

ANÁLISIS COMP. SOFTWARE REVIT VS. OTROS

Análisis comparativo del cálculo de cantidades de refuerzo estructural obtenido con el software Revit versus el utilizado por empresas de suministro del producto.

Gerson Arley Moreno Pinto

Trabajo de grado para optar el título de ingeniería Civil

Modalidad práctica empresarial en la empresa Coinvecol Constructora S.A.S.

Director

Ricardo Alfredo Cruz Hernandez

Ing. Civil, PhD. Profesor Titular Escuela de Ingeniería Civil.

Universidad Industrial de Santander

Facultad de fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2021

Agradecimientos

Agradecer primordialmente y de manera profunda a mis padres que son los protagonistas de esta travesía, junto a las personas que acompañaron este proceso, compañeros, amigos, profesores e ingenieros, les debo toda mi formación.

Agradecer por aparte al ingeniero y profesor Ricardo Cruz que fue el guía para que esto sea realizado de la manera más profesional y mejor posible, y a los ingenieros Oscar Angarita Ribero y Daniel Melo Neira por su acompañamiento en este abismal aprendizaje.

Por otro lado, inmensos agradecimientos a la institución Universidad Industrial de Santander por los momentos vividos y a la empresa Coinvecol Constructora SAS por la acogida junto a la manera en cómo me presentaron la vida profesional.

Tabla de contenido

Introducción.....	10
1. Cálculo de cantidades.....	11
1.1 Software Revit 2020.....	11
1.2 Software Gerdau Diaco.....	25
1.3 Software G&J.....	29
1.4 Cálculo de cantidades Software Ferretería Aldía.....	34
2. Análisis comparativo.....	38
2.1 Análisis cualitativo.....	38
2.2 Análisis cuantitativo.....	38
2.3 Análisis por precio	42
3. Otras actividades.....	42
3.1 Control de obra mediante el método de valor ganado.....	42
3.2 Mantenimiento	43
3.3 Pedido de materiales.....	45
3.4 Propuestas económicas.....	46
4. Conclusiones.....	48

ANÁLISIS COMP. SOFTWARE REVIT VS. OTROS

Bibliografía.....	49
-------------------	----

Índice de figuras.

Figura 1	Proyecto Nueva Girona.....	11
Figura 2	Estructura Revit 2020	12
Figura 3	Ajuste de Recubrimiento.....	14
Figura 4	Figuras de Acero.....	15
Figura 5	Paralelo al plano de trabajo	15
Figura 6	Paralelo al Recubrimiento	16
Figura 7	Perpendicular al recubrimiento.....	16
Figura 8	Dibujo manual	17
Figura 9	Opciones espaciamiento y número	18
Figura 10	Modelado de mallas.....	19
Figura 11	Modificaciones refuerzo.....	20
Figura 12	Replica por pisos.....	21
Figura 13	Zapatas	21
Figura 14	Vigas de cimentación.....	22
Figura 15	Columnas.....	22
Figura 16	Vigas	23
Figura 17	Muros	23
Figura 18	Viguetas.....	24
Figura 19	Modelo 3D.....	24
Figura 20	Logo acceso directo Gerdau Diaco.....	25
Figura 21	Plantilla software Gerdau Diaco.....	26
Figura 22	Tabla Gerdau Diaco	27

ANÁLISIS COMP. SOFTWARE REVIT VS. OTROS

Figura 23	Cartilla de acero - resumen por diámetro y calidad.....	28
Figura 24	Cartilla de acero - listado de verificación	28
Figura 25	Cartilla de acero - lista de distribución	29
Figura 26	Logo software G&J.....	30
Figura 27	Plantilla software G&J.....	31
Figura 28	Cartilla de acero - tipo rectángulo	32
Figura 29	Cartilla de acero – general.....	32
Figura 30	Cartilla de acero - despacho	33
Figura 31	Cartilla de acero - resumen peso.....	33
Figura 32	Logo software Ferretería Aldia.....	34
Figura 33	Cartilla de acero - tipo rectángulo	35
Figura 34	Cartilla de acero - tipo general	36
Figura 35	Cartilla de acero - lista de despacho	36
Figura 36	Cartilla de acero - resumen peso.....	37
Figura 37	Barra recta de 6 mts	39
Figura 38	Barra tipo U 6 mts.....	40
Figura 39	Control de costos Frontino Condominio	43
Figura 40	Propuesta económica	44
Figura 41	Mantenimiento.....	45
Figura 42	Materiales	45
Figura 43	Obra templo CFA	46
Figura 44	Propuesta económica 1.....	46
Figura 45	Propuesta económica 2.....	47

Índice de tablas

Tabla 1	Resultados Revit 2020.....	25
Tabla 2	Resultados Gerdau Diaco	29
Tabla 3	Resultados G&J.....	34
Tabla 4	Resultados Ferretería Aldia	37
Tabla 5	Análisis cualitativo.....	38
Tabla 6	Peso por software barra 6 mts.....	39
Tabla 7	Peso por software barra tipo U 6 mts	40
Tabla 8	Análisis general.....	41
Tabla 9	Precio de acero	42

Resumen

Título: Análisis comparativo del cálculo de cantidades de refuerzo estructural obtenido con el software Revit versus el utilizado por empresas de suministro del producto.

Autor: Gerson Arley Moreno Pinto

Palabras clave: Cálculo de cantidades refuerzo, cartillas de acero, Revit 2020.

Descripción:

El presente artículo describe un análisis comparativo del cálculo de las cantidades del refuerzo estructural de acero obtenido de la aplicación del software Revit 2020 y el software de tres empresas que suministran el producto en el área metropolitana de Bucaramanga (G&J, Ferretería Aldía y Gerdau Diaco). El análisis se realiza en el marco de las actividades de construcción de la empresa Coinvecol Constructora SAS y, se elabora teniendo en cuenta las características propias de cada software y resultados del modelado del refuerzo en cada uno de ellos. Los resultados obtenidos evidencian mayor ventaja del software Revit 2020 para calcular la cantidad de acero y para la planificación de proyectos; por otro lado, el software G&J muestra mayor eficacia para la elaboración de las cartillas de refuerzo. Adicionalmente, durante la práctica empresarial se realizaron actividades de apoyo mediante la elaboración de presupuestos y propuestas (análisis de precios unitarios, estructuras desglosadas de trabajo, lectura de planos, cálculo de cantidades), control de obra por medio del método de valor ganado. Supervisión de obra y acompañamiento al ingeniero residente de un proyecto en ejecución, pedido y recepción de materiales, e implementación de los conocimientos adquiridos en la universidad desde la etapa de planeación hasta la etapa final de entrega de apartamentos.

*Trabajo de grado.

** Facultad ingenierías fisicomecánicas. Escuela ingeniería Civil. Director Ricardo Alfredo Cruz Hernandez.

Abstract

Title: *Comparative analysis of the calculation of amounts of structural reinforcement obtained with Revit software versus that used by product supply companies.*

Author: *Gerson Arley Moreno Pinto*

Keywords: *Structural reinforcing steel, steel primers, Revit 2020.*

Description:

This article describes a comparative analysis of the quantities calculation of structural steel reinforcement obtained through the application of Revit 2020 software and the software of three companies that supply the steel product in the Bucaramanga metropolitan area (G&J, Ferretería Aldía and Gerdau Diaco). The analysis is carried out taking in account within the framework of the construction activities of the company Coinvecol Constructora SAS. The analysis is elaborated taking into account the characteristics of each software and results of reinforcement modeling in each of them. The results show greater advantage of Revit 2020 software by the amount of steel calculation and for the project planning; on the other hand, G&J software shows greater efficiency for the development of reinforcement cards. In addition, during the student practice other support activities were carried out through the elaboration of budgets and specifications (unit price analysis, broken down work structures, reading of plans, calculation of quantities), construction processes control through the method of earned value. Work supervision and support of the resident engineer by a project in execution, ordering and receiving materials, and implementation of the acquired knowledge carrying out from its planning stage to its final stage.

*Bachelor tesis.

** Facultad ingenierías fisicomecánicas. Escuela ingeniería Civil. Director Ricardo Alfredo Cruz Hernandez.

Introducción

Para la industria de la construcción y particularmente para la empresa Coinvecol Constructora SAS es importante optimizar el cálculo de la cantidad de refuerzo estructural a utilizar en los proyectos de construcción. Es usual que las empresas que suministran el acero dispongan de su propio sistema para realizar dicho cálculo, para lo cual disponen de su propio software. Normalmente hay discrepancias en los resultados que arroja cada software y por lo tanto presentan sobre costos en este material. Con este proyecto se busca en la modalidad de práctica empresarial realizar un análisis comparativo de las cantidades de obra del acero estructural que se utilizará en el proyecto “Nueva Girona”, de 5 pisos, de la empresa, ubicado en el barrio “Bellavista” del municipio de Girón, obtenidas mediante la aplicación del software propio de las tres empresas suministradoras de acero y el software Revit 2020. Mediante el software de cada empresa se realiza el modelado con la información requerida. En el software Revit 2020 se modela el refuerzo estructural en planos de corte, de forma bidimensional y se visualiza de forma tridimensional. Con el resultado del análisis se espera reducir considerablemente los problemas de planificación y pedido de materiales en los proyectos ya que reducirá el riesgo de errores y tener mayor certeza a la hora de calcular cantidades.

Figura 1

Proyecto Nueva Girona

**1. Cálculo de cantidades****1.1 Software Revit 2020**

Para la implementación del software Revit 2020 en el cálculo de refuerzo estructural se recibe el modelo realizado por el diseñador estructural del proyecto y se procede a complementar el modelado.

Figura 2*Estructura Revit 2020*

Una vez abierto el proyecto se procede a trabajar sobre la estructura en el software Revit 2020, que es el software que contiene los elementos donde va aplicado el refuerzo estructural.

En resumen, el modelado del acero en el software Revit 2020 no se puede realizar directamente sobre la estructura 3D, siendo así, el modelado se desenvuelve a través de diferentes tipos de vistas que se crean para visualizar los elementos longitudinal y transversalmente de tal forma que se logre ver y trabajar de manera completa el acero de refuerzo. Cabe resaltar que hay que tener extremo cuidado con las especificaciones del proyecto plasmado en el software Revit 2020, por ejemplo, la longitud de ganchos, los diámetros de barra, ya que Revit 2020 trae consigo unos diámetros de barra determinados, unos ganchos que son diferentes a los estipulados por el diseñador estructural en el proyecto. Para finalizar hay que resaltar que Revit 2020 toma longitudes de barra de extremo a extremo de las barras y no de eje central a eje central, dato a tener en cuenta sobre todo cuando se incluyan estribos en el modelado

ANÁLISIS COMP. SOFTWARE REVIT VS. OTROS

- Creación de vista

La creación de una nueva vista es indispensable ya que por medio de ésta se busca visualizar el acero de refuerzo figurado que se va a recrear; Por ejemplo, al modelar estribos se debe crear una vista transversal al elemento donde se logre ver de forma completa el estribo. A continuación, se describen los pasos respectivos:

1) Creación de una nueva vista: ubicarse en un plano planta donde se logre ver el elemento a modelar; normalmente los planos planta salen por defecto en la parte inferior izquierda del software y vienen con nombres de los respectivos niveles que presenta el proyecto.

2) Dar clic en la pestaña “vista” ubicada en la parte superior del software, en seguida, ingresar a la opción “sección”.

3) Dibujar a “pulso” una línea encima de la vista que se va a crear; Esperar que el software procesa la vista nueva.

4) Después de dibujar a pulso la vista en el plano planta se procede a ejecutar clic derecho sobre la línea y por consiguiente se selecciona la opción “ir a la vista” y finalmente se puede visualizar.

- Modelado del refuerzo estructural

Una vez se haya creado la vista se tiene vía libre para poder modelar el acero de refuerzo estructural del elemento, para ello se va a tener en cuenta una serie de requerimientos que se siguen en orden para un correcto modelado.

Recubrimiento

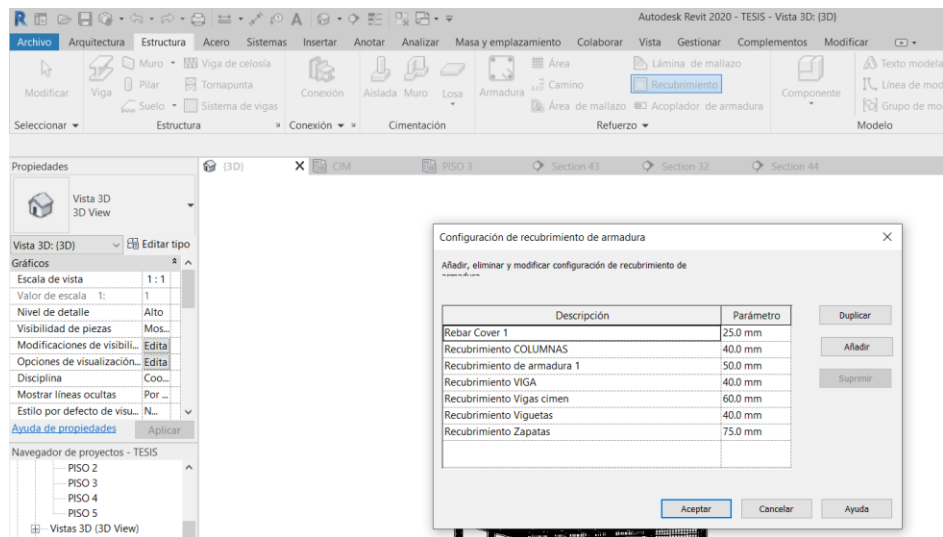
Definir el recubrimiento de los elementos, para automatizar el procedo de modelado y ahorrar trabajo, para lo cual se debe ir a ‘estructura’ seguido de ‘recubrimiento’ y al frente de la opción ‘configuración del recubrimiento’ aparecen 3 puntos verticales, se entra a la opción para

ANÁLISIS COMP. SOFTWARE REVIT VS. OTROS

ajustar el recubrimiento de los elementos basándose en los lineamientos de las especificaciones plantadas en el proyecto.

Figura 3

Ajuste de Recubrimiento



Herramientas para modelado de acero de refuerzo

A continuación, se presentan diferentes opciones para realizar el modelado del refuerzo estructural:

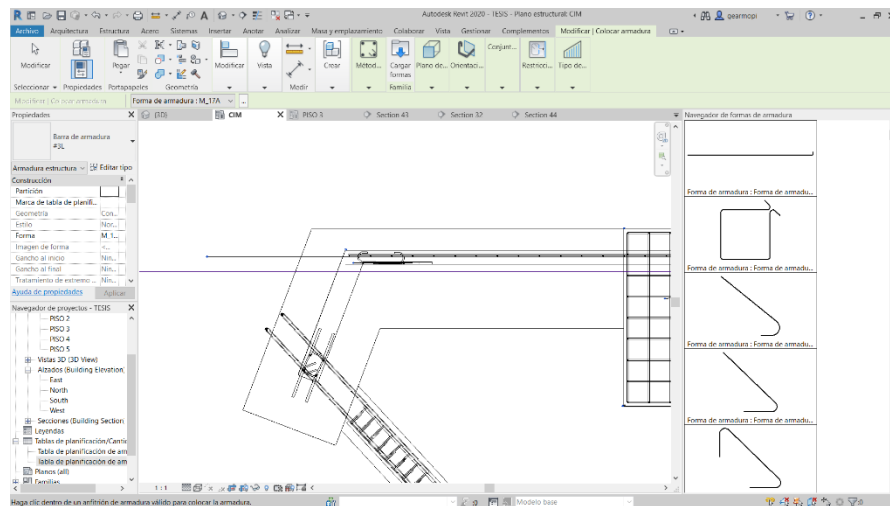
Dibujo sistematizado

Estando en la vista escogida para dibujar el refuerzo y ya habiendo asignado los recubrimientos del proyecto, se procede a intentar recrear el acero de la forma más práctica posible, para ello se selecciona el elemento al cual se le va a asignar el refuerzo, seguido en la opción 'estructura' se ingresa a 'armadura', a continuación, se observa inmediatamente en la parte derecha diferentes tipos de figuras, se va a escoger una, la que se requiere modelar.

ANÁLISIS COMP. SOFTWARE REVIT VS. OTROS

Figura 4

Figuras de Acero



Después, definir el plano de colocación que es el plano donde se muestra la forma como se modela la figura de acero, se presenta paralelo al recubrimiento, paralelo al plano de trabajo y perpendicular al recubrimiento, la información de las opciones se complementa mediante las siguientes tres imágenes:

Figura 5

Paralelo al plano de trabajo

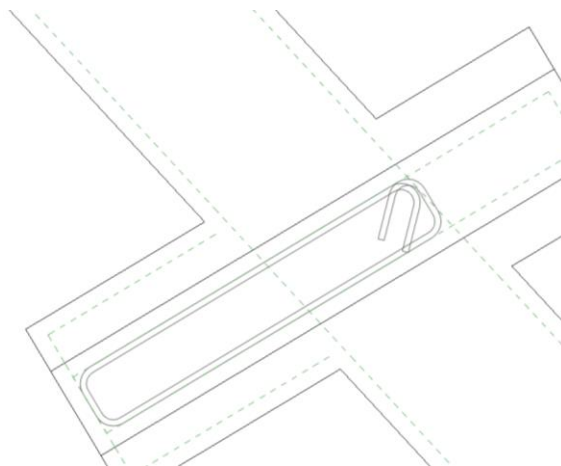
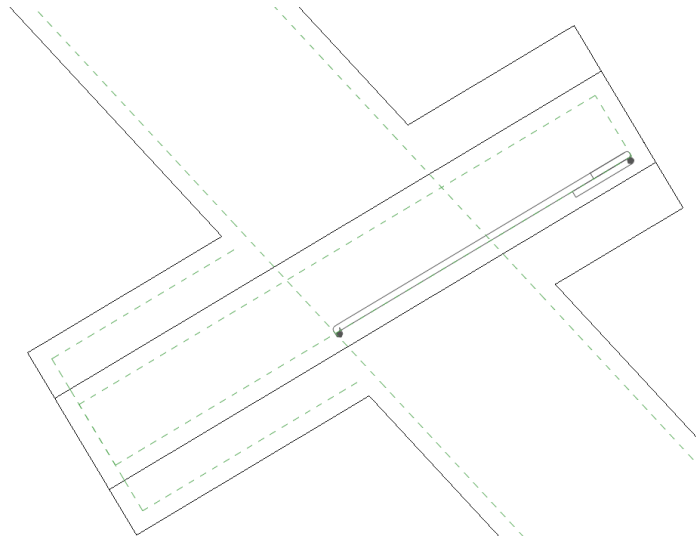
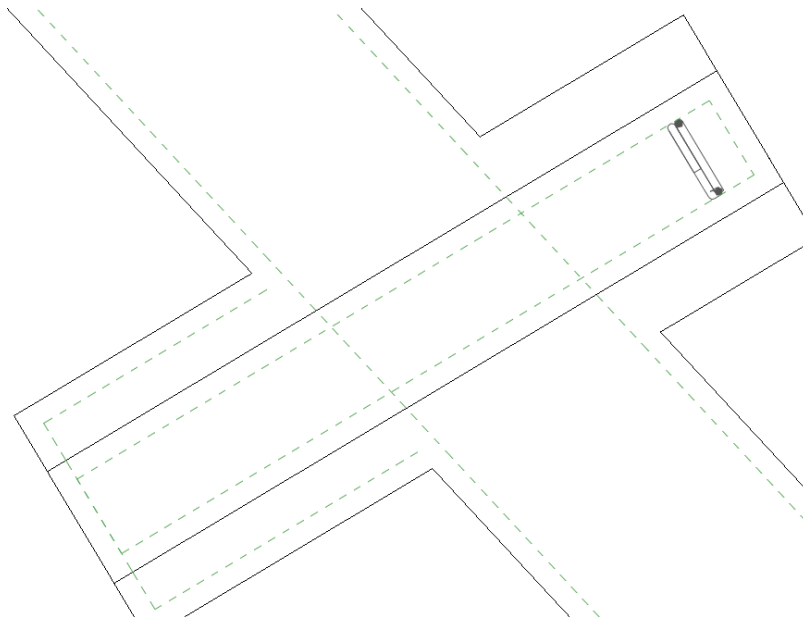


Figura 6*Paralelo al Recubrimiento***Figura 7***Perpendicular al recubrimiento*

ANÁLISIS COMP. SOFTWARE REVIT VS. OTROS

Una vez seleccionado el plano de colocación, se evidencia que la figura tiende a ajustarse a las dimensiones del elemento reservando el espacio del recubrimiento, por eso la importancia de este, ya que definir el recubrimiento puede que ahorre mucho más trabajo del que se piensa.

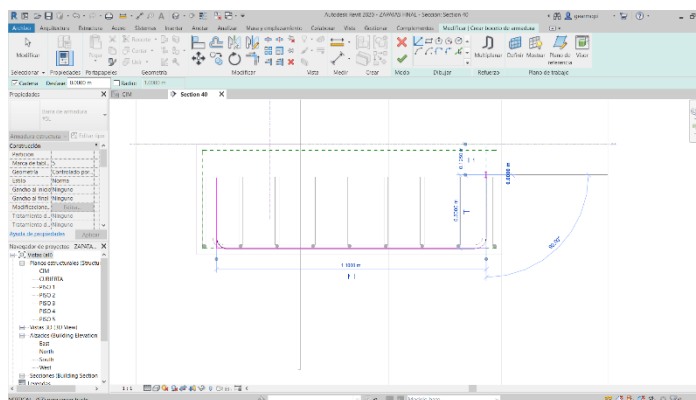
Dibujo Manual

Si el método de dibujo sistematizado no funciona existe una forma de dibujar el acero estructural en zonas donde no son muy fáciles de “adecuar” el refuerzo sistemáticamente, por ejemplo, en una zapata donde llega acero desde la columna, la propia zapata, viga de cimentación, es decir donde el plano no se vea el elemento bien definido, esté involucrados más elementos y más varillas. Para ello el software Revit 2020 da una opción acerca de cómo dibujar el acero.

El paso inicial es ingresar a la pestaña de ‘estructura’, seguido de la opción ‘armadura’, a continuación, se tendrá disponible una pestaña llamada ‘boceto armadura’ que es la opción que permite dibujar el refuerzo estructural, seleccionamos el elemento sobre el cual se va a dibujar e inmediatamente el cursor indica que es posible hacerlo, cabe resaltar que el método permite dibujar a “antojo” medidas y formas del acero estructural, por eso, esta opción es bastante práctica y de mucha ayuda en lugares donde no se pueda acceder fácilmente.

Figura 8

Dibujo manual



ANÁLISIS COMP. SOFTWARE REVIT VS. OTROS

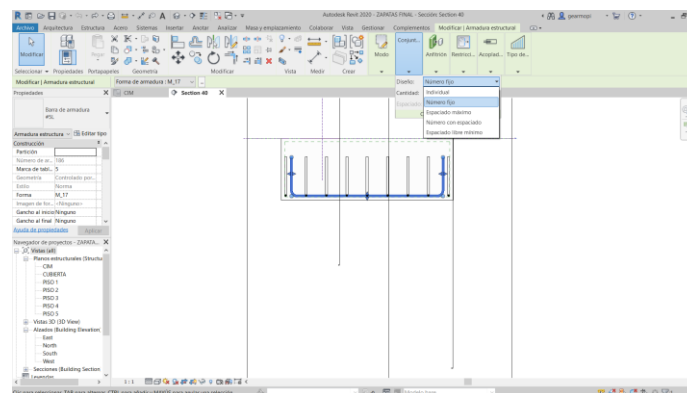
Espaciamiento y número

Teniendo en cuenta que mucho de nuestro acero se repite, por ejemplo, los estribos que son la misma figura distribuidos a lo largo del elemento estructural, el acero de las zapatas que se distribuyen a lo largo de sus dimensiones, el software Revit 2020 nos brinda una opción para poder distribuir la misma figura en cuatro formas diferentes, después de haber seleccionado la varilla de acero creada y seleccionado la opción punto fijo las cuales son:

1. **Número fijo** Consiste en darle un número de varillas estructural, este distribuirá a lo largo del elemento sin tener en cuenta espaciado mínimo ni máximo.
2. **Individual**
Deja una sola varilla, en este caso la que creamos ya sea por el método de dibujo sistematizado o dibujo manual, el caso, es solo una.
3. **Espaciado máximo**
Distribuye cierta cantidad de varillas en un espaciado máximo.
4. **Espaciado libre mínimo**
Distribuye cierta cantidad de varillas en un espaciado máximo.
5. **Número con espaciado**
Determina un número fijo con un espaciado definido, ideal para detalles estructurales.

Figura 9

Opciones espaciamiento y número



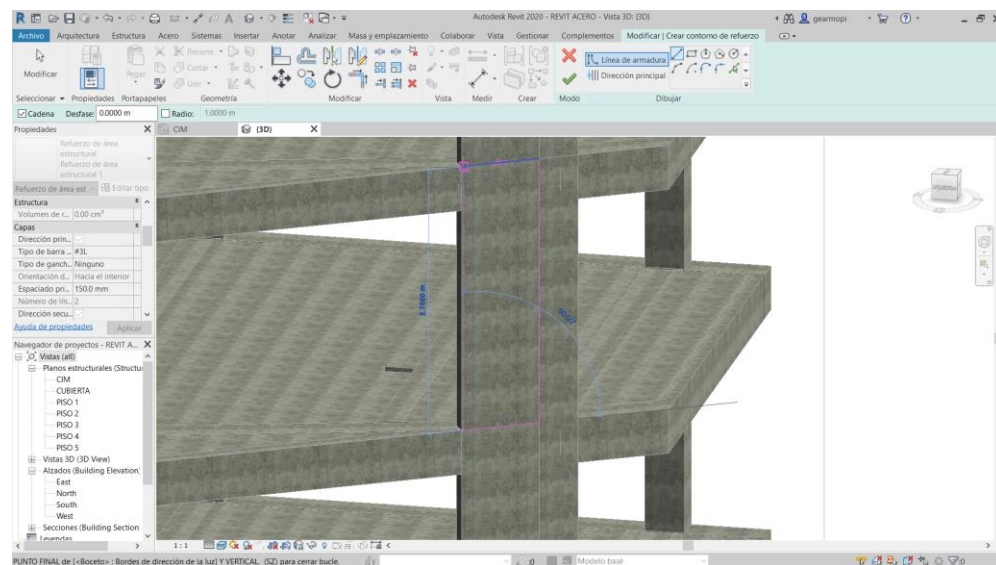
ANÁLISIS COMP. SOFTWARE REVIT VS. OTROS

Área

Para modelar las mallas electrosoldadas utilizadas en muros estructurales o placas macizas el proceso se basa en la herramienta ‘área’ que está ubicada en la plantilla de ‘Estructura’, una vez se seleccione la herramienta se procede a ubicar el área de la malla en el modelo 3D, una vez ubicada, seleccionando la malla recién creada se podrá modificar los diámetros y espaciamientos del refuerzo.

Figura 10

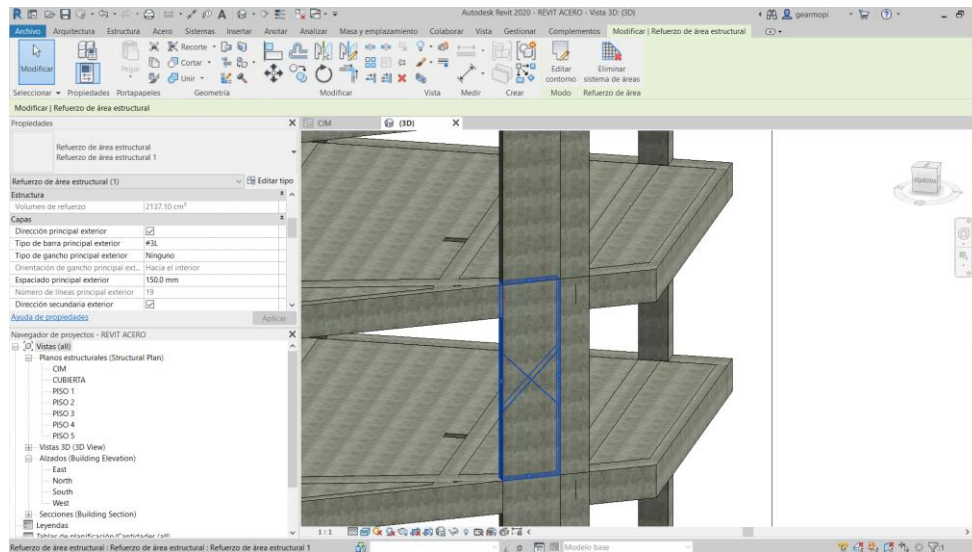
Modelado de mallas



ANÁLISIS COMP. SOFTWARE REVIT VS. OTROS

Figura 11

Modificaciones refuerzo



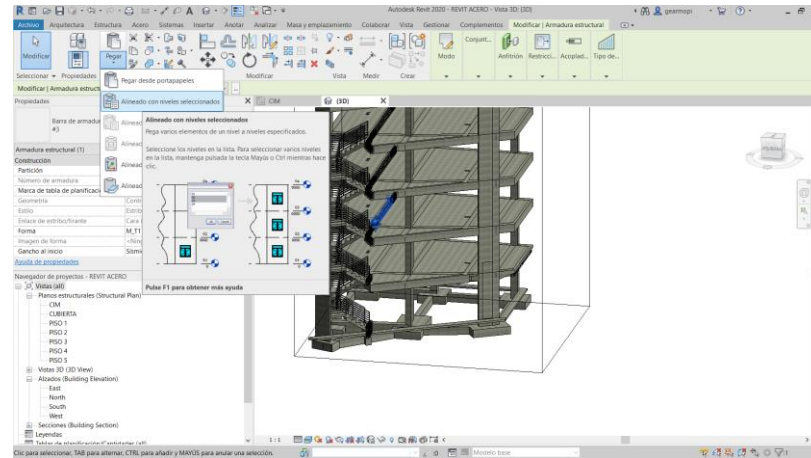
Replica por pisos

Muchas veces los proyectos tienen consigo pisos tipo, los cuales presentan los mismos elementos estructurales y el mismo refuerzo estructural, en estos casos Revit 2020 da la posibilidad de hacer réplica por pisos, solo basta con seleccionar el acero del elemento y dirigirse a la plantilla líneas finas ubicada en la parte superior, esta plantilla deja acceder a una opción de pegado donde se replica el refuerzo.

ANÁLISIS COMP. SOFTWARE REVIT VS. OTROS

Figura 12

Replica por pisos

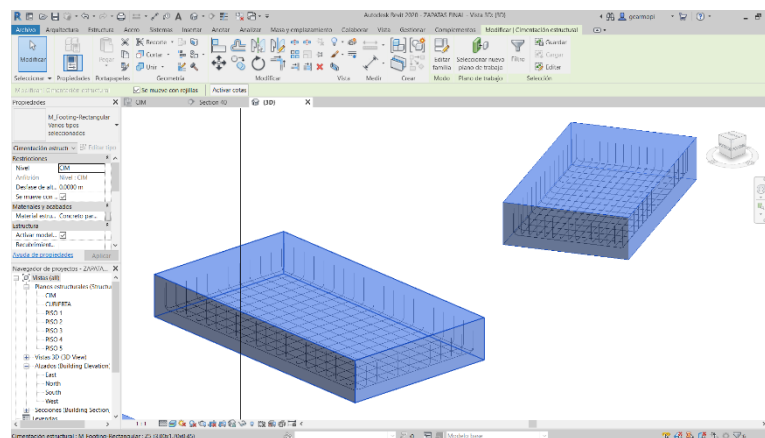


- **Elementos modelados**

Zapatas

Figura 13

Zapatas

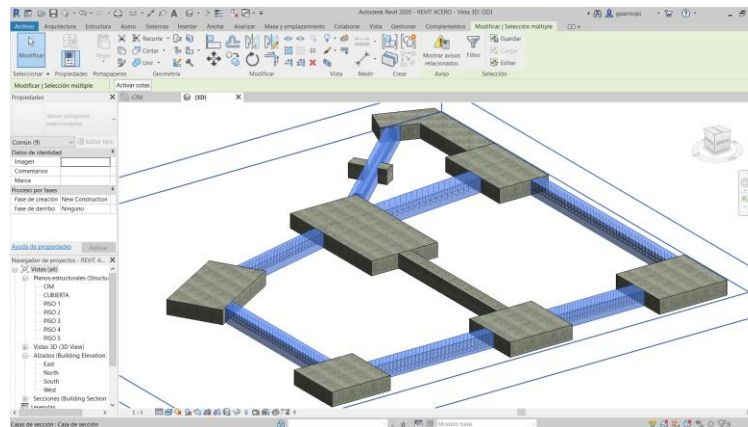


ANÁLISIS COMP. SOFTWARE REVIT VS. OTROS

Vigas de cimentación

Figura 14

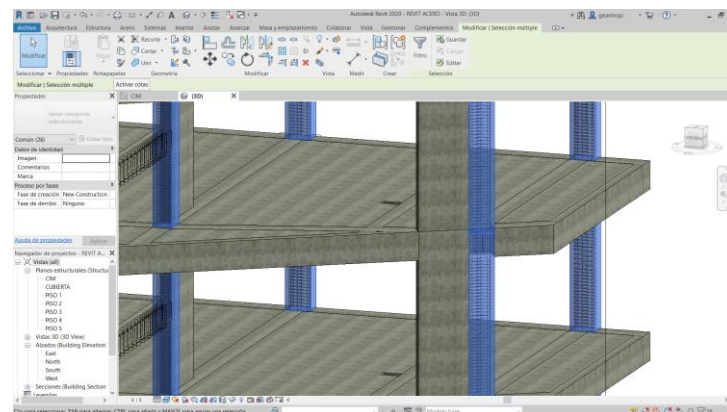
Vigas de cimentación



Columnas

Figura 15

Columnas

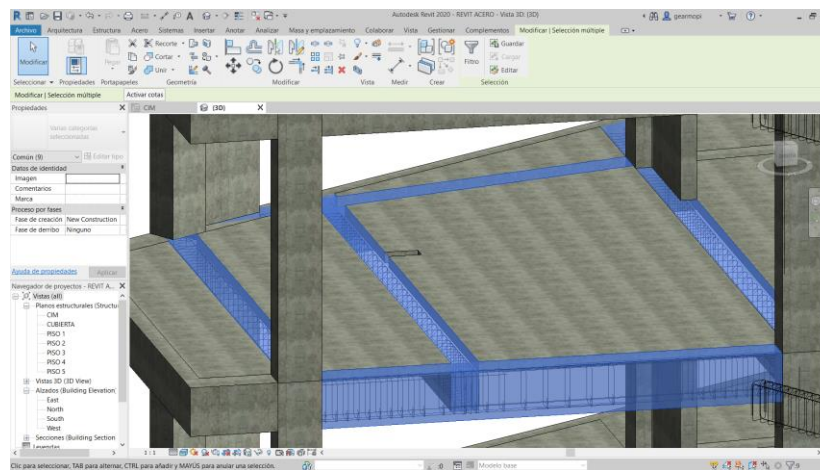


ANÁLISIS COMP. SOFTWARE REVIT VS. OTROS

Vigas

Figura 16

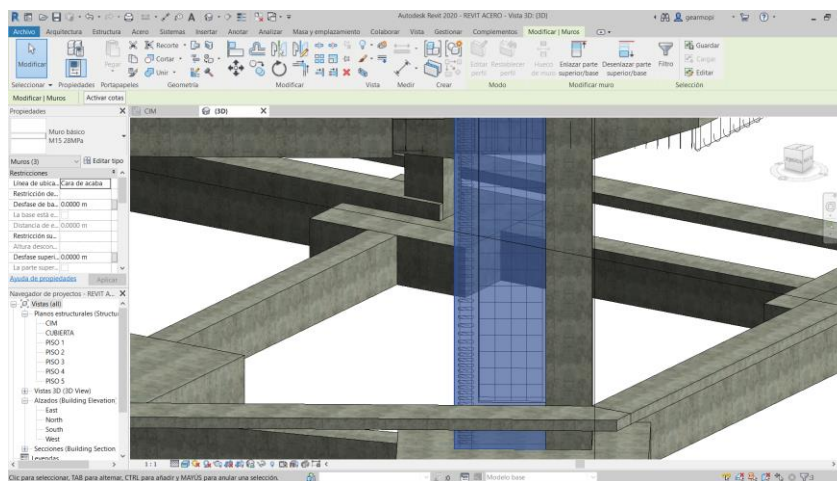
Vigas



Muros

Figura 17

Muros

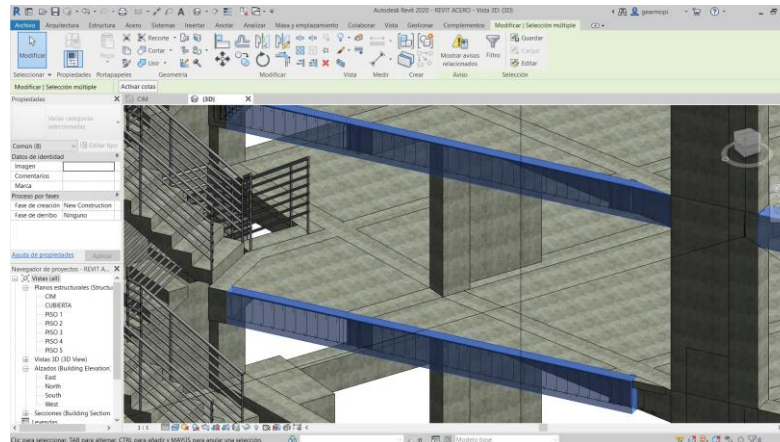


ANÁLISIS COMP. SOFTWARE REVIT VS. OTROS

Viguetas

Figura 18

Viguetas

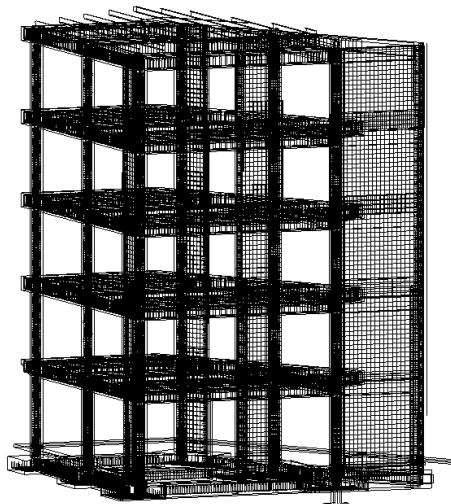


Modelo 3D

Por medio de las herramientas mencionadas en el capítulo 4.2. se presenta el modelo completo del proyecto Nueva Girona.

Figura 19

Modelo 3D



ANÁLISIS COMP. SOFTWARE REVIT VS. OTROS

• Resultados

A continuación, se muestra un resumen general de las cartillas por cada tipo de elemento:

Tabla 1

Resultados Revit 2020

RESUMEN	
ELEMENTOS	PESO (kg)
COLUMNAS	2644.09
MUROS	1696.44
VIGAS	7033.85
VIGAS DE CIMENTACIÓN	739.80
ZAPATAS	328.77
VIGUETAS	355.72
TOTAL	12798.67

1.2 Software Gerdau Diaco

La obtención del software se realiza mediante una cita previa vía zoom con un asesor comercial.

Figura 20

Logo acceso directo Gerdau Diaco

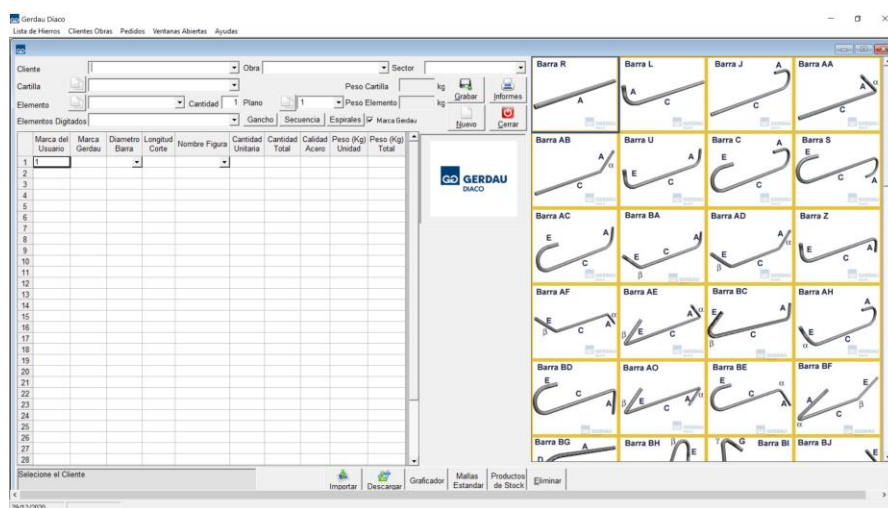


ANÁLISIS COMP. SOFTWARE REVIT VS. OTROS

La introducción al software consiste en la creación de usuario, inclusión de datos y creación de la obra para poder ingresar a la plantilla donde se efectúa el modelado.

Figura 21

Plantilla software Gerdau Diaco



Una vez seleccionado el cliente, la obra previamente creada, se procede a dar clic en “nuevo”, se selecciona la casilla “Cartilla” y se le asigna un nombre, por ejemplo, el nombre de “vigas”, luego, se procede a nombrar el elemento al cual se le va a modelar el acero.

- **Modelado del refuerzo estructural**

Una vez se tenga asignado el elemento se ubican en la tabla unos parámetros que se van a tener que asignar en orden como número de barra, nombre figura y por último cantidad unitaria, el proceso se debe realizar cada vez que se quiera incluir una figura nueva en el elemento. Después de terminar por completo el acero del elemento estructural se puede añadir otro elemento dando clic en “nuevo” y seleccionar “nuevo elemento”, estos quedarán guardados en la cartilla que se asignó en un principio.

ANÁLISIS COMP. SOFTWARE REVIT VS. OTROS

Figura 22*Tabla Gerdau Diaco*

The screenshot shows the Gerdau Diaco software interface. At the top, there are fields for 'Cliente' (Coinvecol Constructora SAS), 'Obra' (NUEVA GIRONA 2), and 'Sector' (Unico). Below these are fields for 'Cartilla' (VIGAS DE CIM), 'Elemento' (VCM (30x45) 3-4), 'Cantidad' (1), 'Plano' (1), and 'Peso Elemento' (83 kg). There are also buttons for 'Grabar', 'Informes', 'Nuevo', and 'Cerrar'. A table titled 'Elementos Digitados' is displayed, showing the following data:

	Marca del Usuario	Marca Gerdau	Diámetro Barra	Longitud Corte	Nombre Figura	Cantidad Unitaria	Cantidad Total	Calidad Acero	Peso (Kg) Unidad	Peso (Kg) Total
1	1	6333L	6	333	Barra L	4	4	W60	7.44	30
2	2	6193L	6	193	Barra L	4	4	W60	4.31	17
3	3	6305R	6	305	Recta	2	2	W60	6.82	14
4	4	3114E	3	114	Estribo 135	35	35	W60	0.64	22
5										
6										
7										

Una vez se tengan todas las cartillas con sus respectivos elementos se continúa a extraer la cartilla de acero en la opción “informes” seleccionando la opción “lista de verificación” y por último se procede a imprimir generando así el pdf final de las cartillas de acero del proyecto.

Características

- Diámetros de barra #2, #3, #4, #5, #6, #7, #8, #10, 4mm, 4.5 mm, 5mm, 5.5 mm, 6mm, 6.5 mm, 7mm, 7.5mm, 8mm.
- 60 figuras.
- En el momento de sumar los pesos unitarios para calcular el peso total siempre redondea el valor.
- Tipos de resultados (cartilla):
 1. **Resumen por diámetro y calidad:** clasifica la cartilla por cada diámetro de barra presente en el proyecto e indica el elemento de donde pertenece la figura.

ANÁLISIS COMP. SOFTWARE REVIT VS. OTROS

Figura 23*Cartilla de acero - resumen por diámetro y calidad*

LISTA DE HIERROS DE VIGAS			
W60	3		Peso Total: 28,039 kg
V1-3 (.30x.45)	1	Son 1	70 kg
V4 (.30x.45)	1	Son 1	61 kg
VA (.30x.45)	1	Son 1	26 kg
VB (.30x.45)	1	Son 1	27,770 kg
VB PRI (.25x.45)	1	Son 1	27 kg
VC PR (.25x.45)	1	Son 1	53 kg
VC(30x45)	1	Son 1	32 kg
W60	4		Peso Total: 104 kg
VEN1 (.40x.60)	1	Son 1	51 kg
VEN4 (.40x.60)	1	Son 1	54 kg

2. **Listado de verificación:** genera una cartilla de acero clasificando elemento por elemento.

Figura 24*Cartilla de acero - listado de verificación*



GERDAU

DIACO

Listado de Verificación

03-ene.-2021 8:54:53p. m.

CLIENTE: Coinvecol Constructora SAS

OBRA: NUEVA GIRONA 2

CARTILLA: NUEVA GIRONA

SECTOR: Unico

PESO CARTILLA 48,649 kg

ELEMENTO Z1(1.4x1.5) 1										
Plano 1		Peso Elemento: 34 kg				Cantidad 1				
Marca Cliente	Marca Gerdau	Cantidad Unitaria	Cantidad Total	Diámetro	Calidad	Longitud Corte	Peso Unitario	Peso Total	Figura	
1	4176U	10	10	4	W60	176	1.75	17	20 136 20	
2	4166U	10	10	4	W60	166	1.65	17	20 126 20	

ANÁLISIS COMP. SOFTWARE REVIT VS. OTROS

3. **Listado de distribución:** genera una cartilla clasificada por figura.

Figura 25

Cartilla de acero - lista de distribución

 GERDAU DIACO		Listado de Distribución							03-ene.-2021 9:10:22p. m.	
CLIENTE: Coinvecol Constructora SAS										
OBRA: NUEVA GIRONA 2										
SECTOR: Unico										
CARTILLA: VIGAS										
PESO CARTILLA 48,649 kg										
Figura	Marca Cliente	Marca Gerdau	Diam	Cal.	Cant.	Long. Corte	P. Unit	P. Total	Lista	Elemento
Diametro 3										
	37	5	366E	3	W60	58	85500	478.80	27,770	
						58		27,770	VIGAS	VB (.30x.45) 1
		4	348800C	3	W60	48	48800	273.28	13,117	
						48		13,117	VIGUETAS	VTA 15x45 DIA P1

Resultados

A continuación, se muestra un resumen general de las cartillas por cada tipo de elemento:

Tabla 2

Resultados Gerdau Diaco

RESUMEN	
ELEMENTOS	PESO (kg)
COLUMNAS	2670.17
MUROS	1712.64
VIGAS	7103.23
VIGAS DE CIMENTACIÓN	753.73
ZAPATAS	335.61
VIGUETAS	359.12
TOTAL	12934.50

1.3 Software G&J

La obtención del software se realiza por la página web de la empresa G&J.

Figura 26

Logo software G&J



Una vez se ingrese, se debe añadir información general de la empresa y la obra a la cual vamos a generar las cartillas, después encontramos la entrada al software como tal.

- **Modelado del refuerzo estructural**

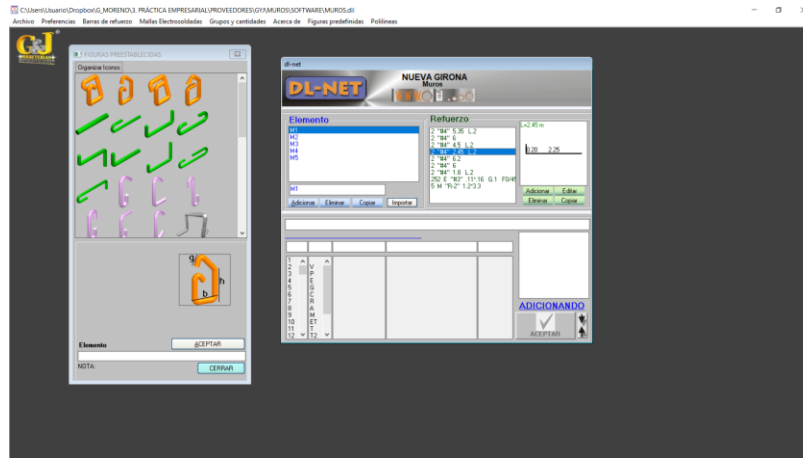
Primero se debe nombrar el elemento sobre al cual se va a asignar el acero. La manera más didáctica y práctica de modelar el acero es mediante ‘figuras predeterminadas’ que son figuras de acero que usualmente se manejan en los proyectos, una vez se seleccione la figura que se quiere se le añaden datos como cantidad, diámetro de acero, dimensiones de la figura y así sucesivamente, se van añadiendo las figuras en el elemento, es así, se crea elemento y sus respectivas figuras.

Cabe resaltar que las figuras y los elementos se pueden editar y copiar una vez estén modelados. Como consejo se debe ir guardando a medida que se avanza porque hay veces que el software llega a un punto donde no deja guardar.

ANÁLISIS COMP. SOFTWARE REVIT VS. OTROS

Figura 27

Plantilla software G&J



Una vez se tenga el modelado completo se procede a extraer la cartilla ingresando a ‘archivo’ seguido ‘imprimir’, se abrirá la cartilla de acero con la opción de modificar y escoger la opción a conveniencia en el tablero que se presenta en la parte derecha.

Características

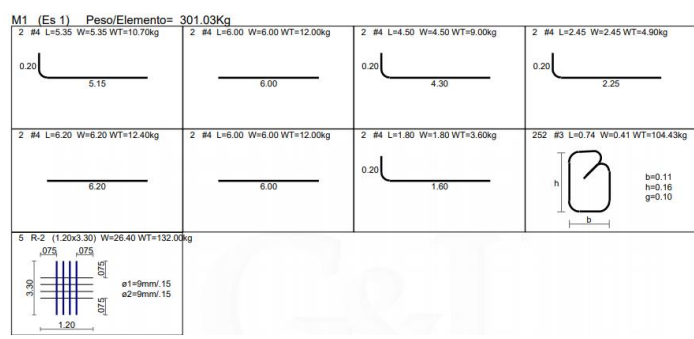
- Diámetros de barra #2, #3, #4, #5, #6, #7, #8, #10, 4mm, 4.5 mm, 5mm, 5.5 mm, 6mm, 6.5 mm, 7mm, 7.5mm, 8mm, 8.5, 9mm.
- No redondea los pesos, maneja dígitos de 2 cifras.
- 52 figuras.
- Tipos de resultados (cartilla):

1. **Tipo rectángulo:** realiza una clasificación por elemento

ANÁLISIS COMP. SOFTWARE REVIT VS. OTROS

Figura 28

Cartilla de acero - tipo rectángulo



2. **General:** contiene una clasificación por elementos y figuras de acero de refuerzo de manera vertical.

Figura 29

Cartilla de acero – general

M1 (Es 1) Peso/Elemento= 301.03Kg

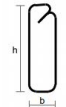
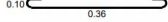
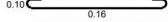
DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMETRO	LONGITUD	PESO	NOTAS
	2	#4	5.35	10.7	
	2	#4	6.00	12.0	
	2	#4	4.50	9.0	
	2	#4	2.45	4.9	
	2	#4	6.20	12.4	
	2	#4	6.00	12.0	
	2	#4	1.80	3.6	
	252	#3	0.74	104.4	
	5	R-2	1.20 x 3.30	132.0	

3. **Despacho:** realiza la clasificación del acero por diámetros de varilla.

ANÁLISIS COMP. SOFTWARE REVIT VS. OTROS

Figura 30

Cartilla de acero - despacho

Lista de barras #2					
DIAGRAMA	CANTIDAD	PRODUCTO	LONG. (m)	PESO	UBICACION
	224	#2	0.26	14.56	[224 En M2]
Peso total barras #2 =14.56 Kg					
Lista de barras #3					
	112	#3	1.14	71.50	[112 En M2]
	896	#3	0.74	371.30	[252 En M1][140 En M2][252 En M3][252 En M5]
	112	#3	0.56	35.12	[112 En M4]
	140	#3	0.36	28.22	[140 En M4]
Peso total barras #3 =506.15 Kg					

Resumen peso: es una cartilla muy práctica, muestra la clasificación de la cartilla de acero por medio de diámetros, esta vez, solo evidenciando la longitud total y peso del acero figurado.

Figura 31

Cartilla de acero - resumen peso

RESUMEN DE PESOS BARRAS FIGURADAS				
REFERENCIA	DIAMETRO	LONGITUD (m)	PESO (Kg)	
17023	#2	58.24	14.56	
17024	#3	903.84	506.15	
17025	#4	221.70	221.70	
TOTAL BARRAS FIGURADAS			742.41	
RESUMEN DE PESOS BARRAS ESTANDAR				
REFERENCIA	DIAMETRO	LONGITUD (m)	CANTIDAD	PESO (Kg)
17931	#4	6.00	18.0	108.00
TOTAL ESTANDAR				108.00
RESUMEN DE PESOS MALLAS ELECTROSOLDADAS ESPECIALES				
REFERENCIA	MALLA	AREA EQ.(m2)	PESO (Kg)	
17202	R-2	129.55	872.85	
TOTAL MALLAS ESPECIALES			872.85	
PESO TOTAL DEL PEDIDO = 1,723.26 Kg				

ANÁLISIS COMP. SOFTWARE REVIT VS. OTROS

- **Resultados**

A continuación, se muestra un resumen general de las cartillas por cada elemento:

Tabla 3

Resultados G&J

RESUMEN	
ELEMENTOS	Peso (kg)
COLUMNAS	2686.74
MUROS	1723.27
VIGAS	7147.3
VIGAS DE CIMENTACIÓN	751.73
ZAPATAS	333.82
VIGUETAS	361.35
TOTAL	13004.21

1.4 Cálculo de cantidades Software Ferretería Aldía

El software se solicita directamente con la asesora comercial de Ferretería Aldía.

Figura 32

Logo software Ferretería Aldía



Al ingresar al software se evidencia que el software es muy parecido al de G&J, por ende, el procedimiento de ingreso, plantilla y modelado del acero, es exactamente igual, solo varían detalles como nombres, logos, presentación.

ANÁLISIS COMP. SOFTWARE REVIT VS. OTROS

Características

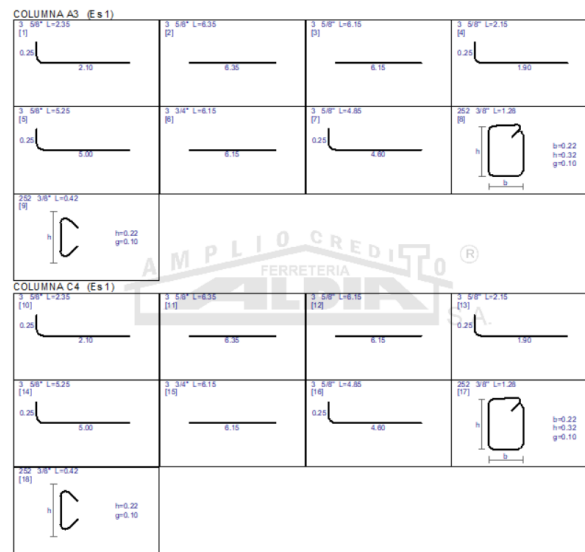
- Diámetros de barra 1", 7/8", 3/4", 5/8", 1/2", 3/8", 1/4", 4mm, 4.5 mm, 5mm, 5.5 mm, 6mm, 6.5 mm, 7mm, 7.5mm, 8mm, 8.5, 9mm, 9.5mm, 10mm.
- No redondea los pesos, maneja dígitos de 2 cifras.
- 52 figuras.
- Tipos de resultados (cartilla):

Al ser el software similar al de G&J los tipos de resultados que arroja el software tienden a ser muy parecidos, sin embargo, contiene algún tipo de diferencia en la entrega de sus cartillas.

1. **Tipo rectángulo:** clasifica los resultados mediante elementos, a diferencia del de G&J no muestra pesos.

Figura 33

Cartilla de acero - tipo rectángulo



ANÁLISIS COMP. SOFTWARE REVIT VS. OTROS

2. **General:** clasifica los resultados mediante elementos y de manera vertical.

Figura 34

Cartilla de acero - tipo general

COLUMNA A3 (E s 1)					
DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PE SO	NOTAS
[1]	3	5/8"	2.35	11.8	
[2]	3	5/8"	6.35	29.7	
[3]	3	5/8"	6.15	28.8	
[4]	3	5/8"	2.15	10.1	
[5]	3	5/8"	5.25	24.6	
[6]	3	3/4"	6.15	41.5	
[7]	3	5/8"	4.85	22.7	
[8]	252	3/8"	1.28	180.8	
[9]	252	3/8"	0.42	59.3	

COLUMNA C4 (E s 1)					
DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAMET	LONGITUD	PE SO	NOTAS
[10]	3	5/8"	2.35	11.8	
[11]	3	5/8"	6.35	29.7	
[12]	3	5/8"	6.15	28.8	
[13]	3	5/8"	2.15	10.1	
[14]	3	5/8"	5.25	24.6	
[15]	3	3/4"	6.15	41.5	
[16]	3	5/8"	4.85	22.7	

3. **Listado de despacho:** clasifica los resultados mediante diámetros de barra, y figuras manera horizontal

Figura 35

Cartilla de acero - lista de despacho

Lista de barras 3/4"					
DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAM.	LONG. (m)	PE SO	UBICACION
	2	3/4"	5.84	22.7	
	4	3/4"	4.81	41.5	
	4	3/4"	4.32	38.9	
	4	3/4"	4.11	37.8	
	4	3/4"	3.79	33.3	
	2	3/4"	3.62	16.3	
	4	3/4"	3.33	30.0	
	4	3/4"	3.325	29.9	
	4	3/4"	3.24	28.2	
	4	3/4"	3.225	29.9	
	4	3/4"	3.15	28.4	
	4	3/4"	3.11	28.8	
	2	3/4"	3.09	13.7	
	6	3/4"	3.04	41.9	
	4	3/4"	2.85	25.6	
	12	3/4"	2.23	60.2	
	4	3/4"	2.225	28.0	
	4	3/4"	2.13	19.2	
	4	3/4"	1.925	17.3	
	8	3/4"	1.725	31.1	

Peso total barras 3/4" = 582.2 kg

ANÁLISIS COMP. SOFTWARE REVIT VS. OTROS

4. **Resumen de peso:** arroja una tabla general donde resumen el peso y longitud por diámetro de acero, muestra el peso total del pedido.

Figura 36

Cartilla de acero - resumen peso

RESUMEN DE PESOS BARRAS FIGURADAS			
DIAMETRO	Fy (Mpa)	LONGITUD (m)	PESO (kg)
3/4"	420	263.2	592.2
3/8"	420	310.1	173.6
TOTAL BARRAS FIGURADAS			765.9

PESO TOTAL DEL PEDIDO = 765.9 kg



- Resultados**

A continuación, se muestra un resumen general de las cartillas por cada tipo de elemento:

Tabla 4

Resultados Ferreteria Aldia

RESUMEN	
ELEMENTOS	Peso (kg)
COLUMNAS	2686.74
MUROS	1723.27
VIGAS	7147.3
VIGAS DE CIMENTACIÓN	751.73
ZAPATAS	333.82
VIGUETAS	361.35
TOTAL	13004.21

2. Análisis comparativo

Teniendo el refuerzo estructural modelado en los 4 softwares se procede a realizar el análisis comparativo entre cada uno de ellos.

2.1 Análisis cualitativo

Es importante realizar un análisis no solo numérico sino un análisis que ponga a prueba las características, ventajas y limitaciones de cada software, para ellos a continuación se evaluarán características importantes de cada uno de ellos, se tomaran en cuenta rangos de calificación de 1-5, donde 1–3 representan un nivel deficiente, 3 - 4 representan un nivel aceptable y 4 - 5 un buen nivel.

Tabla 5

Análisis cualitativo

CARACTERÍSTICAS A EVALUAR	REVIT 2020	AUC	G&J	FERRETERÍA ALDIA
RENDIMIENTO	4.6	2.5	4.3	4.3
AMIGABILIDAD	3.6	2	4.6	4.6
CONTROL NSR-10	0	3	4	4
IDENTIFICACIÓN DE ERRORES	5	3	3	3
CLASIFICACIÓN POR DIAMETRO DE BARRA	5	1.5	5	4
CLASIFICACIÓN POR PESO DE REFUERZO ESTRUCTURAL POR ELEMENTO	4	5	5	0

2.2 Análisis cuantitativo

Consiste en evaluar y comparar el resultado peso de refuerzo estructural modelado en los distintos softwares.

Análisis específico

Es un análisis en que se tiene en cuenta un solo tipo de varilla figurada. Se hace con el fin de evidenciar diferencias entre los softwares de manera detallada.

ANÁLISIS COMP. SOFTWARE REVIT VS. OTROS

- **Barra recta de 6 mts**

Se compara el peso generado por los softwares de una barra tipo U de 6 mts que representan 2 ganchos de 0.3 m y una longitud recta de 5.4 m.

Figura 37

Barra recta de 6 mts

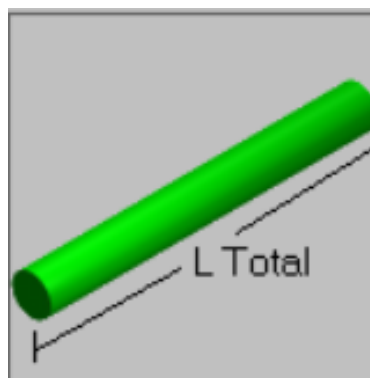


Tabla 6

Peso por software barra 6 mts

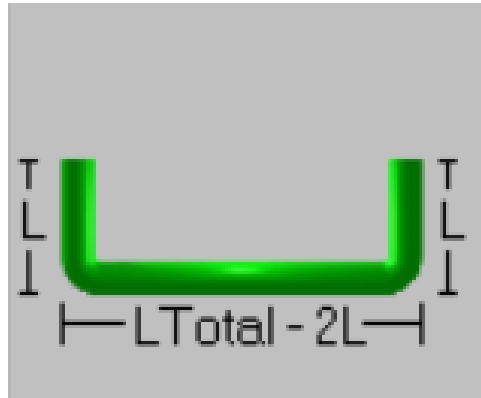
BARRA RECTA DE 6 MTS				
DIAMETRO	REVIT 2020 kg	GBJ kg	FERRITERIA ALDIA Kg	GERDAU DIACO kg
#3	3.33	3.36	3.36	3.36
#4	5.95	6	6	5.96
#5	9.33	9.36	9.36	9.31
#6	13.46	13.5	13.5	13.41
#7	18.18	18.36	18.36	18.25

- **Barra tipo U de 6 mts**

Se compara el peso generado por los softwares de una barra tipo U de 6 mts que representan

2 ganchos de 0.3 m y una longitud recta de 5.4 m.

ANÁLISIS COMP. SOFTWARE REVIT VS. OTROS

Figura 38*Barra tipo U 6 mts***Tabla 7***Peso por software barra tipo U 6 mts*

BARRA U DE 6 MTS				
DIAMETRO	REVIT 2020 kg	G&J kg	FERRTERÍA ALDIA Kg	GERDAU DIACO kg
#3	3.31	3.36	3.36	3.36
#4	5.91	6	6	5.96
#5	9.25	9.36	9.36	9.31
#6	13.35	13.5	13.5	13.41
#7	18	18.36	18.36	18.25

Se logra visualizar diferencias en la mayoría de softwares. El software Revit 2020 arroja en la mayoría de diámetros un menor peso a excepción de la barra #6 que está por encima de Gerdau Diaco. El software G&J y Ferreteria Aldia no difieren en ninguno de sus resultados.

ANÁLISIS COMP. SOFTWARE REVIT VS. OTROS

Los resultados de la barra recta de 6 mts y la barra tipo U de 6 mts son los mismos en los softwares G&J, Ferretería Aldia y Gerdau Diaco. En el software Revit 2020 el valor disminuye en el resultado de la barra tipo U de 6 mts.

El software Gerdau Diaco no tiene una tendencia clara respecto a los otros softwares, sin embargo, se acomoda en la mayoría de pesos por encima del software Revit 2020 y por debajo de los softwares G&J y Ferretería Aldia, para tener cuidado este software cuando arroja la cartilla aproxima a un solo dígito, cosa que complica el resultado confiable.

Análisis general

Es un análisis en que se tiene en cuenta el refuerzo estructural de todo el proyecto. Con el fin de evidenciar diferencias de manera general.

Tabla 8

Análisis general

ELEMENTOS	REVIT 2020	GERDAU DIACO (Kg)	G&J (Kg)	FERRETERÍA ALDIA (Kg)
COLUMNAS	2644.09	2670.17	2686.74	2686.74
MUROS	1696.44	1712.64	1723.27	1723.27
VIGAS	7033.85	7103.23	7147.3	7147.3
VIGAS DE CIMENTACIÓN	739.8	753.73	751.73	751.73
ZAPATAS	328.77	335.71	333.82	333.82
VIGUETAS	355.72	359.12	361.35	361.35
TOTAL	12798.67	12934.6	13004.21	13004.21

Se evidencia diferencias en la mayoría de softwares. El software G&J y Ferretería Aldía arrojan resultados idénticos con un peso total de elementos tomados en el análisis de 13004.21 kg, además, tienen el mayor peso de los 4 softwares. El software Revit 2020 es el software que arroja menor peso total con 12798.67 kg de los elementos tomados en el análisis. El

ANÁLISIS COMP. SOFTWARE REVIT VS. OTROS

software Gerdau Diaco arroja resultados por debajo del software G&J y Ferretería Aldía, y también por encima del software Revit 2020 en la mayoría de sus elementos.

.

2.3 Análisis por precio

Al cotizar con los diferentes proveedores, arrojan los siguientes precios, cabe resaltar que el precio se hace a corte de Diciembre 2020 y estos no representan ninguna tendencia en el tiempo debido a la volatilidad del acero como consecuencia de la pandemia Covid 19.

Tabla 9

Precio de acero

PROVEEDOR	GERDAU DIACO	FERRETERÍA ALDIA	G&J
PRECIO POR kg DE ACERO	\$ 4,730.00	\$ 4,658.00	\$ 4,640.00

3. Otras actividades.

Al haber rendido el tiempo dedicado a los softwares y el modelado del acero estructural, durante la práctica empresarial hubo espacio para realizar otro tipo de actividades que no estaban previstas, como las que se mencionan a continuación:

3.1 Control de obra mediante el método de valor ganado

Se analizó mediante 4 comités, el estado de la obra FRONTINO CONDOMINIO, obra ejecutada por la constructora desde el año 2018 la cual está ubicada en la carrera 19 #23-08 esquina de la ciudad de Bucaramanga, el proyecto es una construcción vertical que consta de 11 pisos y tiene planeado entregarse a finales de junio del año 2021.

Control de costos Frontino Condominio

[illegible]

3.2 Mantenimiento

Se realizó un mantenimiento que por solicitud de un cliente llegó a la empresa Coinvecol Constructora SAS, el mantenimiento se llevó a cabo desde su etapa inicial hasta su etapa de entrega, dando plena satisfacción del cliente. Para abundar una descripción general consistió en la remodelación de una cocina en una casa ubicada en el conjunto residencial Real del Llano, abarcó gran parte de obra civil, enchapes y en su mayoría carpintería, la propuesta inicial abordó un valor aproximado de 12'425.566 \$.

ANÁLISIS COMP. SOFTWARE REVIT VS. OTROS

Figura 40*Propuesta económica*

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES					
ID	Actividades	Unidad	Cantidad	Unitario	Valor
1	DESMONTE DE COCINA EXISTENTE	gls	1	\$ 196,219	\$ 196,219
2	DEMOLICIÓN MURO DIVISORIO DE COCINA	gls	1	\$ 81,219	\$ 81,219
3	REMOCIÓN PUNTO HIDRÁULICO + PUNTO DESAGUE LAVAPLATOS	Und	1	\$ 207,256	\$ 207,256
4	REMOCIÓN PUNTOS DE GAS (HORNO Y ESTUFA)	und	1	\$ 208,539	\$ 208,539
5	LEVANTAMIENTO ENCHAPE PISO COCINA	gls	1	\$ 75,469	\$ 75,469
6	REMOCIÓN PUNTOS ELÉCTRICOS EXISTENTES + PUNTO ELÉCTRICO ADICIONAL	gls	1	\$ 276,719	\$ 276,719
7	DEMOLICIÓN ENCHAPE DE PARED EXISTENTE COCINA	gls	1	\$ 69,719	\$ 69,719
8	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE COCINA INTEGRAL. INCLUYE: MUEBLE DE COCINA EN RH AMARETO AEREO CON SUS RESPECTIVOS ACABADOS PLATILERO LACENA, TERMINADO EN GOLA DE AGARRADERA, MUEBLE DE COCINA EN RH AMARETO INFERIOR CON CALDERAS RELES EN ACERO Y TERMINACIÓN EN GOLA DE AGARRADERAS, MESON DE COCINA Y BARRA AMERICANA EN QUARTZSTONE BEIGE ESTELAR CON SUS RESPECTIVOS ACABADOS, MUEBLE LACENA PARA LA NEVERA CON GABETA	gls	1	\$ 7,380,020	\$ 7,380,020
9	APARATOS COCINA. INCLUYE: CAMPANA EXTRACTORA HACEB, LAVAPLATOS SOCODA VITAL, GRIFERA PALANTA BALTA PICO, ESTUFA EMPOTRADA CHALLENGER, HORNO CHALLENGER INKIDABLE.	gls	1	\$ 1,323,971	\$ 1,323,971

(+57) 3005412499 - (037) 6950909 / Cra 25 # 35 - 71 / Bucaramanga - Colombia
 coinvecol directoradministrativo@coinvecol.com.co
 www.coinvecol.com.co

COINVECOL / Bienvenido a casa!					
ID	Actividades	Unidad	Cantidad	Unitario	Valor
10	MURO DIVISORIO AMERICANO, FRISADO AMBOS LADOS, PINTURA KORAHA HACIA PATIO	m	1.87	\$ 145,080	\$ 271,262
11	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ENCHAPE PARED COCINA	m2	10	\$ 70,697	\$ 706,972
12	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ENCHAPE PISO COCINA	m2	10	\$ 69,018	\$ 690,182
13	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CIELO RASO	gls	1	\$ 240,218	\$ 240,218
				SUBTOTAL	\$ 11,727,764
				UTILIDAD (15%)	\$ 1,759,165
				IVA (19%)	\$ 1,111,414
				TOTAL	\$ 12,425,666

Durante la ejecución se tuvo contacto directo con el cliente, se atendió sus solicitudes y se supervisó el proyecto que tuvo un tiempo de ejecución aproximado de 20 días hábiles, finalizando se entregó la encuesta de satisfacción y el acta de entrega del mismo.

Figura 43

Obra templo CFA



3.4 Propuestas económicas

Se presentaron durante la práctica dos propuestas económicas para mantenimientos grandes, de los cuales a la fecha no han tenido respuesta de aprobación por parte del cliente.

Figura 44

Propuesta económica 1

2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS DAÑOS					
El inmueble presenta humedad en pared y placa, el daño no es visible.					
3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES					
ID	Actividades	Unidad	Cantidad	Unitario	Valor
1	Demolición de piso del baño principal	m2	4.4	\$ 18,000	\$ 79,200.00
2	Reparación tubería afectada	glb	1	\$ 449,287	\$ 436,287.09
3	Resane de pared y placa afectadas por la humedad	m2	15	\$ 38,000	\$ 570,000.00
4	Cambio piso del baño	m2	4.4	\$ 85,950	\$ 378,179.62
SUBTOTAL					\$ 1,463,666.71
UTILIDAD(5%)					\$ 73,183.34
IVA (19%)					\$ 13,904.83
TOTAL					\$ 1,550,754.88

ANÁLISIS COMP. SOFTWARE REVIT VS. OTROS

Figura 45

Propuesta económica 2

ANEXO PROPUESTA ECONÓMICA DETALLADA					
DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS DAÑOS					
Diversas humedades que están afectando el inmueble a causa de filtraciones por el piso de la terraza y una gotera en la cubierta del segundo piso. Se recomienda levantar el piso de la terraza para poder impermeabilizar.					
3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES					
ID	Actividades	Unidad	Cantidad	Unitario	Valor
1	Reparación de gotera en la cubierta del segundo piso.	glb	1	\$ 1,333,269	\$ 1,333,269
2	Impermeabilización de la terraza con sika fill power 7 años	m2	53	\$ 20,700	\$ 1,097,100
3	Resane y pintura de zonas afectadas por la humedad.	m2	51	\$ 20,318	\$ 1,036,228
4	Acarreo de material	viaje	3	\$ 40,000	\$ 120,000
SUBTOTAL					\$ 3,586,597
UTILIDAD [5%]					\$ 179,330
IVA [19%]					\$ 34,073
TOTAL					\$ 3,800,000

4. Conclusiones.

- El software Revit 2020 es el software más conveniente para calcular el refuerzo estructural debido a su buen rendimiento, alta practicidad e identificación de errores, ventajas esenciales que vuelven mucho más rápido y efectivo el trabajo. Se recomienda a la empresa Coinvecol constructora S.A.S. utilizarlo a la hora de presupuestar proyectos, se recomienda dejar un factor de seguridad del 5% debido a sus diferencias con los otros softwares.
- El software G&J brinda los mayores datos del refuerzo estructural, maneja pesos por varilla figurada, pesos por elementos, pesos por diámetros de barra, pesos totales, figuras, además, todas sus cartillas son funcionales, es decir, arrojan datos claros y concisos. Se recomienda utilizar este software a la hora de hacer pedidos de materiales en los proyectos.
- Los softwares que más se apropian del control de la norma NSR-10 es el software G&J y Ferretería Aldía debido a que el software Revit 2020 no ejerce ningún tipo de control y el software Gerdau Diaco ejerce control, pero no es muy explícito y genera controversia.
- El precio más económico lo presenta el proveedor de acero G&J, a diferencia de Gerdau Diaco que presenta el suministro más caro, Ferretería Aldía por otro lado presenta un precio medio. Cabe resaltar que esta conclusión se saca de precios a corte de diciembre de 2020 y no representan ninguna tendencia.

Referencias bibliograficas.

Diseño y modelación de un edificio con una configuración en planta irregular, mediante la utilización del software de diseño “Revit Structure” y su análisis mediante un software especializado “Robot Structural Analysis” (BIM). Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil.

DL-.NET; <https://www.youtube.com/watch?v=sRBSB24FU4I&t=142s>, (10/09/2020).

<https://gyj.com.co/>, (10/10/2020).

Loyola Osorio, Lorenzo Iván (2018). Desarrollo de aplicación en software BIM para la interoperabilidad entre el análisis y la representación 3D del refuerzo estructural en muros de edificios de hormigón armado. Tesis U de Chile. (2017).

Revit Extensión | Generando acero de Refuerzo Parte 1;
<https://www.youtube.com/watch?v=ZA3DkDqnkrc&t=185s>, (15/10/2020).

Revit Architecture: manual de iniciación. Madrid: Editorial Tébar Flores (2017). Contenido de Autodesk Revit 2020;
<https://knowledge.autodesk.com/es/support/revitproducts/downloads/caas/downloads/downloads/ESP/content/autodek-revit-2020-content.html> (10/10/2020).

Tutorial Lista de hierros Gerdau Diaco;
<https://www.youtube.com/watch?v=qXZqBJpIJlQ&t=365s>, (1/09/2020)