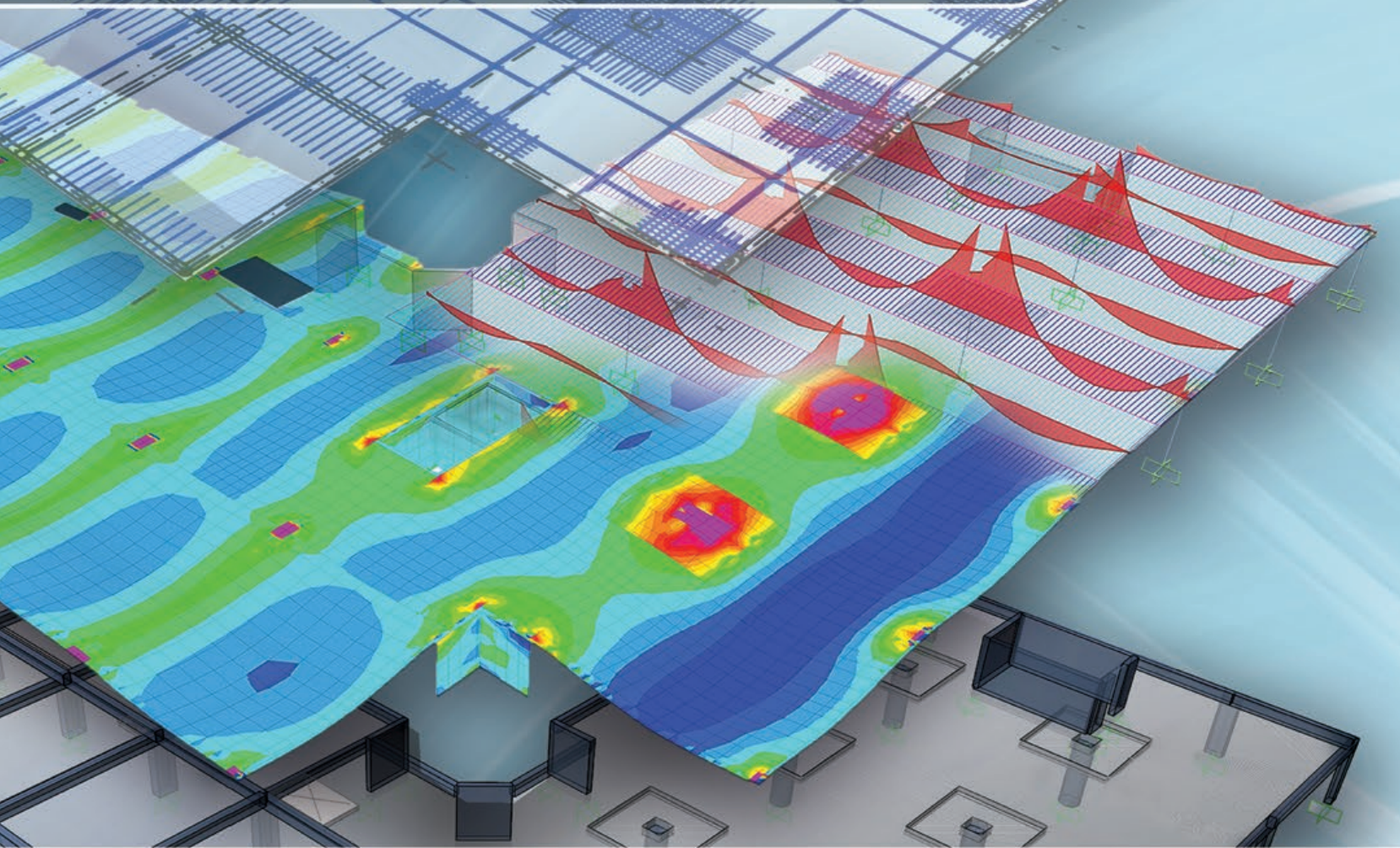


SAFE®

MODELADO Y DIMENSIONAMIENTO DE LOSAS Y CIMENTACIONES
CON POSTENSADO



- MODELADO, CÁLCULO, COMPROBACIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DE LOSAS Y CIMENTACIONES EN GENERAL
- HERRAMIENTAS PRODUCTIVAS PARA EDICIÓN DE PRETENSADO
- SIMULACIÓN DE ZAPATAS, LOSAS DE CIMENTACIÓN, PILOTES Y ENCEPADOS CON COMPORTAMIENTO NO LINEAL DE CONTACTO CON EL TERRENO
- DIMENSIONAMIENTO DE LOSAS A TRAVÉS DE ESFUERZOS DE ELEMENTOS FINITOS O BANDAS DE INTEGRACIÓN
- CÁLCULO DE LA DEFORMACIÓN A LARGO PLAZO Y ANCHO DE FISURAS EN ESTADOS LÍMITES DE SERVICIO

- MODELADO NO LINEAL DEL COMPORTAMIENTO FISURADO DE LOSAS Y VIGAS DE HORMIGÓN ARMADO INCLUYENDO LOS EFECTOS DE FLUENCIA Y RETRACCIÓN
- COMPROBACIÓN DE PUNZONAMIENTO
- GENERACIÓN DE DIBUJOS CON DEFINICIONES GEOMÉTRICAS Y ARMADURAS EN LOSAS, CIMENTACIONES Y VIGAS
- INTEROPERABILIDAD CON BIM, REVIT, SAP2000 Y ETABS
- GENERACIÓN DE MALLADO TOTALMENTE AUTOMÁTICO Y CONFIGURABLE A TRAVÉS DE MACRO ELEMENTOS

INFORMACIÓN GENERAL

MODELADO

- Plantillas para losas planas, reticulares, nervadas, aligeradas, losas de cimentación, zapatas aisladas o agrupadas
- Opciones de visualización del modelo físico y analítico
- Definición de cuadrículas a través de ejes cartesianos o cilíndricos
- Generación automática de plantas y alzados
- Herramientas de diseño productivas y eficientes
- Acotación en diseño
- Herramientas de generación y edición de la malla
- Herramientas para atribución de excentricidades y conectividad entre nudos

COMPONENTES ESTRUCTURALES

- Losas de cimentación, zapatas, pilotes, encepados de pilotes y vigas de cimentación
- Pilares, muros y rampas
- Losas y bandas de integración
- Pretensado en losas, vigas y cimentaciones
- Muelles (Springs)
- Elementos rígidos (Stiffs) para simular elementos verticales de apoyo de las losas

ACCIONES

- Acciones definidas por el usuario (fuerzas, momentos, desplazamientos, temperaturas, tensiones y presiones)
- Cargas puntuales, lineales, trapezoidales y de área
- Alternancia automática de sobrecargas en losas
- Acciones y pérdidas en los cables de postensado

ANÁLISIS

- Motor de análisis SAP Fire TM (análisis modal Eigen y Ritz, y múltiples solvers de 32 y 64 bits)
- Análisis estáticos
- Análisis dinámicos (modal y espectro de respuesta)
- Control de la deformación y mapas de ancho de fisuras
- Análisis no lineales: comportamiento fisurado, contacto no lineal con el terreno (uplift) y efectos diferidos (fluencia y retracción)

DIMENSIONAMIENTO ESTRUCTURAL

- Losas de hormigón armado y postensadas
- Dimensionamiento de losas a través del método de las bandas y método de los elementos finitos
- Vigas de hormigón armado y postensadas
- Comprobación de punzonamiento
- Verificación de las tensiones en los cables de postensado
- Normativas americanas, británicas, chinas, europeas, turcas, canadienses, indias, entre otras

RESULTADOS

- Deformada elástica y a largo plazo
- Diagramas de esfuerzos en vigas y bandas de integración
- Mapas de tensiones y presiones de contacto en el terreno
- Reacciones
- Desplazamientos
- Gráficos y tablas de resultados
- Animaciones en vídeos
- Vistas renderizadas

DETALLE DE ESTRUCTURAS

- Generación de dibujos con detalle integrado a todos los niveles
- Tablas informativas sobre vigas, losas y cimentaciones
- Cuadro de zapatas
- Cortes (Section cuts) y plantas con representación de armaduras
- Detalles de armaduras en losas, vigas y cimentaciones
- Visualización del diagrama con la armadura definida VS armadura necesaria
- Cables de postensado o número resultante de cables, con indicación de los anclajes, tensiones en los extremos y excentricidades
- Impresión (papel o generación de PDF) de los dibujos
- Exportación para formatos DXF o DWG

HERRAMIENTAS

- Informes de cálculo

INTEROPERABILIDAD CON OTROS PROGRAMAS Y FORMATOS

- Edición interactiva del modelo a través de Excel y archivos de texto
- Importación y exportación de archivos AutoCAD y modelos Revit
- Exportación de informes de cálculo para Word

MODELADO RÁPIDO DE LOSAS Y CIMENTACIONES

Elección de plantillas con introducción previa de:

- Sistema de cuadrículas y coordenadas
- Geometría de las losas, capiteles, cimentaciones y pilares
- Trazado de los cables de postensado
- Restantes cargas permanentes y sobrecarga en losas
- Esfuerzos P, Mx, My en cimentaciones
- Módulo de reacción del suelo

Varias plantillas para modelado de:

- Losas planas
- Losas reticulares
- Losas aligeradas
- Losas nervadas
- Zapatas aisladas
- Zapatas agrupadas
- Losas de cimentación

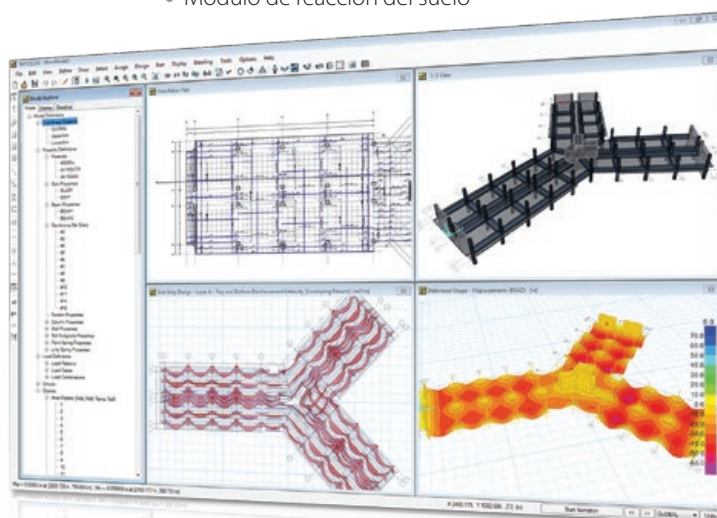
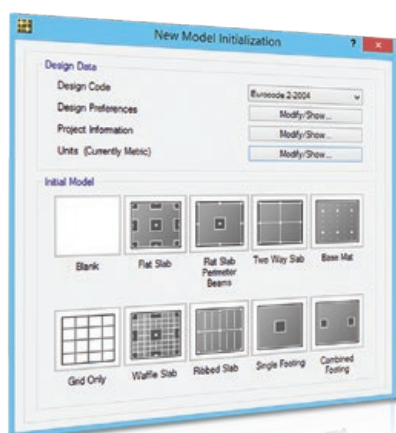


Imagen 1: Plantillas disponibles e interfaz de modelado

HERRAMIENTAS INTELIGENTES PARA MODELADO

- ▶ Comandos semejantes a los utilizados frecuentemente en otros programas de modelado y dibujo
- ▶ Detección automática de intersecciones y extensiones, paralelismos y perpendicularidades
- ▶ Importación de diseños en formato DXF/DWG para generación de losas y cimentaciones
- ▶ Sistema de coordenadas propias definido en relación a un determinado punto o línea
- ▶ Diseño rápido de alzados para cualquier vista escogida por el usuario
- ▶ Opciones automáticas para generación de la malla para garantizar una buena ratio de aspecto
- ▶ Acotaciones en diseño referenciadas a los objetos y con actualización automática
- ▶ Atribución de excentricidades entre el centro geométrico de la sección y los nudos en cada una de los extremos para modelado real de la estructura
- ▶ Muelles definidos a través de puntos, líneas o áreas, con comportamiento a compresión y tracción, para simulación de las propiedades del suelo

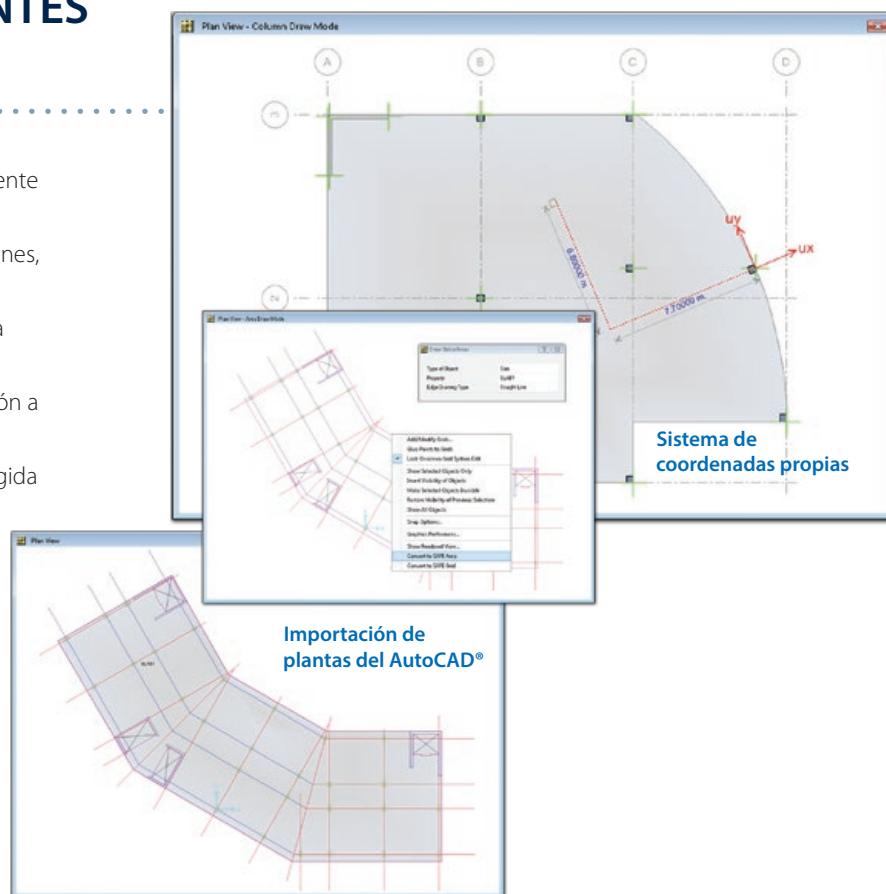


Imagen 2: Herramientas para modelado

FACILIDAD DE OBTENCIÓN DE ENVOLVENTES A TRAVÉS DE ALTERNANCIA DE SOBRECARGAS

- ▶ Considera la alternancia de sobrecargas de forma sencilla y práctica
- ▶ Se puede definir de forma manual o generada automáticamente a partir de las bandas de integración definidas en el dimensionamiento
- ▶ Combina automáticamente los resultados máximos y mínimos de los momentos, esfuerzo transversal y reacciones, obtenidos para cada panel de losa
- ▶ El dimensionamiento y cálculo de armaduras se basan en los valores de esfuerzos máximos, mínimos y envolventes

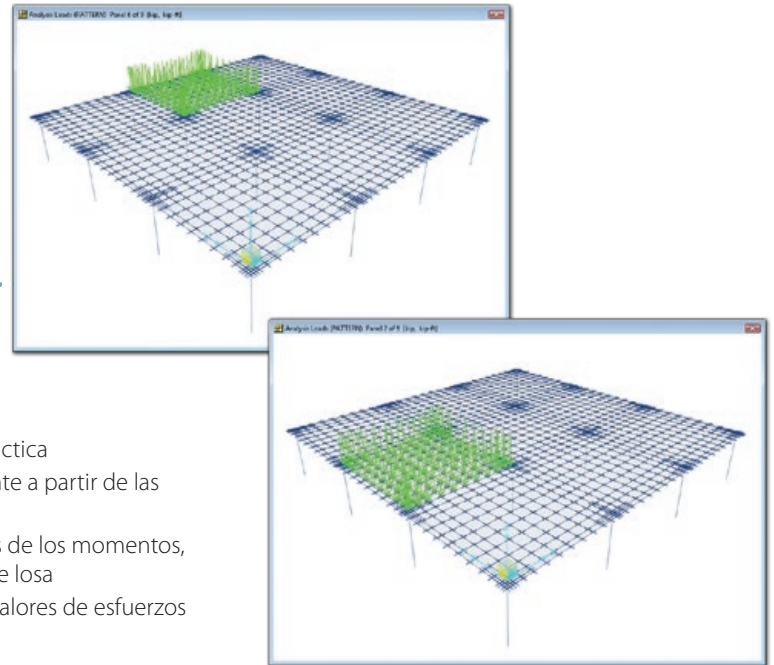


Imagen 3: Alternancia de sobrecarga automática en losa

MÁXIMA PRODUCTIVIDAD EN EL DIMENSIONAMIENTO DE LOSAS, VIGAS Y CIMENTACIONES POSTENSADAS



Imagen 4: Edición del trazado y pérdidas de los cables

- ▶ Permite configurar los cables de postensado de forma manual o automática, definiendo:
 - el tipo de acero y el área de los cordones
 - el número de cordones por cable
 - el tipo de cables: adherentes y no adherentes
 - el porcentaje máximo y mínimo para el equilibrio de las cargas permanentes

- el nivel máximo y mínimo de precompresión en los cables
- la anchura de las bandas de integración para los cables concentrados sobre los pilares
- el espaciamiento entre cables
- ▶ Introducción de la fuerza de tracción en cada extremo de los cables
- ▶ Editor intuitivo de trazado de los cables, permitiendo configurar geometrías, excentricidades y trazados
- ▶ Numerosos trazados de cables lineales y parabólicos predefinidos
- ▶ Trazados automáticos para optimización del estado de precompresión en la losa y equilibrio de las cargas permanentes
- ▶ Total flexibilidad para definir las pérdidas en los cables, posibilitando cuantificar las pérdidas iniciales y diferidas:
 - a través de un porcentaje estimado por el usuario
 - imponiendo un valor límite para las tensiones máximas en los cables
 - especificando con detalle las pérdidas iniciales en el cálculo:
 - Fricción
 - Acomodamiento de cuñas
 - Deformación instantánea del hormigón
 - especificando con detalle las pérdidas diferidas en el cálculo:
 - Fluencia del hormigón
 - Retracción del hormigón
 - Relajación de las armaduras
- ▶ Visualización de las tensiones a lo largo de los cables a través:
 - de las bandas de integración para valores de tensiones positivas y negativas
 - de los elementos finitos para las fibras superiores e inferiores
- ▶ Verificación de las tensiones en 3 fases diferentes de forma automática o manual:
 - en el momento de la aplicación de la fuerza de arrastre
 - tras las pérdidas iniciales
 - a largo plazo

INTEGRACIÓN AUTOMÁTICA Y ARBITRARIA DE ESFUERZOS EN LOSAS Y CIMENTACIONES

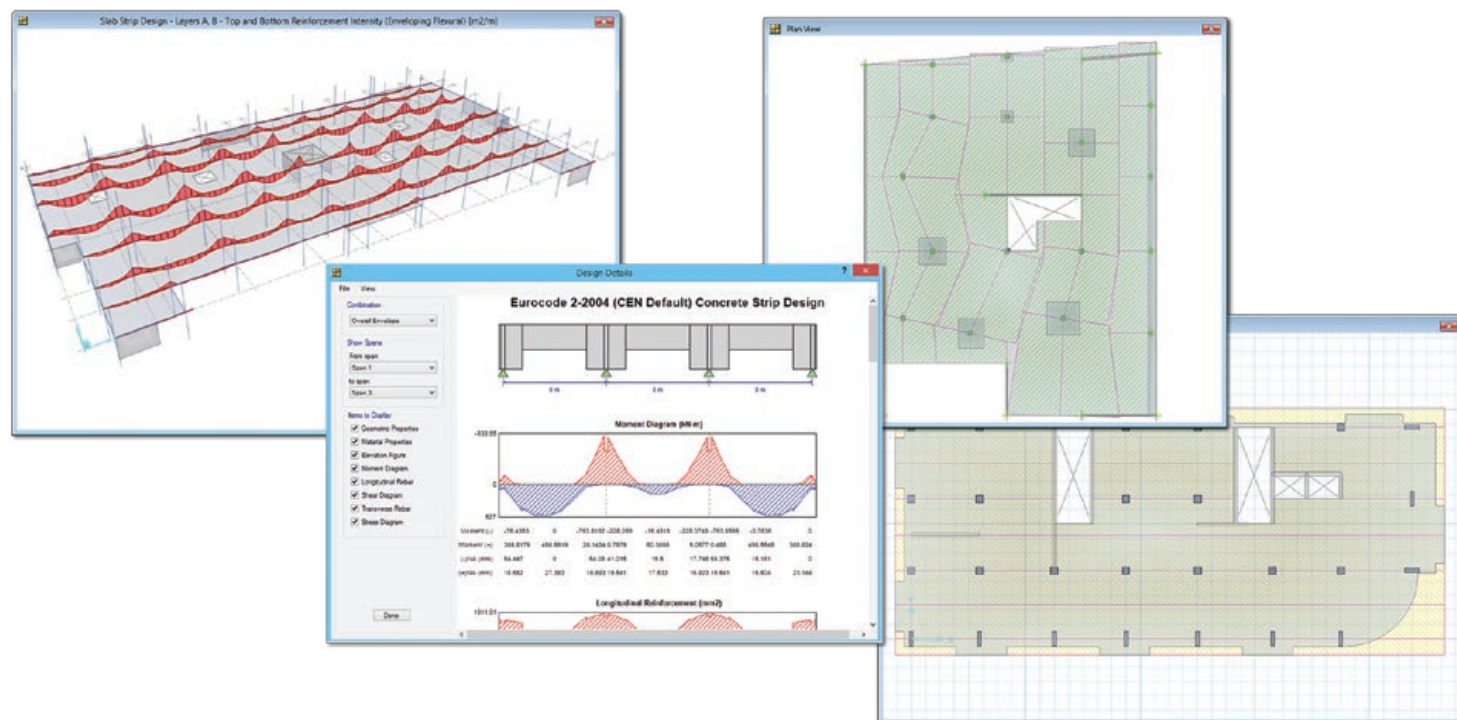


Imagen 5: Esfuerzos en las bandas de integración e informe de cálculo

La obtención de esfuerzos en losas y cimentaciones puede ser realizada a través del:

- método de los elementos finitos (MEF)
- método de las bandas de integración de esfuerzos:
 - donde cada banda se analiza de forma independiente
 - donde se altera la rigidez relativa entre el pilar y la losa para simular el comportamiento bidireccional

El método de las bandas de integración de esfuerzos permite:

- aumentar la productividad y eficacia en el dimensionamiento de losas y cimentaciones
- integrar los esfuerzos (M, V, N, T) en losas y cimentaciones con enorme facilidad y rapidez
- definir bandas de integración con cualquier geometría:
 - ortogonales
 - no ortogonales
 - multisegmentadas
 - variables
- definir bandas centrales y sobre los pilares con anchura:
 - automática (a partir de anchuras de influencia), muy útiles en el pre-dimensionamiento rápido de estructuras
 - manual, para geometrías más complejas
- visualizar fácilmente la anchura de las bandas longitudinales y transversales en el modelo
- optimizar la anchura de las bandas y el respectivo cálculo de las armaduras

- calcular automáticamente las cantidades de armadura longitudinales y de esfuerzo transversal en las bandas longitudinales y transversales, de acuerdo con las preferencias de dimensionamiento
- establecer valores de armaduras mínimas para una o dos direcciones, de acuerdo con varios códigos internacionales
- consultar la envolvente de armaduras a lo largo de las bandas de integración
- visualizar las cantidades de armadura en las bandas a través de:
 - valores de armadura por metro (cm^2/m)
 - valores totales resultantes (cm^2)
 - diámetros y espaciamentos

Dimensionamiento automático de acuerdo con los reglamentos:

- Europeos (Eurocódigo 2-2004)
- Italianos (NTC 2008)
- Americanos (ACI 318 e AS 3600)
- Británicos (BS 8110)
- Chinos (Chinese 2010)
- Hong Kong CoP 2013
- Canadiense (CSA A23.3-04)
- Indios (IS 456-2000)
- Neozelandeses (NZS 3101-06)
- Singapur CoP 65
- Turcos (TS 500-2000)

DIMENSIONAMIENTO DE VIGAS DE HORMIGÓN ARMADO Y POSTENSADAS

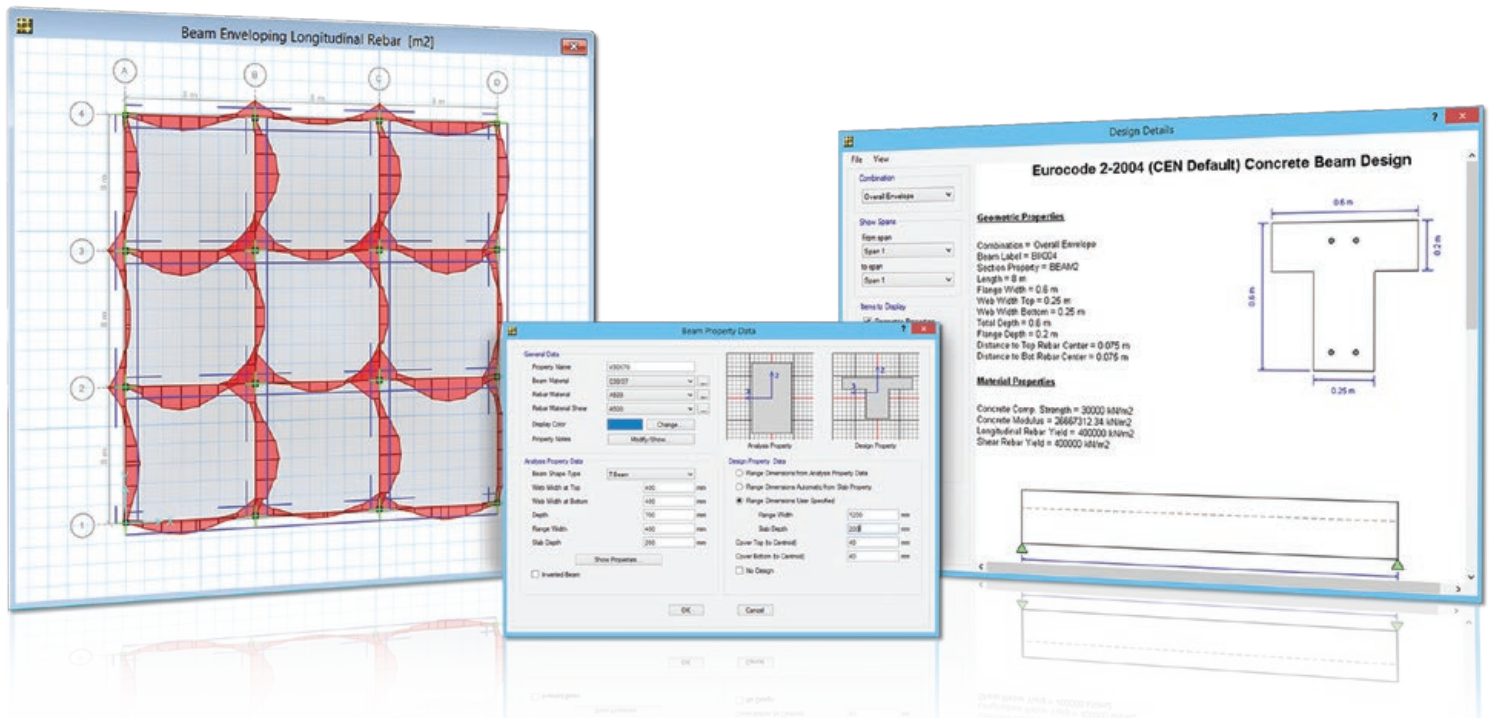


Imagen 6: Dimensionamiento automático de vigas de hormigón armado

- ▶ Es posible considerar secciones:
 - rectangulares
 - circulares
 - en forma de T y L con posibilidad de invertirlas
 - genéricas
- ▶ Posibilidad de escoger secciones de vigas diferentes para el análisis y dimensionamiento, permitiendo:
 - considerar la contribución de la losa en el dimensionamiento y cálculo de armaduras de la viga de forma automática (a partir de las propiedades de la losa), o de forma manual
 - diferenciar el modelo de análisis del modelo utilizado en el dimensionamiento sin necesidad de definir dos secciones o dos modelos diferentes
 - considerar un modelo para el análisis de deformadas diferente del modelo para el dimensionamiento
- ▶ Visualización a lo largo de la viga y de forma rebatida en el plano de la losa:
 - de los momentos flectores, esfuerzo transversal, esfuerzo axial y torsión
 - de las tensiones normales y de cortante
 - de las cantidades de armadura a la flexión
 - de las cantidades de armadura debido al esfuerzo transversal y torsión
- ▶ Posibilidad de visualizar las cantidades totales de armaduras longitudinales y transversales a lo largo de la viga
- ▶ Definir valores de armaduras mínimas de acuerdo con varios códigos internacionales
- ▶ En una primera iteración, se desprecia la contribución de la armadura de compresión, pero si el resultado no es adecuado, se calculará la armadura de compresión necesaria
- ▶ Generación de informes de cálculo detallados con envolventes de esfuerzos y armaduras
- ▶ Posibilidad de añadir el postensado en vigas genéricas
- ▶ Dimensionamiento automático de acuerdo con los reglamentos:
 - Europeos (Eurocódigo 2-2004)
 - Italianos (NTC 2008)
 - Americanos (ACI 318 e AS 3600)
 - Británicos (BS 8110)
 - Chinos (Chinese 2010)
 - Hong Kong CoP 2013
 - Canadiense (CSA A23.3-04)
 - Indios (IS 456-2000)
 - Neozelandeses (NZS 3101-06)
 - Singapur CoP 65
 - Turcos (TS 500-2000)

PROCEDIMIENTO PRÁCTICO PARA COMPROBACIÓN DE PUNZONAMIENTO

- Comprobación en cada pilar o carga puntual a través del Eurocódigo 2 y otros reglamentos
- Determinación automática del perímetro de control a distancia de $2d$ para:
 - pilares interiores
 - pilares de esquina
 - pilares de lado
 - considerando la existencia de huecos en losas
- Comprobación de las propiedades de la losa para determinación de la altura útil a utilizar
- Determinación de las ratios de armaduras de tracción a través de las necesidades de armaduras calculadas
- Determinación de la resistencia al punzonamiento de la losa
- Determinación de la tensión máxima de punzonamiento
- Comprobación de la necesidad de armadura de punzonamiento y respectivo cálculo:
 - Armaduras transversales con configuración ortogonal y radial
 - Conectores específicos para resistencia al punzonamiento
- Comprobación de la tensión máxima en las caras del pilar
- Comprobación de punzonamiento en torno a los capiteles efectuada de forma análoga a la verificación en torno a los pilares u otras fuerzas concentradas
- Posibilidad de definir manualmente el perímetro de control, altura útil de la losa, huecos en la losa y armaduras de punzonamiento
- Informes de cálculo detallados

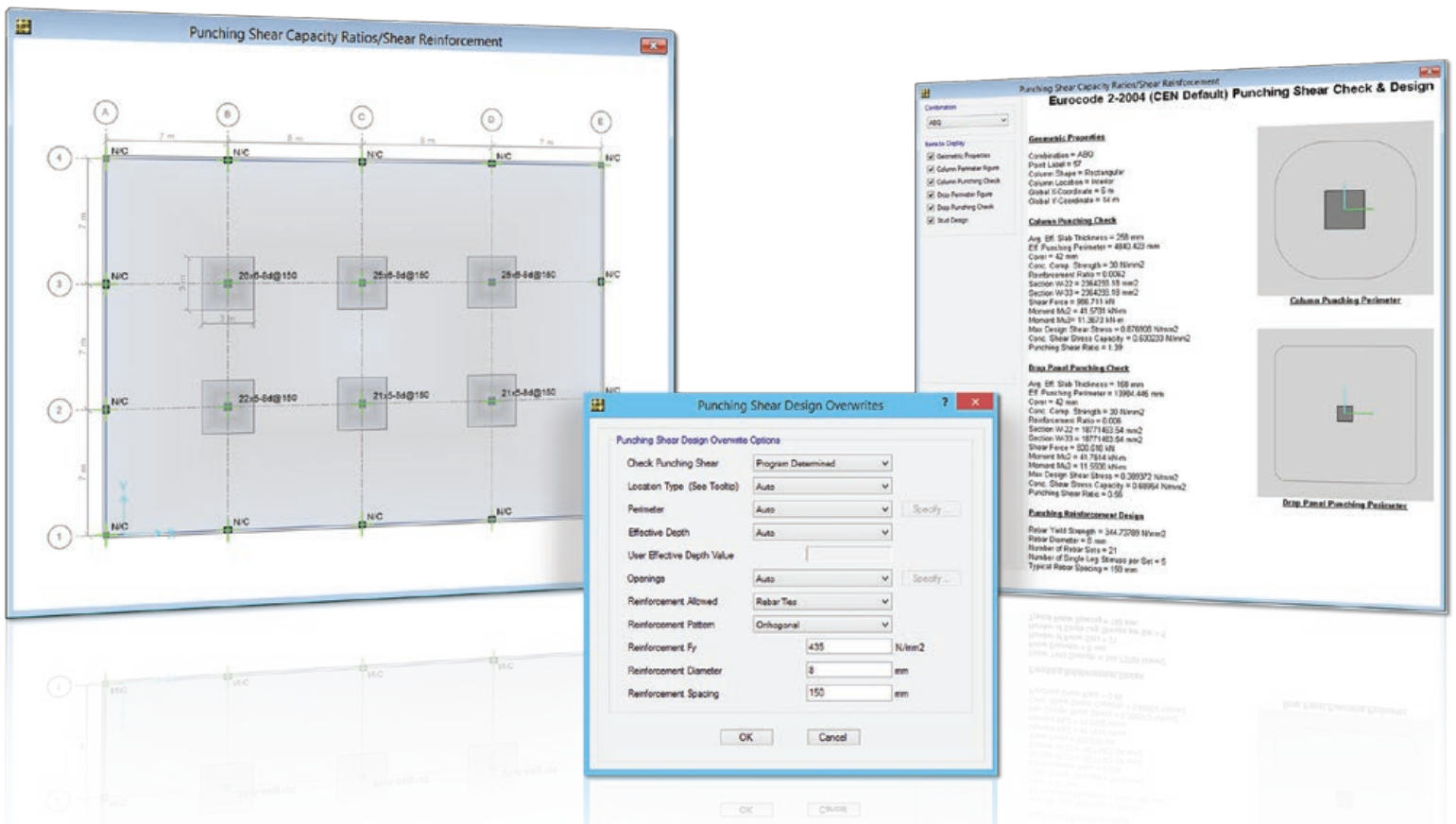


Imagen 7: Comprobación de punzonamiento en el capitel y losa

FUNCIONALIDADES ESPECÍFICAS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE CIMENTACIONES

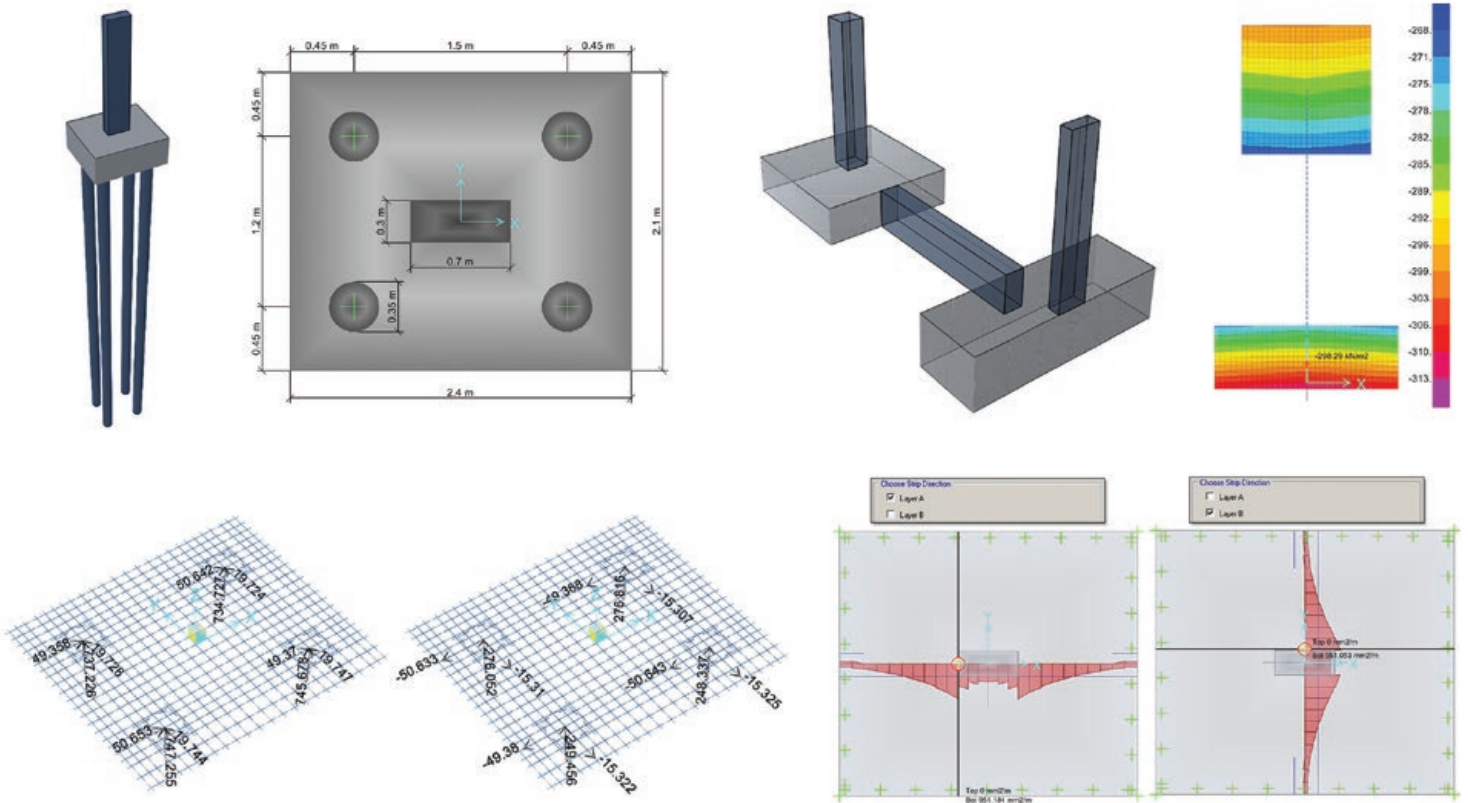


Imagen 8: Dimensionamiento de cimentaciones

- ▶ Propiedades especiales para modelado y dimensionamiento de los siguientes elementos:
 - zapatas aisladas o agrupadas
 - vigas de cimentación
 - losas de cimentación
 - pilotes
 - encepados de pilotes
- ▶ Propiedad específica para simular los pilares o muros a través de zonas rígidas (stiffs):
 - impide la deformación de las zapatas, losas de cimentación o encepados de pilotes en las áreas de intersección con pilares o muros pero sin contribuir al dimensionamiento
 - se puede crear automáticamente cuando se utilizan plantillas para iniciar el modelado
 - se puede definir y diseñar manualmente en torno a los nudos correspondientes
- ▶ Determinación de las propiedades del suelo a través:
 - del módulo de reacción
 - de muelles de terreno con rigidez variable
- ▶ Visualización eficaz de los mapas de tensiones en el terreno y asentamientos:
 - validación inmediata de la existencia de presiones positivas (tracciones) en el terreno
- creación automática de casos de análisis con muelles no lineales únicamente de compresión, para evitar la generación de presiones positivas
- cálculo inmediato de la redistribución de tensiones en las cimentaciones tras las adaptaciones de su geometría
- ▶ Inclusión de la fisuración, fluencia y retracción del hormigón en el dimensionamiento de cimentaciones a través de análisis no lineales
- ▶ Dimensionamiento riguroso de cimentaciones teniendo en cuenta:
 - los diferentes reglamentos europeos (Eurocódigo 2), americanos, británicos, turcos, chinos, entre otros
 - las bandas de integración de esfuerzos, semejantes a las utilizadas en losas
 - el cálculo automático de armaduras superiores e inferiores de acuerdo con las preferencias de dimensionamiento
 - la definición de valores de armaduras mínimas para una o dos direcciones
 - la consulta de la envolvente de armaduras a lo largo de las bandas de integración
 - la verificación del punzonamiento
- ▶ Posibilidad de añadir cables de postensado en zapatas y losas de cimentación

COMPROBACIONES EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO PARA LOSAS Y CIMENTACIONES

Control de la fisuración:

- › cálculo del ancho de fisuras según la metodología de la sección 7.3.4 del Eurocódigo 2
- › visualización de mapas de ancho de fisuras en las caras inferior y superior

Control de la deformación:

- › proceso iterativo para determinar la ratio de modificación de la rigidez a la flexión para cada elemento finito:
 - cálculo del momento basado en el análisis elástico
 - determinación de las armaduras de tracción calculadas por SAFE o introducidas por el usuario
 - cálculo del momento de fisuración
 - cálculo del coeficiente de distribución
 - determinación de las curvaturas para el estado no fisurado y totalmente fisurado
 - cálculo de la curvatura para el momento aplicado

- cálculo del modificador de rigidez a la flexión
 - cálculo del desplazamiento utilizando el modificador
 - ejecución de iteraciones hasta que la alteración del máximo desplazamiento sea suficientemente pequeña o hasta que se alcance el límite máximo de iteraciones
- › Se pueden crear casos de análisis no lineal para el cálculo de las deformaciones a largo plazo, incluyendo:
- fisuración
 - fluencia
 - retracción
- › Elección de la armadura a considerar en los análisis no lineales de fisuración teniendo en cuenta:
- la introducción específica por el usuario
 - el área de armadura calculada automáticamente en Estado Límite Último
 - dos mallas uniformes definidas por el usuario para las caras superior e inferior de la losa
 - la definición de porcentajes mínimos de armadura

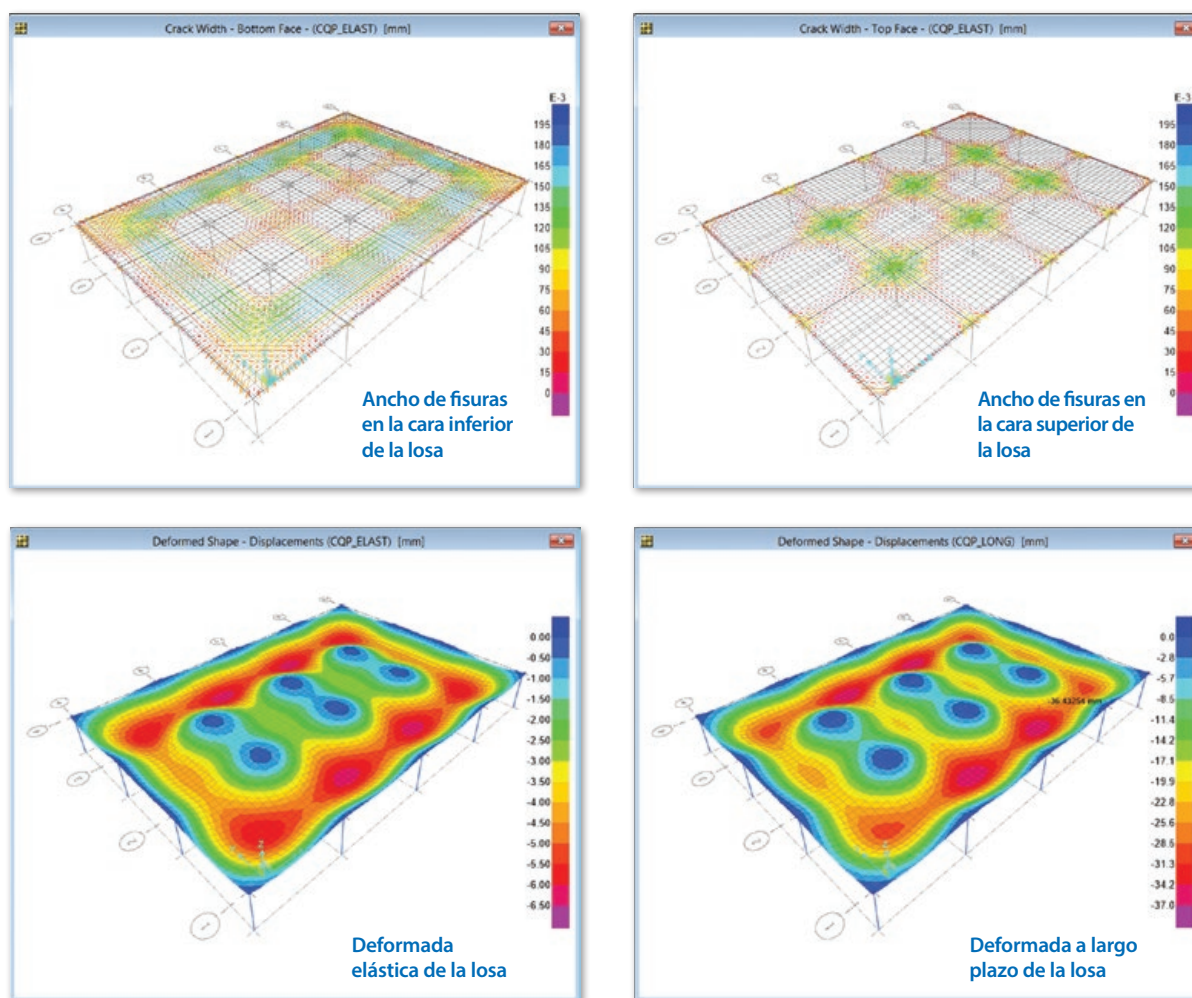


Imagen 9: Comprobaciones en Estado Límite de Servicio

INTEROPERABILIDAD CON OTROS PROGRAMAS

ETABS® y SAP2000®:

- › Importación de secciones, geometrías, cargas y reacciones
- › Bastante productivo en la importación de reacciones a nivel de las cimentaciones, provenientes de modelos ETABS y SAP2000, para posterior modelado y dimensionamiento en SAFE
- › Opciones de exportación de ETABS y SAP2000 a SAFE muy específicas, permitiendo:
 - exportar únicamente las cargas del piso
 - exportar las cargas del piso juntamente con la del piso o pisos por encima de este
 - exportar las cargas del piso y distorsiones en los pilares y muros, para garantizar la importación de las cargas laterales debidas a sismo, viento, entre otras, a SAFE

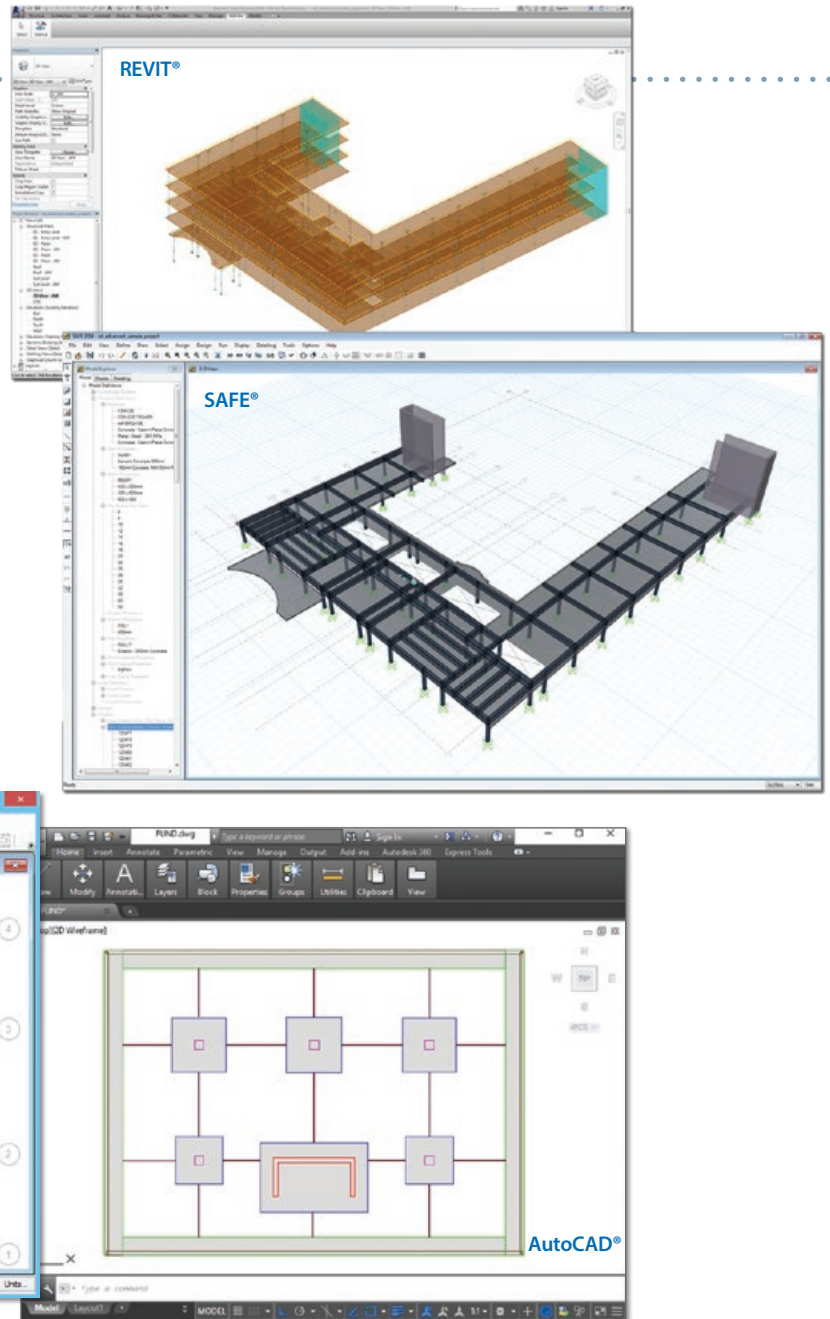


Imagen 10: Interoperabilidad con otros programas

Revit Structure®:

- › Exportación de un modelo de Revit Structure para crear un nuevo modelo en SAFE
- › Exportación de un modelo de Revit Structure para actualizar un modelo existente en SAFE
- › Importación de un modelo SAFE para crear un nuevo modelo en Revit Structure
- › Importación de un modelo SAFE para actualizar un modelo existente en Revit Structure

AutoCAD®:

- › Modelado estructural extremadamente rápido a través de dibujos DXF o DWG
- › Dibujo rápido de losas, vigas, vigas de cimentación, muros, zapatas y losas de cimentación a través de los layers dibujados en plantas DXF/DWG con la definición geométrica de la estructura
- › Exportación de archivos a AutoCAD en formato DXF/DWG

DETALLE DE ESTRUCTURAS

- ▶ Dibujos de armaduras y detalles:
 - plantas de armaduras inferiores y superiores en losas reticulares, planas y aligeradas
 - cortes estructurales detallados para losas, vigas y losas de cimentación
 - planta de cimentaciones con numeración de zapatas
 - trazado de los cables de pretensado con indicación de anclajes, tensiones en los extremos y excentricidades
- ▶ Generación de detalles incorporados a todos los niveles:
 - actualización automática de los dibujos cuando se efectúan alteraciones en el modelo y dimensionamiento
 - control de diámetros mínimos y máximos de armaduras y respectivos espaciados
 - importación de leyendas personalizadas a partir de ficheros DXF
 - fácil personalización del tamaño y tipo de letras, cotas y localización de la información
 - impresión en papel o generación de PDF de los dibujos
 - exportación de dibujos a formatos DXF o DWG
- ▶ Tablas y gráficos informativos para vigas, losas y cimentaciones:
 - cuadro de zapatas y vigas con geometría y armaduras
 - cuadro con mediciones de armaduras
 - gráficos de armadura definida VS armadura necesaria

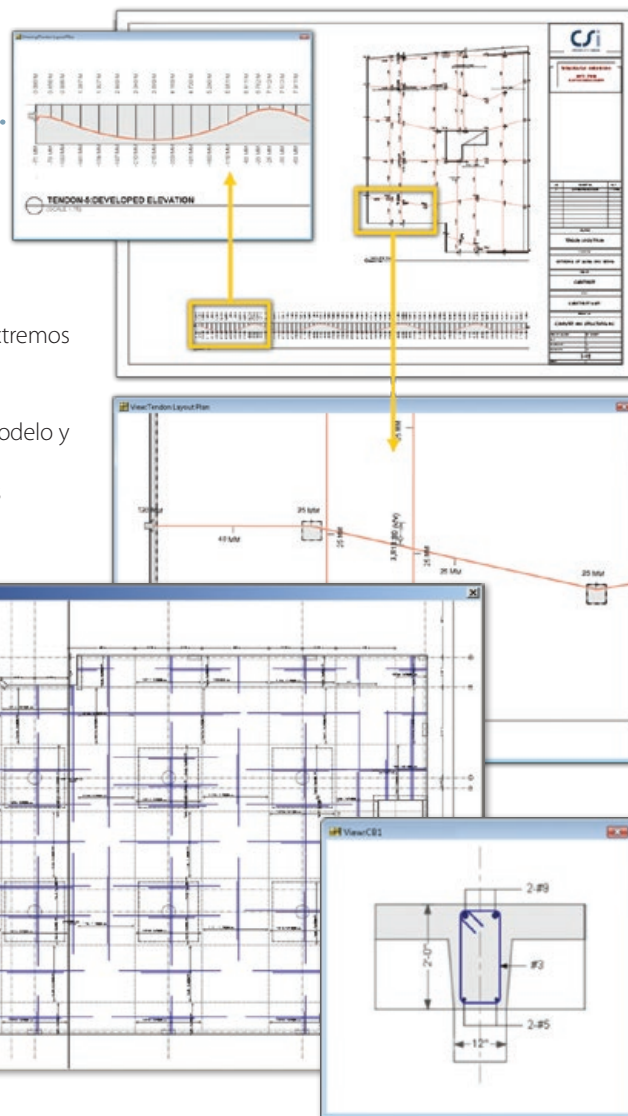


Imagen 11: Detalle de armaduras y trazado de los cables en losas postensadas

EDICIÓN INTERACTIVA DEL MODELO A TRAVÉS DE EXCEL

- ▶ Edición de la geometría, cargas y combinaciones de acciones a través de tablas de Microsoft Excel y Microsoft Access
- ▶ Es posible crear y modificar un modelo a través de Excel y, a continuación, exportar los resultados de dimensionamiento de SAFE a Excel, para que sean ahí procesados
- ▶ Simplicidad en la implementación de alteraciones en modelos SAFE a través de la importación de tablas Excel
- ▶ Creación de hojas de cálculo personalizadas en Excel que funcionen como pre o posprocesadores
- ▶ Creación de algoritmos personalizados para implementación de verificaciones de proyecto más específicas
- ▶ Posibilidad de automatizar y configurar varias definiciones de cargas específicas para aplicar a cimentaciones y losas

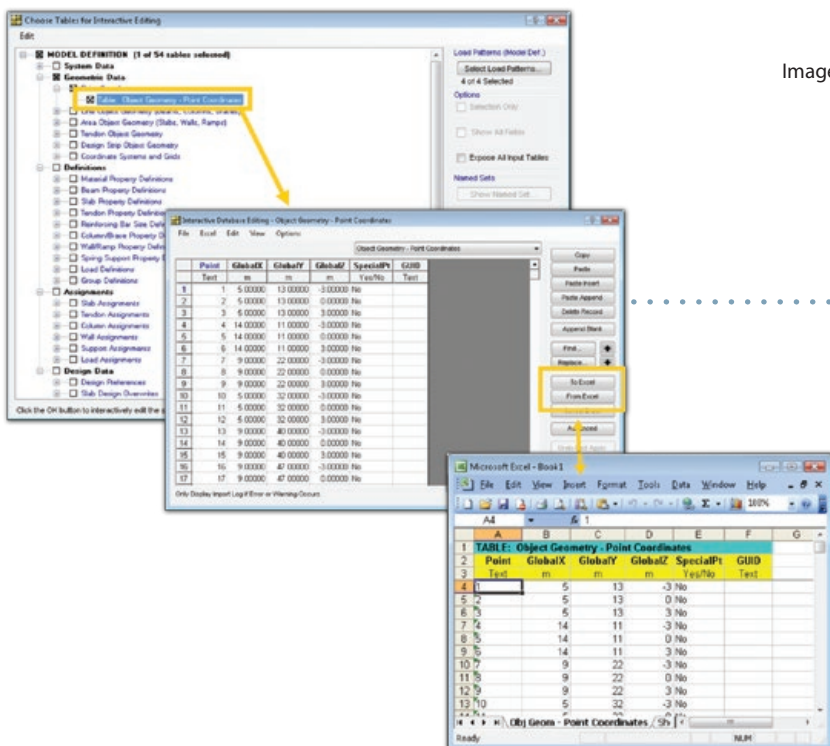


Imagen 12: Edición de la geometría del modelo a través de ficheros Excel



COMPUTERS & STRUCTURES, INC.

SPAIN



www.csiespana.com

general@csiespana.com

ventas@csiespana.com

