como lo son el “número de nodos totales” y “número de nodos restringidos”.

Sección B: Llamada también como la “matriz de datos de entrada”, esta agrupa varias zonas de izquierda a derecha y está diseñada para recibir parámetros correspondientes de pórticos planos, entre ellos: coordenadas nodales en dos dimensiones, tres grados de libertad por nodo, número de nodos libres del pórtico, el tipo de elemento viga o columna, y cargas a los elementos estructurales.

Sección C: En su parte superior derecha se tienen botones para añadir o quitar filas de datos, un botón para cargar un ejemplo práctico, y un botón de previsualización gráfica de los datos ingresados; en su parte inferior izquierda se tienen botones de información y una sección para correr el modelo en el cual se muestran dos opciones: El botón “Análisis y Diseño” permite ejecutar directamente el modelo y visualizar los resultados en función de los datos que se introduzcan, sin optimizar; y el segundo botón “Optimización estructural” que permite ejecutar el algoritmo de optimización para encontrar la solución más óptima en base a los datos del problema. Las unidades que se deben emplear corresponden al sistema m – kgf – sec.

Subventana de datos de entrada

OPS Design

INGRESO DE: GEOMETRÍA, SECCIONES Y CARGAS AL MODELO.

Inicialización
Nodos totales de la estructura

Nodos en la base

Optimización: D/C

Elemento	Tipo	Piso	GDL_1	GDL_2	GDL_3	GDL_1	GDL_2	GDL_3	X_inicial	Y_inicial	X_final	Y_final	Tipo de Perfil	Sección	Carga Diseño Distribuid	Carga Puntual al Centro	Momento nodo inicial	Momento nodo final	L nodo inicial	L nodo final	Axi nod inici
			(inicial)	(inicial)	(inicial)	(final)	(final)	(final)	[m]	[m]	[m]	[m]			[kgf/m]	[kgf]	[kgf*m]	[kgf*m]	[kgf]	[kgf]	[kgf]

Visualización
Previsualización

Información
Ayuda (?)

Correr modelo
Análisis y Diseño
Optimización estructural

Unidades: kgf - m - sec




Figura 3. Subventana datos de datos de entrada

Subventana de resultados

En la figura 4, se indica la subventana de resultados, conformada por dos pestañas dinámicas que se activarán **de acuerdo a la opción que el usuario haya elegido para correr el modelo.**

- En el caso de requerir la opción mediante el botón **Análisis y Diseño**, los resultados se mostrarán en la pestaña “Motor simple”, para esta opción el tiempo de ejecución es breve con un máximo de 2.0 segundos en general.
- Para el caso de requerir opción mediante el botón **Optimización Estructural**, los resultados se mostrarán en la pestaña “Motor de Optimización” el tiempo puede variar en función de factores tales como: el tamaño de la estructura, y su simetría tanto a nivel geométrico como de cargas impuestas.

Cada pestaña posee funcionalidades inherentes a la opción que se haya elegido, sin embargo comparten una misma estructura en común: en la **sección a**, se encuentran botones para visualizar gráficas tales como el pórtico estudiado y la curva que relaciona el peso estructural con las opciones más óptimas; también se tienen detalles específicos de análisis, diseño y constructivos que se pueden visualizar a manera de tablas. En la **sección b**, se tiene una ventana de presentación que permite visualizar un informe resumido de los resultados.

Subventana de resultados

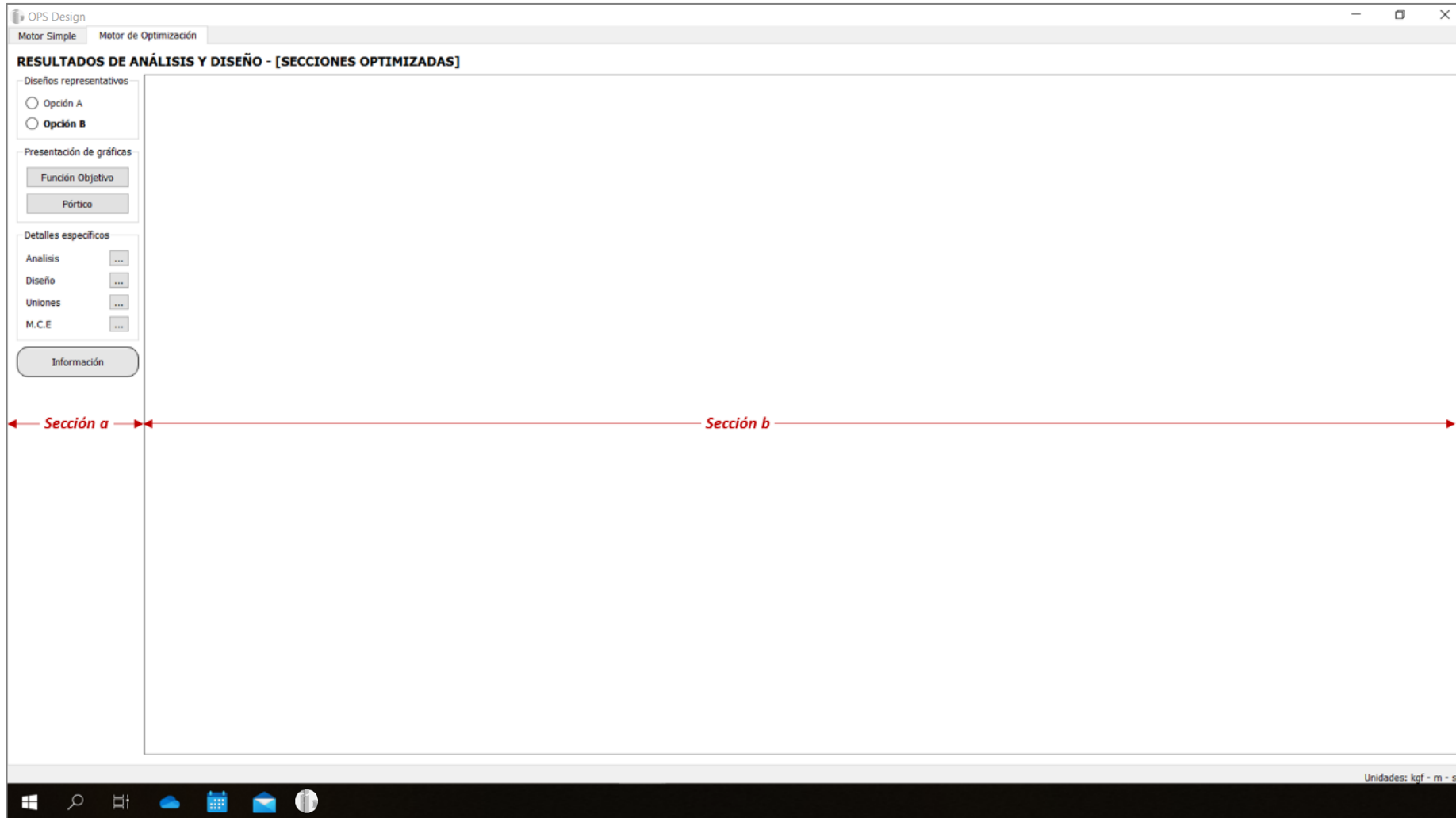


Figura 4. Subventana resultados

Información de asistencia

En la figura 5, se presenta una ventana de tipo mensaje, la cual describe brevemente las funcionalidades de la herramienta en su versión de lanzamiento, junto con dos hipervínculos: el primero conduce a la página Web del Grupo de Ingeniería Sísmica y Sismología de la Universidad Técnica Particular de Loja (GRISS – UTPL), dentro del cual se expone información general de la herramienta, características, funcionalidades; mientras que el segundo enlace conduce al respectivo artículo de investigación.



Figura 4. Ventana de información

Uso de la herramienta

Una vez entendido el contexto funcional de la herramienta, se detallan los pasos de uso mediante un **ejemplo práctico**, se indicarán las dos funcionalidades sujetas a elección del usuario, **la primera para análisis y diseño directo** de acuerdo con los datos ingresados y **la segunda como herramienta de optimización**, en ambos casos se trabajará con el mismo ejemplo.

Enunciado: “Se requiere comprobar y optimizar un pórtico en acero estructural de un vano y tres pisos de altura, ver figura V, las secciones de las columnas del primer piso son: W 16X26, y para el segundo y tercer piso W 14X53. Todas las vigas son perfiles W 16X61.

La carga muerta lineal distribuida es de 2200 kgf/m para todos los pisos, asimismo la carga viva es de 1000 kgf/m para el primer y segundo piso, y para el último piso se tiene una carga viva de 945 kgf/m. La combinación de cargas de diseño WD es $1.2D + 1.6L$, y la altura de entrepiso es 3.0 m y para el vano es de 4.0 m”.

Ver figura 6.

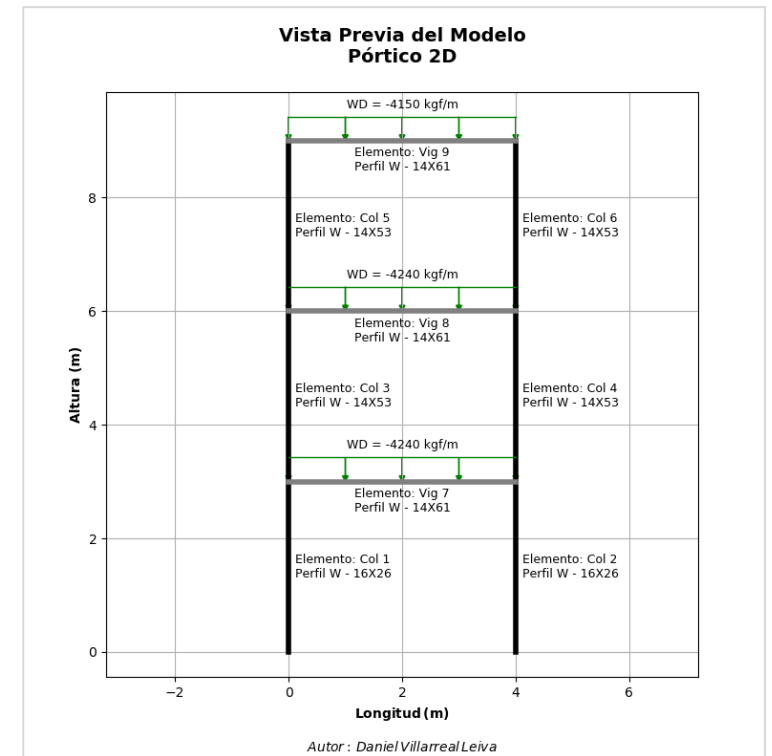


Figura 6. Vista previa del ejemplo

Uso de la herramienta

Primer paso – Introducir datos del problema

Abrir el archivo ejecutable y ubicarse en la subventana de datos de entrada, figura 3, seguidamente:

1. Colocar los respectivos datos de inicialización del modelo. Para el presente ejemplo el número de nodos totales de la estructura son 8 y el número de nodos restringidos son 2.
2. Hacer clic en el botón (+) para agregar una fila de datos, cada fila de datos se encuentra dividida por zonas (figura 7), dentro de la cuales debe definir lo siguiente:
 - Zona 1: Se define el tipo de elemento y el piso al que pertenece el pórtico.
 - Zona 2: Definir codificación en cada punto nodal del elemento mediante tres componentes x, y, z.
 - ✓ Se recomienda realizar un esbozo de la estructura y ubicar la codificación nodal, ver figura 7 como referencia.
 - Zona 3: Colocar coordenadas nodales en cada elemento de la estructura con respecto al origen.
 - Zona 4: Por medio de “combobox”, se definen las secciones W a elección del usuario.
 - ✓ Nota aclaratoria: **En optimización no es necesario definir los perfiles**, basta con dejar los que aparezcan por defecto ya que es justamente lo que se requiere llegar a determinar con la optimización.
 - Zona 5: Introducir las cargas de diseño factorizadas, para este ejemplo únicamente se tienen cargas de tipo lineal, en caso de no existir, el programa automáticamente asigna estas cargas con un valor de cero.
3. Finalmente la figura 8 indica todos los datos ingresados.

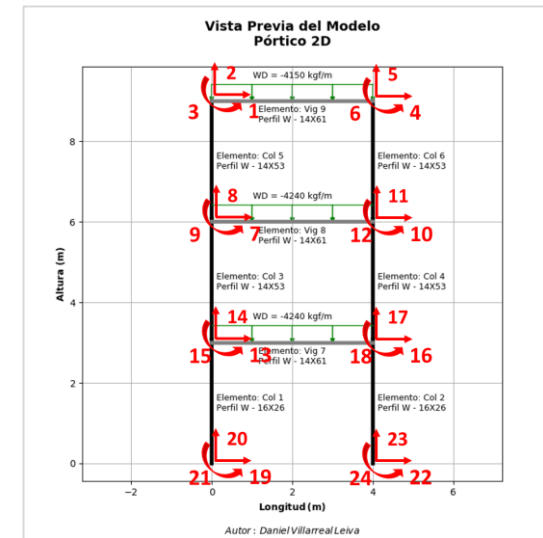


Figura 7. Ejemplo de codificación a cada nodo (cada número representa el grado de libertad)

Uso de la herramienta

Primer paso – Introducir datos del problema

OPS Design

INGRESO DE: GEOMETRÍA, SECCIONES Y CARGAS AL MODELO.

Inicialización
Nodos totales de la estructura: 8
Nodos en la base: 2
Optimización: D/C

Elemento	Tipo	Piso	GDL_1	GDL_2	GDL_3	GDL_1	GDL_2	GDL_3	X_inicial	Y_inicial	X_final	Y_final	Tipo de Perfil	Sección	Carga Diseño Distribuid: [kgf/m]	Carga Puntual al Centro [kgf]	Momento nodo inicial [kgf*m]	Momento nodo final [kgf*m]	↓ nodo inicial [kgf]	↓ nodo final [kgf]	
			(inicial)	(inicial)	(inicial)	(final)	(final)	(final)	[m]	[m]	[m]	[m]									
1	1	Col	1	19	20	21	13	14	15	0	0	0	3	W	16X26	0	0	0	0	0	0
2	2	Col	1	22	23	24	16	17	18	4	0	4	3	W	16X26	0	0	0	0	0	0
3	3	Col	2	13	14	15	7	8	9	0	3	0	6	W	14X53	0	0	0	0	0	0
4	4	Col	2	16	17	18	10	11	12	4	3	4	6	W	14X53	0	0	0	0	0	0
5	5	Col	3	7	8	9	1	2	3	0	6	0	9	W	14X53	0	0	0	0	0	0
6	6	Col	3	10	11	12	4	5	6	4	6	4	9	W	14X53	0	0	0	0	0	0
7	7	Vig	1	13	14	15	16	17	18	0	3	4	3	W	14X61	-4240	0	0	0	0	0
8	8	Vig	2	7	8	9	10	11	12	0	6	4	6	W	14X61	-4240	0	0	0	0	0
9	9	Vig	3	1	2	3	4	5	6	0	9	4	9	W	14X61	-4150	0	0	0	0	0

Zona 1 Zona 2 Zona 3 Zona 4 Zona 5

Visualización: Previsualización

Información: Guía y Blog

Limitaciones: !!

Visor de Perfiles: I

Correr modelo: Análisis y Diseño, Optimización estructural

Unidades: kgf - m - sec

Figura 8. Matriz de datos de entrada para el caso de estudio propuesto

Uso de la herramienta

Segundo paso – Opciones de ejecución a elección del usuario

Como se mencionó en secciones anteriores, la principal funcionalidad del programa es que actúe como una **herramienta de optimización de perfiles estructurales metálicos**, sin embargo si el usuario lo desea, también puede ejecutar un análisis y diseño simple de una estructura con perfiles propuestos y ver lo que sucede con esa configuración, en este último caso la herramienta ya no ejecuta el algoritmo de optimización:

1. Si desea optimizar, entonces luego de llenar los datos proceda a hacer clic en “Optimización estructural”.
2. Si no de sea optimizar, entonces luego de llenar los datos proceda a hacer clic en “Análisis y Diseño”.



Figura 9. Izquierda: Optimización estructural; Derecha: Análisis y diseño de elementos propuestos.

Uso de la herramienta

Tercer paso – Visualizar resultados “Optimización Estructural” (Si no eligió esta opción, ignore esta página)

1. Al elegir esta opción, acto seguido se abrirá de manera automática una ventana con el **procedimiento de optimización a tiempo real**, ver figura 10.

- La herramienta para la optimización muestra por pantalla todas las posibilidades realizadas de familias de perfiles estructurales hasta dar con la estructura de menor peso posible que cumple con todas las restricciones de diseño y constructivos, dando como resultado una estructura óptima, que minimiza costos y constructivamente aceptable para el diseñador.

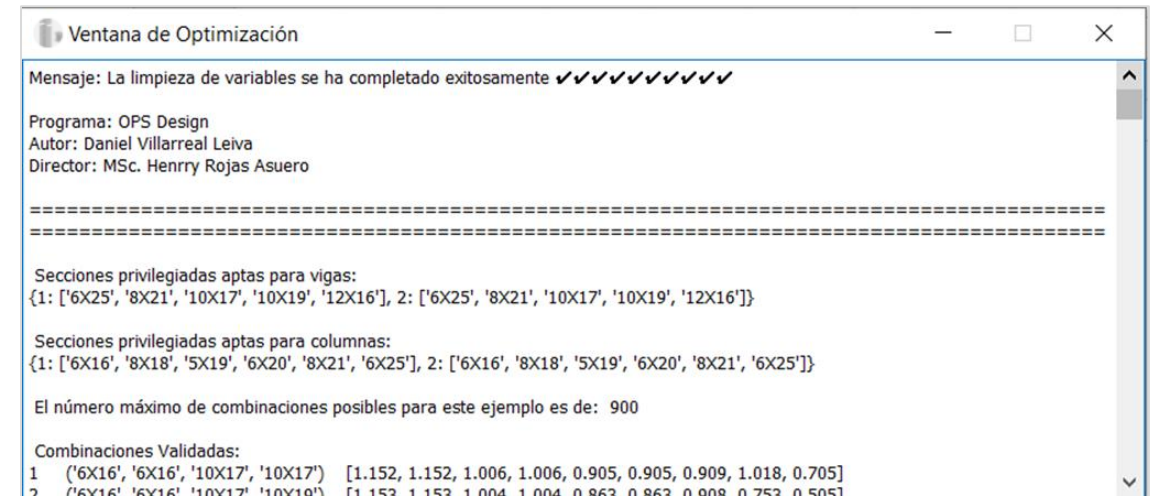


Figura 10. Ventana de optimización

2. Al finalizar la ejecución, abrir la **subventana de resultados** y ubicarse en la pestaña “**Motor de Optimización**”, en ella aparecerán dos “radiobuttons” con los dos diseños óptimos representativos, el diseño B representa la opción con el peso más bajo y por ende la más óptima, mientras que el diseño A representa la opción con la menor cantidad de secciones con menor peso, ver figura 11.

Uso de la herramienta

Tercer paso – Visualizar resultados “Optimización Estructural”

(Si no eligió esta opción, ignore esta página)

radiobuttons

GroupBox

toolbuttons

TextBrowser

RESULTADOS DE ANÁLISIS Y DISEÑO - [SECCIONES OPTIMIZADAS]

Motor Simple Motor de Optimización

Diseños representativos

Opción A

Opción B

Presentación de gráficas

Función Objetivo

Pórtico

Detalles específicos

Análisis

Diseño

Uniones

M.C.E.

Información

Unidades: kgf - m - sec

DETALLE GENERAL DE RESULTADOS

Note: Es posible que exista una única opción, en cualquier caso se busca minimizar el peso estructural.

Opción con el peso estructural más bajo de todas las opciones más óptimas:

Análisis Estructural

Las fuerzas en los elementos son:

Elemento	Tipo	Pu_j [kgf]	Vu_j [kgf]	Mu_j [kgf.m]	Pu_j [kgf]	Vu_j [kgf]	Mu_j [kgf.m]
01	Col	25260.0	-1175.268	-1157.029	-25260.0	-1175.268	-2368.775
02	Col	25260.0	-1175.268	-1157.029	-25260.0	-1175.268	-2368.775
03	Col	16780.0	-1264.128	-1885.627	-16780.0	1264.128	-1906.758
04	Col	16780.0	1264.128	1885.627	-16780.0	-1264.128	1906.758
05	Col	8300.0	-1881.163	-2512.554	-8300.0	1881.163	-3130.937
06	Col	8300.0	1881.163	2512.554	-8300.0	-1881.163	3130.937
07	Vig	-88.861	8480.0	4254.402	88.861	8480.0	-4254.402
08	Vig	-617.035	8480.0	4419.312	617.035	8480.0	-4419.312
09	Vig	1881.163	8300.0	3130.937	-1881.163	8300.0	-3130.937

Diseño estructural [LRFD]

Indicaciones:

* Mientras más cercana es la relación Demanda/Capacidad a 1 por la izquierda, más óptimo es el diseño.

Elemento	Tipo	Sección	Peso [kgf/m]	Longitud [m]	Peso elemento [kgf]	Tipo de Verificación	Pu [kgf]	Mux [kgf.m]	Muy [kgf.m]	Fh_Pn [kgf]	Fh_Mnx [kgf.m]	Fh_Mny [kgf.m]	Relación D/C
01	Col	W 8X18	26.258	3.0	78.775	Por Acciones Combinadas De Flexo Compresión	25260.0	2368.775	0	47248.83	6251.82	1734.57	0.871
02	Col	W 8X18	26.258	3.0	78.775	Por Acciones Combinadas De Flexo Compresión	25260.0	2368.775	0	47248.83	6251.82	1734.57	0.871
03	Col	W 6X16	23.732	3.0	71.196	Por Acciones Combinadas De Flexo Compresión	16780.0	1906.758	0	31646.46	4305.41	1262.17	0.924
04	Col	W 6X16	23.732	3.0	71.196	Por Acciones Combinadas De Flexo Compresión	16780.0	1906.758	0	31646.46	4305.41	1262.17	0.924
05	Col	W 6X16	23.732	3.0	71.196	Por Acciones Combinadas De Flexo Compresión	8300.0	3130.937	0	31646.46	4305.41	1262.17	0.909
06	Col	W 6X16	23.732	3.0	71.196	Por Acciones Combinadas De Flexo Compresión	8300.0	3130.937	0	31646.46	4305.41	1262.17	0.909
07	Vig	W 10X19	27.995	4.0	111.979	Acciones De Flexión Solicitante En Elementos	88.861	4254.402	0	17721.92	5762.27	1246.3	0.738
08	Vig	W 10X17	24.875	4.0	99.499	Acciones De Flexión Solicitante En Elementos	617.035	4419.312	0	14697.94	4417.94	1041.16	1.0
09	Vig	W 10X17	24.875	4.0	99.499	Acciones De Flexión Solicitante En Elementos	1881.163	3130.937	0	14697.94	4417.94	1041.16	0.709

El peso de todos los elementos es de: 753.311 kgf
El promedio de demanda/capacidad es de: 0.873

Criterio correcto de ensamble en las uniones

Indicaciones:

* Valores menores o iguales a 0 indican un correcto ensamble

Restricciones para uniones Columna-Viga (Ancho de Petín)

- Una vez aquí (figura 11). Se presenta un reporte de resultados por medio de un “TextBrowser”. Los detalles específicos del análisis y diseño realizado se encuentran dentro del contenedor de tipo “groupbox”, los cuales puede acceder por medio de sus respectivos “toolbuttons”.

Figura 11. Subventana de resultados para “Motor de Optimización”

Uso de la herramienta

Tercer paso – Visualizar resultados “Optimización Estructural” (Si no eligió esta opción, ignore esta página)

4. Dentro de la subventana de resultados podrá visualizar algunas gráficas tales como la curva que representa el conjunto de soluciones óptimas encontradas versus el peso de la estructura, ver figura 12.
5. También se podrán visualizar los detalles específicos de resultados, ver figura 13.

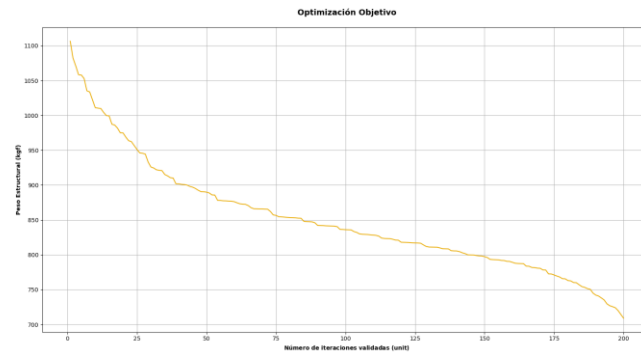
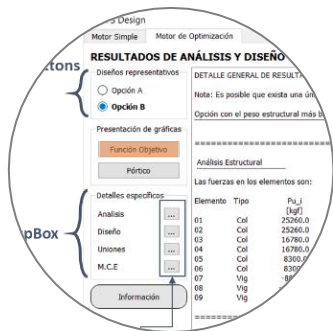
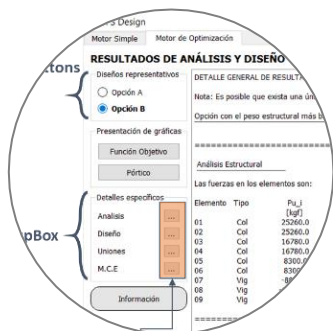


Figura 12. Relación entre el peso estructural y el número de iteraciones.



Cargas Generales	Matriz de Rigidez Global Estructura	Desplazamientos	Reacciones	Fuerzas Elementales	
kg/m	0	1	2	3	4
0 0.0	16271635.7569...	0.0	176468.248853...	-16153990.2577...	0.0
1 1.0	0.0	20673272.1339...	248502.471048...	0.0	-124251.2355...
2 2.0	176468.248853...	248502.471048...	1021287.9507...	0.0	-248502.4710...
3 3.0	-16153990.2577...	0.0	0.0	16271635.7569...	0.0
4 4.0	0.0	-124251.235524...	-248502.471048...	0.0	20673272.133...
5 5.0	0.0	248502.471048...	327263.160624...	176468.248853...	-248502.4710...
6 6.0	-117645.499235...	0.0	-176468.248853...	0.0	0.0
7 7.0	0.0	-20549020.8964...	0.0	0.0	0.0
8 8.0	176468.248853...	0.0	174863.515049...	0.0	0.0
9 9.0	0.0	0.0	0.0	-117645.499235...	0.0
10 10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-20549020.89...
11 11.0	0.0	0.0	0.0	176468.248853...	0.0
12 12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

...

Elemento	Tipo de Elemento	Perfil Estructural	Peso unitario [kg/m]	Longitud [m]	Peso del elemento [kg]	tipo de verificación	Φ _t [LRFD] [kgf]	Φ _M [LRFD] [kgf]	Φ _M [LRFD] [kgf]	ln Demanda/Cap
0 1	Col	[W 6X18]	26.2503112703...	3	78.7749338111...	Combinadas De Flexo ...	47248.83	6251.82	1734.57	0.871
1 2	Col	[W 6X18]	26.2503112703...	3	78.7749338111...	Combinadas De Flexo ...	47248.83	6251.82	1734.57	0.871
2 3	Col	[W 6X16]	23.731935003777...	3	71.195805011331	Combinadas De Flexo ...	31646.46	4305.41	1262.17	0.924
3 4	Col	[W 6X16]	23.731935003777...	3	71.195805011331	Combinadas De Flexo ...	31646.46	4305.41	1262.17	0.924
4 5	Col	[W 6X16]	23.731935003777...	3	71.195805011331	Combinadas De Flexo ...	31646.46	4305.41	1262.17	0.909
5 6	Col	[W 6X16]	23.731935003777...	3	71.195805011331	Combinadas De Flexo ...	31646.46	4305.41	1262.17	0.909
6 7	Vig	[W 10X19]	27.9947202136...	4	111.978880854...	Flexión	17721.92	5762.27	1246.3	0.738
7 8	Vig	[W 10X17]	24.8748556759...	4	99.4994227039...	Solicitante En ...	14697.94	4417.94	1041.16	1.0
8 9	Vig	[W 10X17]	24.8748556759...	4	99.4994227039...	Solicitante En ...	14697.94	4417.94	1041.16	0.709

Figura 13. Algunos detalles de resultados

Uso de la herramienta

Tercer paso – Visualizar resultados “Análisis y Diseño” (Si no eligió esta opción, ignore esta página)

1. Al elegir esta opción, acto seguido sencillamente debe abrir la subventana de resultados y ubicarse en la pestaña “Motor simple”, ver figura 14.

OPS Design

Motor Simple Motor de Optimización

RESULTADOS DE ANÁLISIS Y DISEÑO - [SECCIONES DE INICIALIZACIÓN]

Presentación de gráficos

Pórtico

Detalles específicos

Análisis

Diseño

Uniones

M.C.E

Información

toolbuttons

Unidades: kgf - m - sec

DETALLE GENERAL DE RESULTADOS

Nota: Los resultados de esta sección reflejan el análisis y diseño del modelo realizado, si desea optimizar, diríjase al botón respectivo en la ventana anterior.

=====
Análisis Estructural

Las fuerzas en los elementos son:

Elemento	Tipo	Pu_L [kgf]	Vu_L [kgf.m]	Mu_L [kgf.m]	Pu_U [kgf]	Vu_U [kgf.m]	Mu_U [kgf.m]
01	Col	25260.0	-685.661	-655.139	-25260.0	685.661	-1401.844
02	Col	25260.0	685.661	655.139	-25260.0	-685.661	1401.844
03	Col	16780.0	-1802.011	-3052.701	-16780.0	1802.011	-2353.332
04	Col	16780.0	1802.011	3052.701	-16780.0	-1802.011	2353.332
05	Col	8300.0	-2210.802	-2726.762	-8300.0	2210.802	-3905.644
06	Col	8300.0	2210.802	2726.762	-8300.0	-2210.802	3905.644
07	Vig	-1116.35	8480.0	4454.545	1116.35	8480.0	-4454.545
08	Vig	-408.791	8480.0	5080.093	408.791	8480.0	-5080.093
09	Vig	2210.802	8300.0	3905.644	-2210.802	8300.0	-3905.644

=====
Diseño estructural [LRFD]

Indicaciones:
* Mientras más cercana es la relación Demanda/Capacidad a 1 por la izquierda, más óptimo es el diseño.

Elemento	Tipo	Sección	Peso [kgf/m]	Longitud [m]	Peso elemento [kgf]	Tipo de Verificación	Pu [kgf]	Mux [kgf.m]	Muy [kgf.m]	Fh_Pn [kgf]	Fh_Mrx [kgf.m]	Fh_Mny [kgf.m]	Relación D/C
01	Col	W 16X26	38.220	3.0	114.659	Por Acciones Combinadas De Flexo Compresión	25260.0	1401.844	0	62216.65	16132.55	2035.41	0.483
02	Col	W 16X26	38.220	3.0	114.659	Por Acciones Combinadas De Flexo Compresión	25260.0	1401.844	0	62216.65	16132.55	2035.41	0.483
03	Col	W 14X53	77.446	3.0	232.339	Por Acciones Combinadas De Flexo Compresión	16780.0	3052.701	0	184980.43	31755.73	8163.27	0.141
04	Col	W 14X53	77.446	3.0	232.339	Por Acciones Combinadas De Flexo Compresión	16780.0	3052.701	0	184980.43	31755.73	8163.27	0.141
05	Col	W 14X53	77.446	3.0	232.339	Por Acciones Combinadas De Flexo Compresión	8300.0	3905.644	0	184980.43	31755.73	8163.27	0.145
06	Col	W 14X53	77.446	3.0	232.339	Por Acciones Combinadas De Flexo Compresión	8300.0	3905.644	0	184980.43	31755.73	8163.27	0.145
07	Vig	W 14X61	89.270	4.0	357.080	Acciones De Flexión Solicitante En Elementos	1116.35	4454.545	0	209163.41	37478.95	12204.04	0.119
08	Vig	W 14X61	89.270	4.0	357.080	Acciones De Flexión Solicitante En Elementos	-408.791	5080.093	0	209163.41	37478.95	12204.04	0.136
09	Vig	W 14X61	89.270	4.0	357.080	Acciones De Flexión Solicitante En Elementos	2210.802	3905.644	0	209163.41	37478.95	12204.04	0.104

El peso de todos los elementos es de: 2229.914 kgf
El promedio de demanda/capacidad es de: 0.211

=====
Criterio correcto de ensamble en las uniones

Indicaciones:
* Valores menores o iguales a 0 indican un correcto ensamble

2. De igual manera podrá visualizar los detalles específicos de resultados tal como la figura 13.

Figura 14. Subventana de resultados para “Motor de Simple”

Limitaciones

El uso de esta herramienta en su primera versión se ve limitado a modelos estructurales en sistemas OMF de geometría típica, tales como pórticos cuadrados, cuadrados irregulares y pórticos a dos aguas (ver figura 15). El tiempo de optimización irá dado por el tamaño de la estructura, el programa está diseñado para trabajar con pórticos de hasta 10 pisos, sin embargo, se recomienda el uso de esta herramienta para pórticos no mayores a 6 pisos.

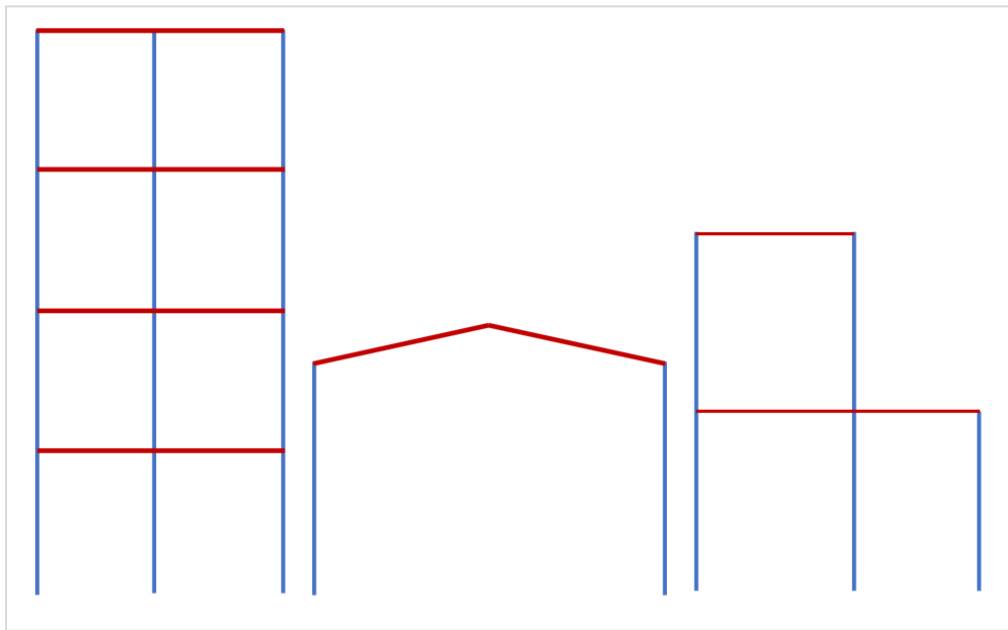
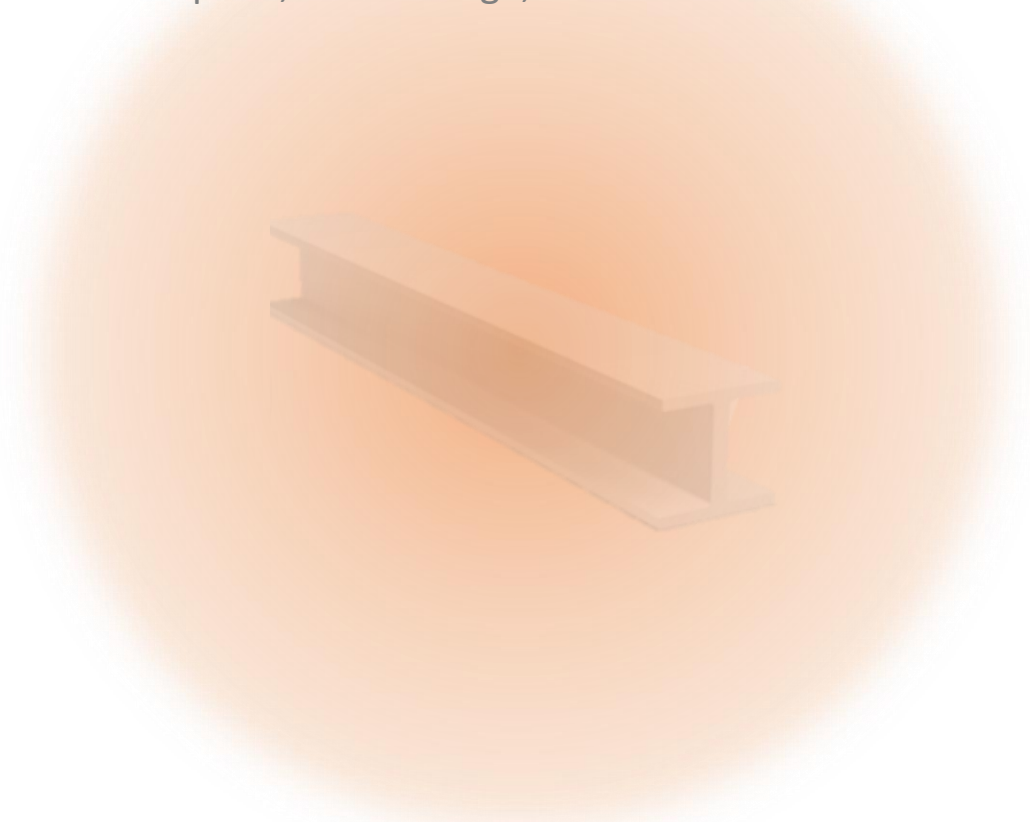


Figura 15. Tipología de pórticos aceptados por el programa



OPS Design

Versión 1.0, 2020

Ing. Daniel Villarreal Leiva
Ing. Henry Rojas Asuero



OPS - Design