

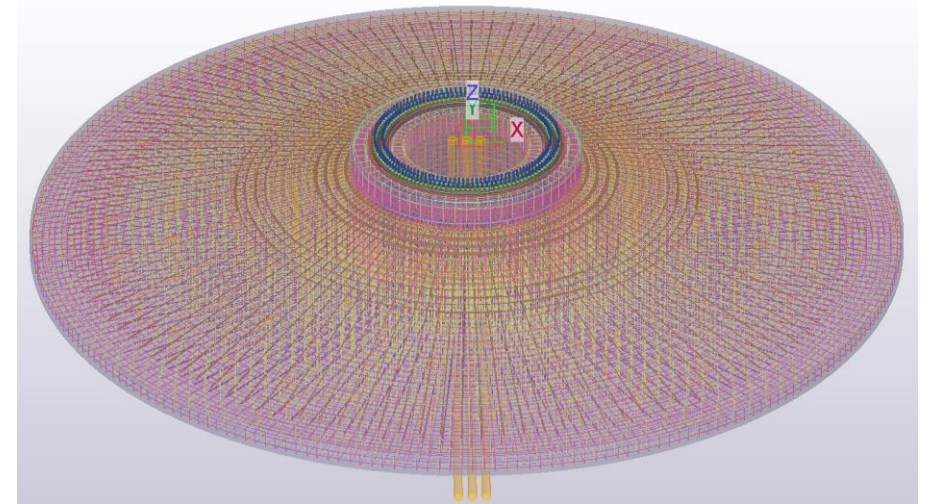
Caso práctico de automatización en el modelado de armaduras

Javier Carrascal, Acciona Ingeniería

María Cruz Martín, Acciona Ingeniería

Índice

- Automatización en Acciona Ingeniería
- Caso práctico: Cimentación aerogenerador
 - ❑ Experiencia previa: P.E. Reynosa
 - ❑ Proyecto piloto: P.E. Mesa La Paz
 - ❑ Aplicación desarrollada
- Reflexión final



Automatización en Acciona Ingeniería

ACCIONA INGENIERÍA con más de **60 años de liderazgo** en los sectores de la **ingeniería civil**, la **ingeniería industrial** y **medioambiental**. Es una empresa altamente internacionalizada con más de 300 profesionales y con los más modernos medios tecnológicos e informáticos que le permiten abordar cualquier proyecto con las **máximas garantías de calidad, excelencia y eficiencia**.

Tipos de automatización:

- Procesos y procedimientos de gestión (Base de datos).
- Optimización de tareas repetitivas (Automatización en los flujos de trabajo).

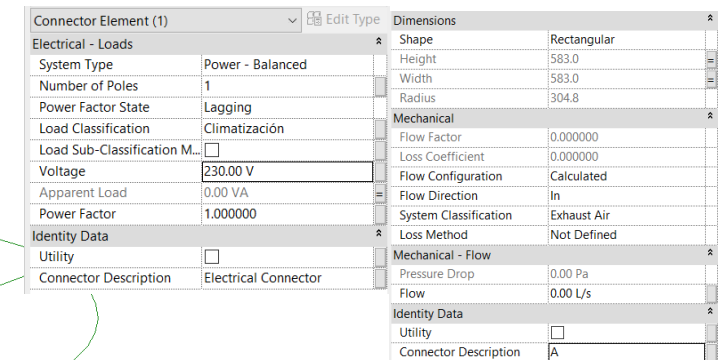
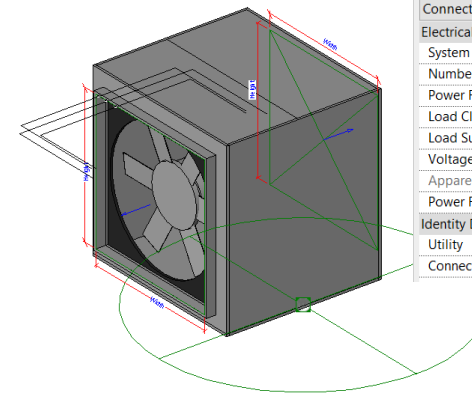
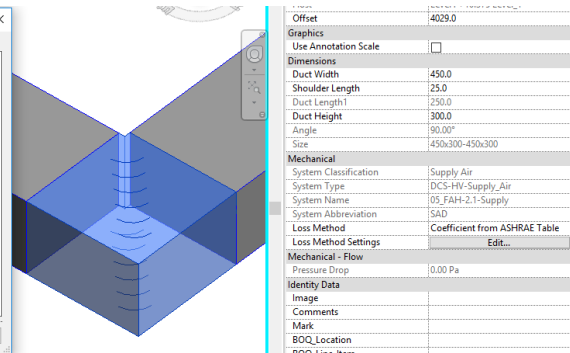
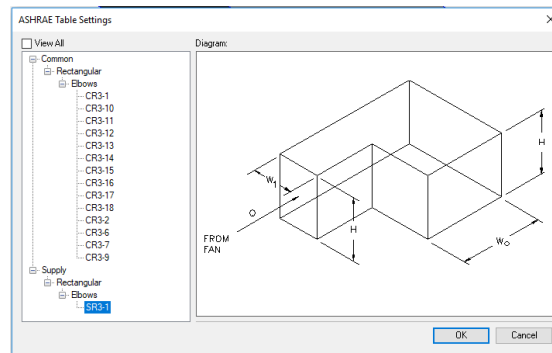
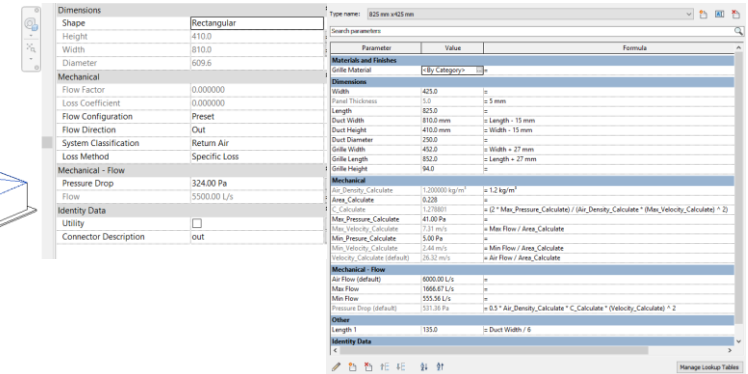
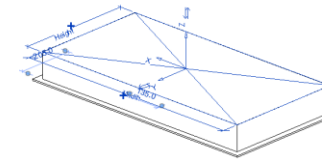
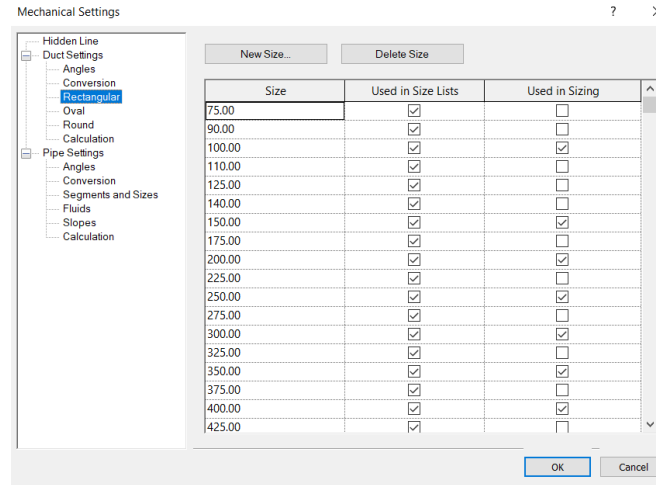


Automatización en Acciona Ingeniería

Automatización de Instalaciones

Configuración:


- General
- Accesorios
- Terminales de aire
- Maquinaria



Automatización en Acciona Ingeniería

Automatización de Instalaciones

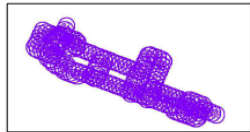
Project 1

 **DIALux**
01.04.2019

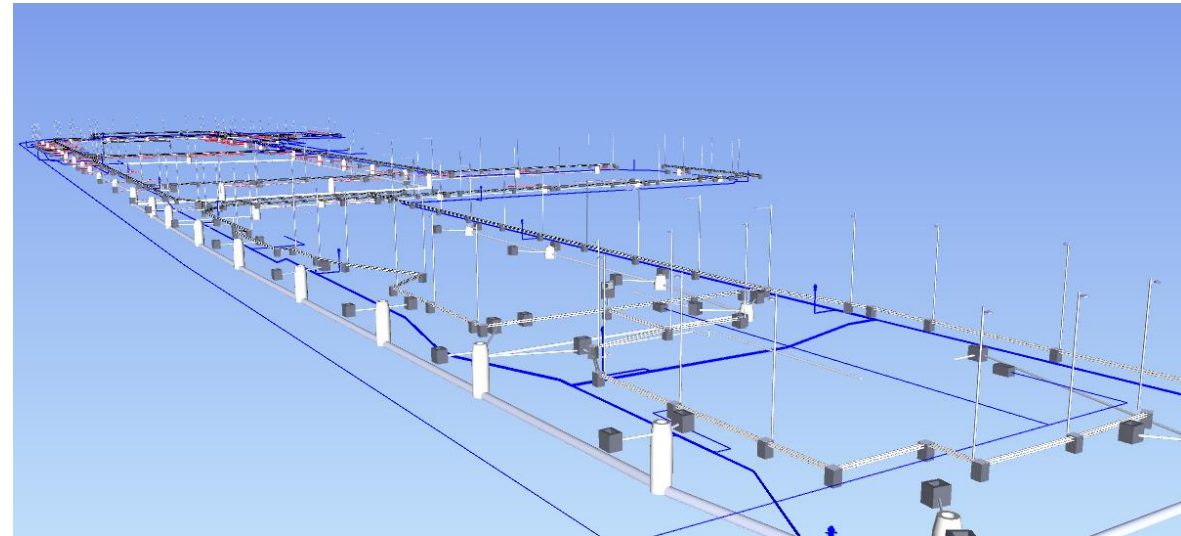
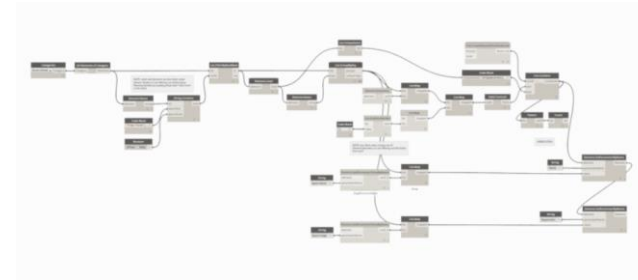
Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / Luminaires (coordinates list)

Disano 3291 Sella 1 - STWB Disano 3291 24 LED 700mA 4000K CLD CELL graphite
14539 lm, 127.3 W, 1 x 1 x LuxM+LuxTX118_3291 (Correction Factor 1.000).

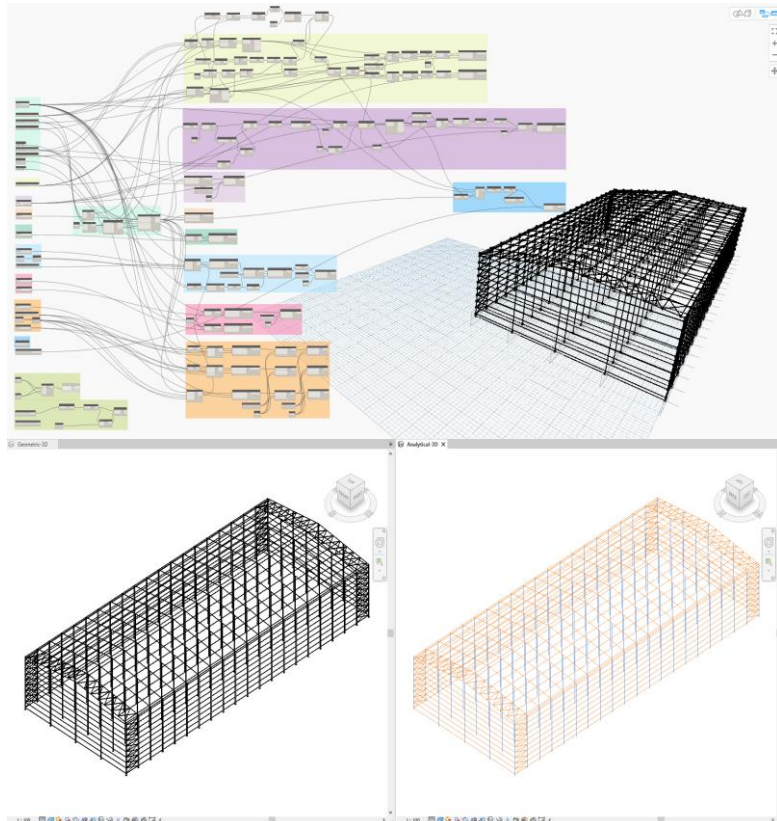


No.	Position [m]			Rotation [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	-236.643	122.707	10.000	0.0	0.0	157.9
2	-222.743	117.066	10.000	0.0	0.0	157.9
3	-208.844	111.426	10.000	0.0	0.0	157.9
4	-194.945	105.785	10.000	0.0	0.0	157.9
5	-181.046	100.144	10.000	0.0	0.0	157.9
6	-167.147	94.504	10.000	0.0	0.0	157.9
7	-153.248	88.863	10.000	0.0	0.0	157.9
8	-139.349	83.222	10.000	0.0	0.0	157.9
9	-125.450	77.582	10.000	0.0	0.0	157.9
10	-111.551	71.941	10.000	0.0	0.0	157.9
11	-97.652	66.300	10.000	0.0	0.0	157.9
12	-83.753	60.660	10.000	0.0	0.0	157.9
13	-69.854	55.019	10.000	0.0	0.0	157.9
14	-55.955	49.378	10.000	0.0	0.0	157.9
15	-42.056	43.738	10.000	0.0	0.0	157.9
16	-28.157	38.097	10.000	0.0	0.0	157.9
17	-14.258	32.456	10.000	0.0	0.0	157.9
18	-238.329	127.656	10.000	0.0	0.0	68.5
19	-233.569	139.753	10.000	0.0	0.0	68.5
20	-234.731	146.619	10.000	0.0	0.0	110.0
21	-241.092	153.387	10.000	0.0	0.0	158.3
22	-255.031	158.929	10.000	0.0	0.0	158.3
23	-268.969	164.471	10.000	0.0	0.0	158.3
24	-282.908	170.013	10.000	0.0	0.0	158.3
25	-284.652	178.410	10.000	0.0	0.0	67.9
26	-278.936	192.497	10.000	0.0	0.0	67.9
27	-273.219	206.584	10.000	0.0	0.0	67.9
28	-345.035	183.136	10.000	0.0	0.0	-22.3



Automatización en Acciona Ingeniería

Modelo geométrico-Modelo analítico



SAP 2000[®]

Programa de elementos finitos para modelado,
análisis y dimensionamiento de cualquier
estructura

ETABS[®]

ETABS integra todos los aspectos de un proyecto
de edificios, desde el inicio de su concepción, a la
conexión BIM y detalle de estructuras

- Definición geométrica.
- Extracción del modelo analítico.
- Importación SAP 2000/ETABS.
- Exportación a Revit.
- Detalle del modelo geométrico.



Caso práctico: Cimentación aerogenerador

Experiencia previa: P.E. Reynosa

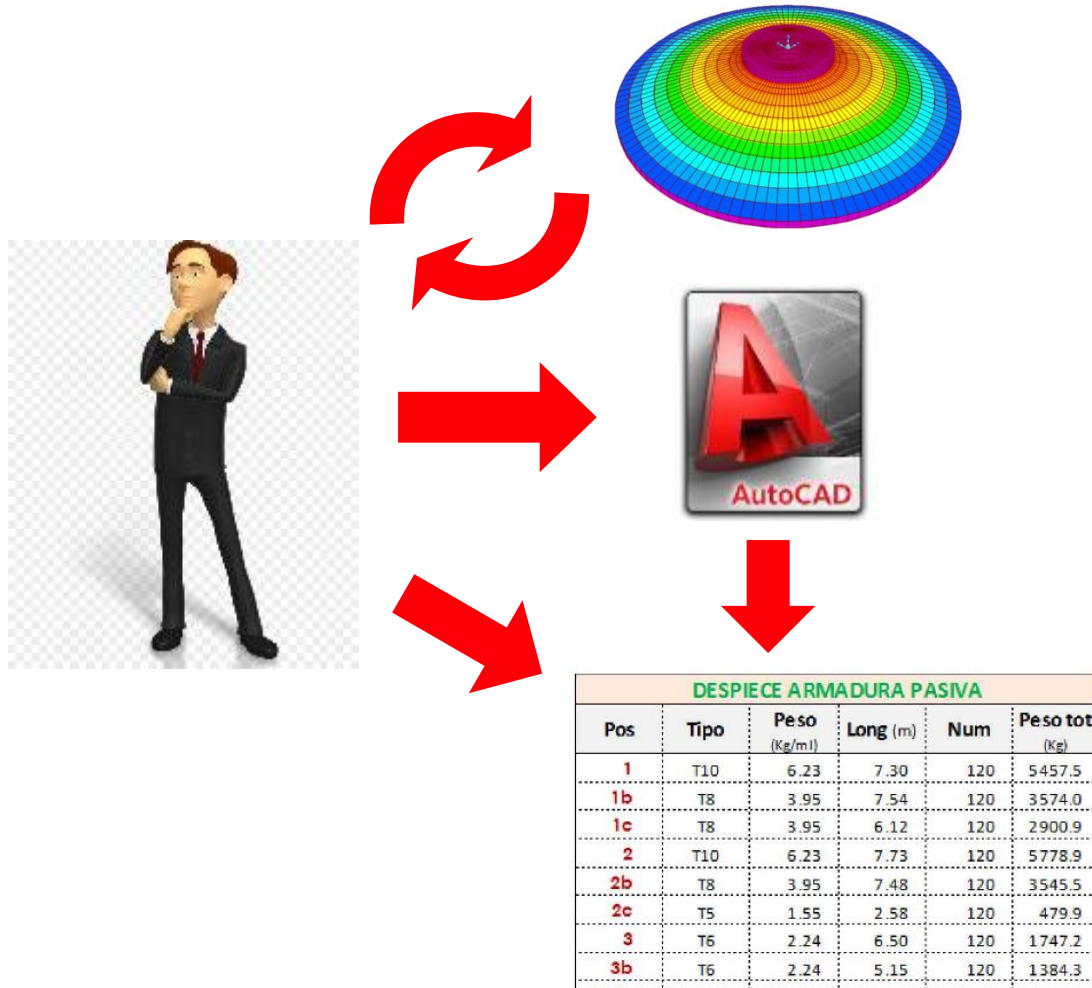


Parque Eólico Reynosa (Tamaulipas, México)

- EPC Acciona Industrial.
- Propiedad Zuma Energía. Ingeniería cliente: ESTEYCO.
- 123 aerogeneradores.
- Turbina 3.6 MW. Suministrador: VESTAS.
- Torre metálica 120 m.
- Cimentación hormigón armado (21.5 m diámetro).

Caso práctico: Cimentación aerogenerador

Experiencia previa: P.E. Reynosa



Flujo de trabajo tradicional

- Fase 1: Modelo de cálculo.
- Fase 2: Croquis de armadura “a mano”.
- Fase 3: Planos en AutoCAD.
- Fase 4: Despieces de armadura basados en Excel.

Caso práctico: Cimentación aerogenerador

Proyecto piloto: P.E. Mesa La Paz

Parque Eólico Mesa La Paz (Tamaulipas, México)



- EPC Acciona Industrial.
- Propiedad AES. Ingeniería cliente: Barr.
- 85 aerogeneradores.
- Turbina 3.6 MW. Suministrador: VESTAS.
- Torre metálica 120 m.

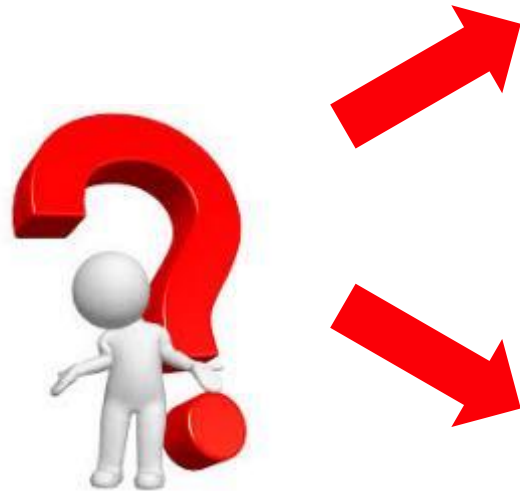


Caso práctico: Cimentación aerogenerador

Proyecto piloto: P.E. Mesa La Paz

Similitudes con el P.E. Reynosa

- Localización: Tamaulipas (México).
- Misma turbina: VESTAS 3.6 MW.
- Misma torre metálica: HH 120.



Opción cómoda: Adaptar Reynosa

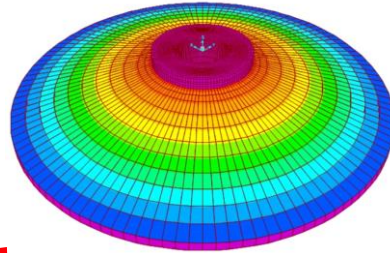
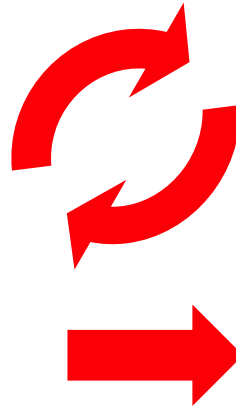
- Aprovechar todo lo ya hecho.
- Sufrir mismo flujo de trabajo tedioso.

Opción innovadora: Automatizar procesos

- Sufrir coste de implantación simultánea con producción.
- Aprovechar las ventajas de la automatización.
- Aumentar eficiencia en futuros proyectos.

Caso práctico: Cimentación aerogenerador

Proyecto piloto: P.E. Mesa La Paz



NOMBRE	DIAMETRO	NUMERO	LONGITUD	RADIO INT.	PESOP	PESO	FORMA PLEGADO
1	T10	120	8570		53.26	6391.5	
1b	T8	120	5692		22.64	2717.1	
2	T8	120	7669		30.51	3660.9	
3	T10	120	9267		57.59	6911.3	
3b	T6	120	4351		9.73	1168.0	
4	T6	120	7236		16.19	1942.4	



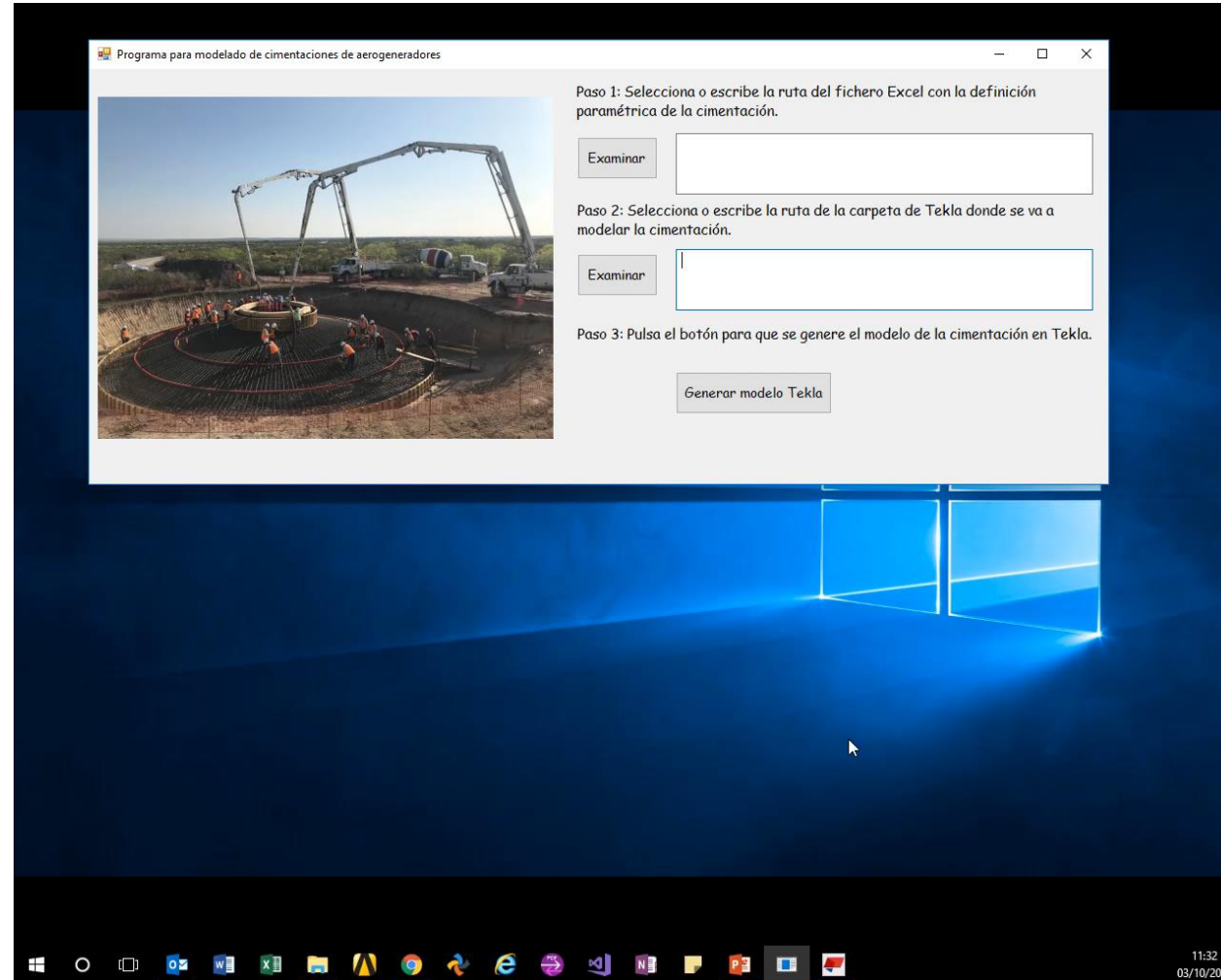
Nuevo flujo de trabajo

- Fase 1: Modelo de cálculo, aprovechando “motor” Excel.
- Fase 2: Parametrización de la cimentación en Excel.
- Fase 3: Generación automática del modelo Tekla.
- Fase 4: Planos, despieces de armadura y mediciones directamente a partir de Tekla.

Caso práctico: Cimentación aerogenerador

Aplicación desarrollada

Formulario de Windows



Caso práctico: Cimentación aerogenerador

Aplicación desarrollada

Excel de parametrización

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following content:

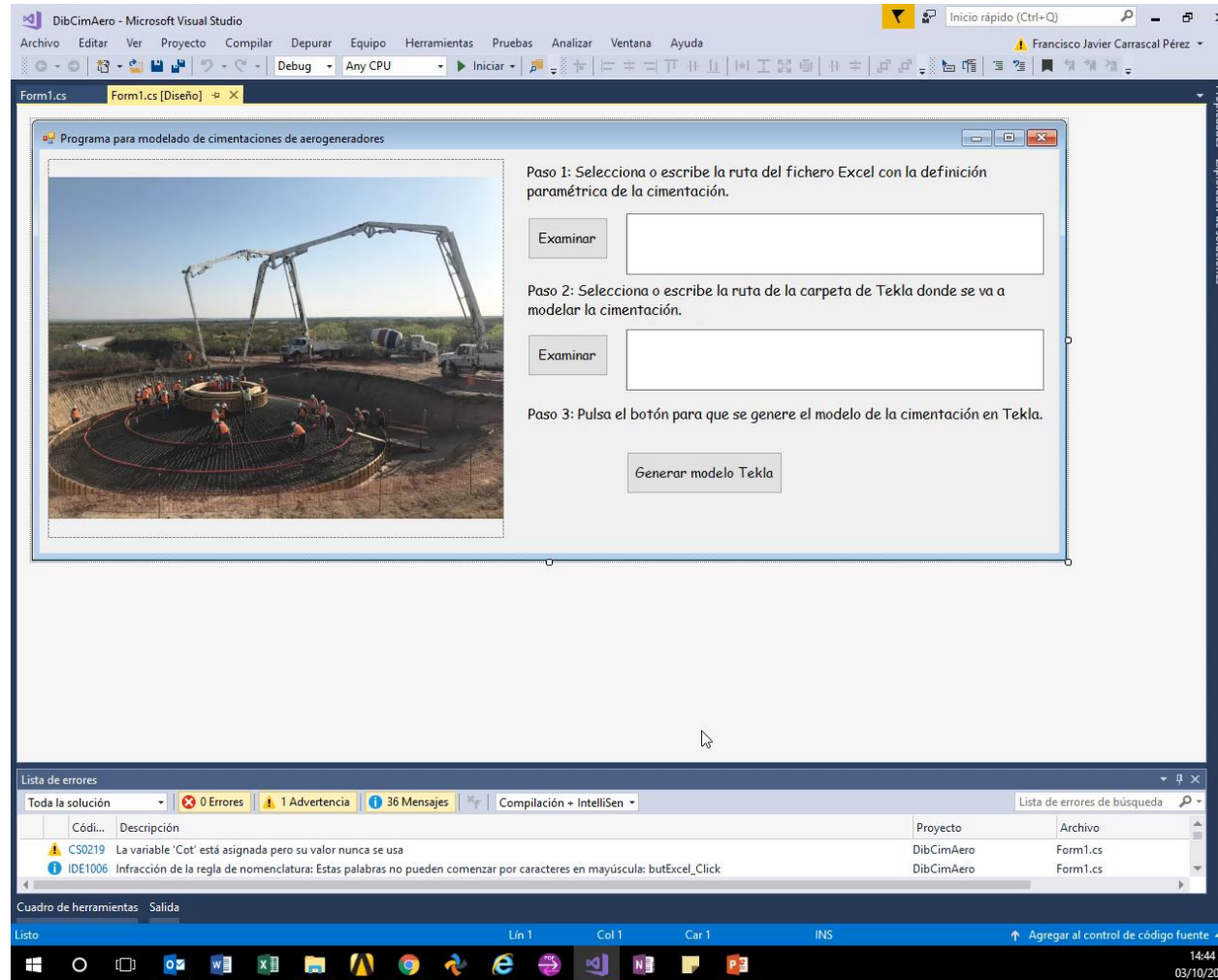
- Row 1:** Logo of Acciona and the title "PRE-PROCESADOR PARA CÁLCULO Y MODELADO DE CIMENTACIÓN DE AEROGENERADOR ONSHORE".
- Row 3:** Proyecto: MLP Wind Project. Vestas V136-3.6MW
- Row 4:** Fecha: 03/10/2018
- Row 6:** Section header "1. Geometría"
- Row 8:** Sub-section header "1.1 Hormigón"
- Row 10:** Tipología: Maciza
- Row 11:** Φ_{ext} (m): 21.80 [diámetro de cimentación]
- Row 12:** Φ_{ped} (m): 5.80 [diámetro de pedestal]
- Row 14:** h_{min} (m): 0.500 [canto mínimo de la cimentación, medido en el diámetro exterior]
- Row 15:** h_{max} (m): 3.385 [canto máximo de la cimentación, medido en el pedestal]
- Row 16:** h_{ped} (m): 0.635 [altura del pedestal]
- Row 17:** Rebaje: Con rebaje
- Row 18:** $\Phi_{reb,sup}$ (m): 6.30 [diámetro superior del rebaje]
- Row 19:** $\Phi_{reb,inf}$ (m): 5.80 [diámetro inferior del rebaje, normalmente igual al del pedestal]
- Row 20:** h_{reb} (m): 0.250 [espesor del rebaje]
- Row 22:** Sub-section header "1.2 Jaula de pernos"
- Row 24:** Nº pernos: 240 [número total de pernos]
- Row 25:** d_p (mm): 36 [diámetro del perno]
- Row 26:** d_o (mm): 42 [diámetro de taladro para perno en bridas]
- Row 27:** l_p (mm): 3495 [longitud total de perno]
- Row 28:** Nº coronas: 2 [120 pernos por corona; un perno cada 3 grados]

The spreadsheet is titled "Fichero para modelado Tekla R02A (64421 kg) - Excel" and includes a security warning banner. The bottom status bar shows the date 03/10/2018 and time 14:40.

Caso práctico: Cimentación aerogenerador

Aplicación desarrollada

Código en lenguaje C#



Reflexión final

Querer es poder



- No autolimitarse. Nuestra capacidad de adaptación es siempre mayor de lo que pensamos.
- No esperar a recibir formación extensa.
 - Detectar nuestras necesidades de formación.
 - Formación básica para empezar a caminar.
 - Aprovechar toda la información disponible en internet.
- No tener miedo a salir de nuestra zona de confort. Siempre el esfuerzo merece la pena.