

**PRÁCTICA EMPRESARIAL COMO APOYO EN LAS LABORES DE
INGENIERÍA CIVIL EN LA EMPRESA ALEXIS VEGA INGENIEROS S.A.S.**

DILMER ORLEY PARRA SUAREZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2019**

**PRÁCTICA EMPRESARIAL COMO APOYO EN LAS LABORES DE
INGENIERÍA CIVIL EN LA EMPRESA ALEXIS VEGA INGENIEROS S.A.S.**

DILMER ORLEY PARRA SUAREZ

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil

**DIRECTOR
ALEXIS VEGA ARGUELLO
Ingeniero Civil, MS.c**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2019

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	9
1. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA.....	11
2. ACTIVIDADES REALIZADAS.....	12
2.1 DISEÑO Y DESPIECE DE VIGUETAS.....	12
2.2 CONTROL DE DEFLEXIONES DE VIGUETAS	14
2.3 DIBUJO DE PLANTAS ESTRUCTURALES	15
2.4 DISEÑO Y DESPIECE DE LOSAS MACIZAS Y ESCALERAS	18
2.5 CÁLCULO DE CANTIDADES DE OBRA DE CONCRETO.....	20
2.6 REVISIÓN DE CUMPLIMIENTO DE REQUISITOS SISMO RESISTENTES ..	21
2.7 DESPIECE Y DETALLE DE ZAPATAS	23
2.8 ADECUACIÓN Y CONFORMACIÓN DE PLANOS ESTRUCTURALES	24
2.9 CONFORMACIÓN DE MEMORIAS DE CÁLCULO ESTRUCTURAL.	26
3. CONCLUSIONES	29
4. RECOMENDACIONES.....	30
BIBLIOGRAFÍA.....	31

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Logo de la empresa	11
Figura 2. Detalle de planta.	18
Figura 3. Detalle de losa.	19
Figura 4. Disposición de refuerzo de escalera.	20
Figura 5. Observaciones de revisión en despiece.	23
Figura 6. Ejemplo de campos diligenciados en rótulo del plano estructural.....	26
Figura 7. Ejemplo de reporte para memoria de cálculos.....	28

RESUMEN

TÍTULO: PRÁCTICA EMPRESARIAL COMO APOYO EN LAS LABORES DE INGENIERÍA CIVIL EN LA EMPRESA ALEXIS VEGA INGENIEROS S.A.S.*

AUTOR: Dilmer Orley Parra Suarez **

PALABRAS CLAVE: Consultoría, diseños, estructurales, cantidades, memorias, cálculo..

DESCRIPCIÓN:

A pesar de la crisis económica que actualmente atraviesa el país, el sector de la construcción ha experimentado un constante crecimiento desde hace varios años. La empresa Alexis Vega Ingenieros S.A.S. contribuye al desarrollo de este sector trabajando en la consultoría de importantes proyectos residenciales en la ciudad de Bucaramanga y en otras ciudades del país.

Se realizó la práctica empresarial en la empresa Alexis Vega Ingenieros S.A.S sirviendo como apoyo en el área de diseño estructural, realizando actividades como el diseño, despiece y cálculo de cantidades de elementos secundarios de concreto armado como viguetas, losas y escaleras. Además de las actividades de diseño durante la práctica también se realizaron actividades concernientes a la revisión de calidad de los elementos estructurales diseñados por los ingenieros proyectistas de la empresa con el objetivo de asegurar que estos diseños, además de cumplir con las expectativas y necesidades del cliente, cumpliera con todos los requerimientos de las normativas de diseño estructural sismo resistente actualmente vigentes en nuestro país. Un requisito esencial para que la construcción cumpla sus funciones es que no sufra fallas o mal comportamiento debido a su incapacidad para soportar las cargas que sobre ella se imponen. Para finalizar se apoyó en el desarrollo de detalles, cortes, y se realizó la conformación de los planos estructurales en los cuales se organizó los diseños realizados por el equipo de trabajo de la empresa, así mismo se colaboró en la generación de reportes y tablas para la conformación de las memorias de cálculo que deben entregarse junto con los diseños.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Ms.C Alexis Vega Arguello

ABSTRACT

TITLE: BUSINESS PRACTICE AS SUPPORT IN THE WORK OF CIVIL ENGINEERING IN THE COMPANY ALEXIS VEGA INGENIEROS S.A.S.*

AUTHOR: Dilmer Orley Parra Suarez **

KEYWORDS: Consultin, structural, designing, quantities, database, calculus.

DESCRIPTION:

Despite the current economic crisis that our country is undergoing and the eventual decline of the construction in the allowed areas for building in Bucaramanga and its metropolitan area, it is well known that since few years ago the construction sector has been experimented a constant growth. "Alexis Vega Ingenieros S.A.S" company contribute to development of that sector working in consulting at important residential projects in Bucaramanga and in other cities of the country.

I did an internship in the company helping with structural designing and doing activities such as designing, exploded view and calculation of quantities of secondary elements of reinforced cement such as joists, slabs and stairs. Moreover, during the internship I also did quality tests of the structural elements that the engineers of the company had designed aim to assure that those designs were good enough to satisfy the expectations and needs of clients and with all Colombian current safety requirements (it is an essential requirement if you want that the construction does not suffer problems because of the weight it will have to resist). To conclude the participation in each project, the practitioner also helped with developing details and cuts, he also was in charge of creating structural plans in which he organized the designs developed by the company equip. Moreover, he did reports and tables to create database of calculus that he had to deliver with de designs.

* Bachelor Thesis

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Ms.C Alexis Vega Arguello

INTRODUCCIÓN

El propósito de un diseño estructural sísmo resistente es determinar las características físicas de los materiales que se deben usar en la estructura, las dimensiones requeridas de cada uno de los elementos, las cantidades de acero solicitados y la distribución apropiada de dicho refuerzo de tal forma que se permita garantizar la adecuada absorción de las cargas a la que va a estar sujeta la estructura en las diferentes etapas de su vida útil, sin sufrir daños significativos o mal comportamiento, es decir, garantizando el funcionamiento adecuado de la estructura en condiciones de servicio.

El principal soporte del diseño estructural, son los planos de diseño y son proporcionados al constructor por el diseñador, estos planos se generan luego de haber realizado numerosos cálculos, verificaciones y chequeos. Son un insumo fundamental para que en la fase de ejecución del proyecto el constructor pueda materializar lo que teóricamente había sido calculado para la obra civil en cuestión, por tal motivo, debe tener el orden secuencial del proceso constructivo haciendo constar cada etapa de manera general, mostrando además los detalles de cada elemento estructural que la conforma o que se construyen conjuntamente de forma clara para garantizar que los objetivos del diseño estructural sean alcanzados. Pero además de los planos estructurales los cálculos hechos por el ingeniero proyectista deben ser sustentados y plasmados con la información necesaria para entender como el proyectista determino todas las cantidades, dimensiones, localización de cada uno de los elementos que figuran en los planos estructurales. Además de todo lo anteriormente mencionado, es necesario que se realice un proceso de revisión de las actividades desarrolladas para garantizar la calidad de dichos entregables.

Esta práctica empresarial se orientó al apoyo de los procesos y actividades mencionadas, participando activamente en cada una de las tareas de diseño, revisión de calidad, conformación y adecuación de la presentación de los planos estructurales y memorias de cálculo.

Siempre siguiendo la ruta planificación-diseño-revisión-conformación de entregables, bajo la estricta supervisión del ingeniero proyectista quien al final de cada actividad desarrollada realizaba la correspondiente revisión al trabajo de apoyo realizado.

1. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

La empresa Alexis Vega ingenieros fue fundada en Bucaramanga en el año 2003 y desde entonces se ha consolidado como una empresa presente en el diseño y asesoría estructural de un sinnúmero de proyectos destacados a nivel local y nacional.

La empresa se especializa en desarrollar proyectos urbanísticos, diseño de estructuras, estudios de vulnerabilidad y rehabilitación de edificaciones, montajes industriales, diseño y construcción de estructuras metálicas, interventoría de proyectos y supervisión de obras civiles.

Desde el año 2009 Alexis Vega ingenieros dispone de un sistema de gestión de calidad certificado de acuerdo a la norma ISO 9001:2008 por SGS para diseño y desarrollo de estructuras de concreto reforzado y estructuras.

Figura 1. Logo de la empresa



Fuente. Adaptado de la página web de la empresa.

2. ACTIVIDADES REALIZADAS

Se realizó tareas de apoyo en diseño, revisión de calidad y finalmente de conformación y presentación de entregables como los son informes, planos estructurales y memorias de cálculo. A continuación, se mencionan las principales actividades que realizaron y se describe brevemente la metodología empleada para la realización de cada una de las tareas que componen dichas actividades.

2.1 DISEÑO Y DESPIECE DE VIGUETAS

Tanto en el caso de las viguetas del edificio de parqueaderos La isla como en el caso de la casa Ruitoque Gold 42, se usó el método de las cargas por áreas aferentes para cargar las viguetas previamente dibujadas en el software de diseño y despiece DC-CAD. A continuación, se describe brevemente la metodología para el diseño y despiece de las viguetas con cargas aferentes.

- Se definió en el software DC-CAD las variables que se iban a utilizar en el diseño, tales como diámetros de barras a utilizar, longitud total de los ganchos dependiendo del diámetro, las propiedades mecánicas del concreto y acero a utilizar, longitud de los traslapes dependiendo del número de la barra, entre otras.
- Se dibujó la geometría de cada vigueta definiendo así el número de vanos, la longitud de los vanos, tipos de apoyo y geometría de los apoyos.
- Se determinó el área aferente de cada vigueta utilizando las plantas estructurales que previamente debieron ser dibujadas en el software AutoCAD

luego se estableció las cargas aferentes a cada viga con los valores de carga muerta, sobreimpuesta y viva por metro cuadrado en planta.

- Una vez definidas las cargas para cada vigueta se procedió a cargar las viguetas en el software DC-CAD.
- Tan pronto como las viguetas fueron cargadas el por medio del software se realizó un análisis y generó los diagramas de momentos, cortantes, acero longitudinal y acero transversal para cada vigueta. Estos diagramas fueron empleados para seleccionar las barras que se utilizaron y cumplir con las solicitudes de los diagramas atendiendo, por supuesto, todos los requerimientos de las normas de diseño sismo resistente NSR-10 como los traslapes, longitudes de desarrollo, espaciamientos, cuantías mínimas y máximas etc¹.
- Ya definido el refuerzo de cada vigueta, se exportó estos despieces al software de dibujo AutoCAD donde posteriormente se utilizó para la adecuación y conformación de los planos de despieces estructurales.

En el caso de la casa Ruitoque Gold 42, se apoyó en el diseño de las viguetas tomando como base el modelo hecho por el jefe de diseño y basándose en la geometría previamente dibujada en las plantas estructurales hechas en AutoCAD. La idea con este procedimiento fue a diferencia del método de las cargas aferentes, definir la geometría de las viguetas y sus cargas directamente desde el software de análisis para luego exportar esta información al software de despiece DC-CAD. Una vez fue exportadas las viguetas al software de despiece, los diagramas de cortante,

¹ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, Bogotá, Ministerio de Minas, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010

momentos y acero requerido fueron generados y se procedió a seleccionar el refuerzo tal y como se describió en el método de las cargas aferentes.

2.2 CONTROL DE DEFLEXIONES DE VIGUETAS

Con el fin de garantizar el correcto funcionamiento de la estructura diseñada para así obtener un nivel de seguridad apropiado a la hora de poner en uso la edificación, se hace necesario verificar que las deformaciones que los elementos estructurales sufrirán bajo la acción de la imposición de las cargas de diseño no sobrepasen los valores límite contemplados por la normatividad sismo resistente vigente NSR-10 en su tabla C.9.5(b).²

Para dar cumplimiento a esta actividad se realizó el control de deflexiones de las viguetas diseñadas en los proyectos mencionados. A continuación, se describe dicho procedimiento.

- De forma inicial se debió calcular previamente con ayuda del software de análisis empleado la deflexión máxima que sufre cada vigueta bajo la acción de las cargas de diseño.
- La idea es comparar la deflexión según análisis estructural con la deflexión máxima permisible. Para esto se tomó como valor crítico la máxima deflexión permisible calculada con base a la luz crítica de las viguetas, en el vano de mayor luz libre.

² Ibíd.

- Se calculó la máxima deflexión permisible de la máxima luz crítica de las viguetas y se calculó este valor con todos y cada uno de los valores de deflexiones arrojados por el software luego del análisis estructural.
- El objetivo fue verificar que ninguna deflexión sobrepasara la deflexión crítica calculada. Así se aseguró el cumplimiento del control de deflexión para las viguetas diseñadas³.

2.3 DIBUJO DE PLANTAS ESTRUCTURALES

Las plantas estructurales son los esquemas que contienen información en planta de la localización de los elementos estructurales tales como vigas, columnas, muros, zapatas, cabezales, pilotes etc. Además de servir para ubicar espacialmente los elementos estructurales, las plantas estructurales también brindan información acerca de las aberturas en los diafragmas y las dimensiones de dichas aberturas. Da información acerca de las separaciones entre elementos estructurales y las dimensiones y niveles de los mismos.

Los pasos y metodología para el desarrollo del dibujo y conformación de las plantas estructurales se describen a continuación.

Como paso inicial fue necesario contar con la geometría de la edificación contenida en los archivos suministrados por la arquitectura. Fue necesario hacer uso de los archivos CAD disponibles en planta, en alzado y cortes longitudinales y transversales para tomar como base estos archivos y comenzar a realizar una interpretación de la geometría de la futura edificación.

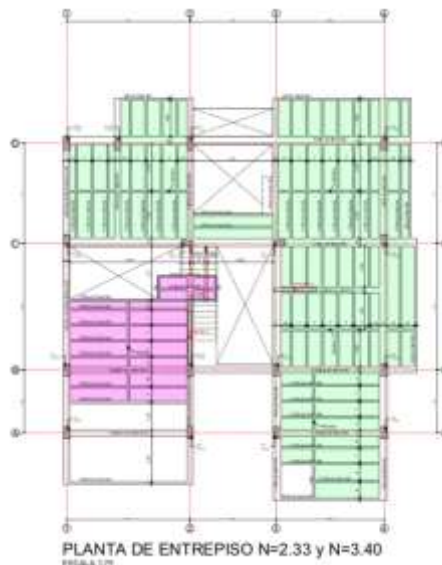
³ COMPUTER AND STRUCTURES INC. SAP 2000. V.10. Integrated Software for structural analysis and design. California, E.U: Computers and Structures Inc, 2009.

El fin de esta interpretación e inspección inicial fue que aquel que realizará la conformación de las plantas estructurales y en general todo aquel que intervenga en un futuro en el proyecto logre familiarizarse con la ubicación y utilización de cada uno de los espacios que se le dará a la edificación en un futuro. Se buscó tener una idea clara de la localización y dimensiones propuestas inicialmente para los elementos estructurales que harán posible la configuración arquitectónica que se ha planteado y el uso adecuado de la misma.

- Luego de estar familiarizado con la arquitectura y tener una idea clara de la misma se procedió a conformar una plantilla base para la localización de los elementos estructurales. Esta plantilla base fue la misma arquitectura, pero esta vez utilizada como fondo de los elementos que de ahí en adelante se dibujaron, a esto se le llama bloque de fondo.
- Es necesario de forma inicial trazar las líneas que representarán los ejes de vigas y columnas de acuerdo con el alineamiento de dichos elementos plasmados en la información arquitectónica.
- Una vez se tiene el bloque de fondo y los ejes, se dibujan los elementos estructurales sobre el bloque de fondo de acuerdo a las dimensiones de sección, longitudes y localización inicialmente propuesta en la arquitectura.
- Si durante la fase de dibujo de los elementos estructurales se detectó la necesidad de incluir un elemento que no estaba contemplado inicialmente en la arquitectura, se hacía entonces de manera concertada los arreglos pertinentes para incluir dicho elemento faltante. Estos arreglos se hacían con el consentimiento y previo acuerdo entre el arquitecto del proyecto y el ingeniero proyectista.

- Una vez finalizado el dibujo y ubicación de los elementos estructurales sobre el bloque base se procedió a dar nomenclatura a todos los elementos dibujados, es decir, dar un nombre a cada elemento dependiendo de la localización de éste dentro de la planta estructural y tomando como guía los ejes definidos para dicha planta con anterioridad. Estos nombres se asignan con un color diferente dependiendo del tipo de elemento con el fin de dar una distinción visual rápida entre ellos y ayudar a una ubicación de éste para quien eventualmente así lo requiera.
- Además de un nombre que dé información de la geometría y localización del elemento, es necesario tener información acerca del distanciamiento en cada dirección; esto se logra por medio de la utilización de las cotas, que no son más que flechas que indican distancias entre dos objetos. En este nivel de avance a la planta estructural se debió realizarse un acotado completo que permitiera entre otras cosas, tener una información sin falta de ninguna distancia ni dimensión que se pueda solicitar en un futuro por el proyectista o por el constructor.
- Como paso final se incluyó en la planta dibujada información acerca de los niveles en los cuales se encuentran dibujados dichos elementos, así como las características mecánicas de los materiales empleados en el diseño y las presunciones de diseño adoptadas.

Figura 2. Detalle de planta.



Fuente. Alexis Vega Ingenieros S.A.S. Planos de diseño estructural.

2.4 DISEÑO Y DESPIECE DE LOSAS MACIZAS Y ESCALERAS

Esta actividad consistió en diseñar y despiezar varias de las losas macizas del proyecto Ruitoque Gold 42 y el edificio de parqueaderos La Isla, entre estas losas, la losa del fondo de un tanque de almacenamiento de agua, la losa de la playa de la piscina y la de una escalera.

En cada caso las cargas fueron proporcionadas por el ingeniero jefe de diseño según su criterio y atendiendo a las recomendaciones del título B de la norma NSR-10 para cada situación dependiendo del uso que se le iba a dar al elemento estructural de la edificación. De manera breve se describe el conjunto de tareas que se ejecutó para cumplir con la actividad asignada.

Se realizó un pre dimensionamiento para cada una de las losas diseñadas atendiendo las recomendaciones de la NSR-10 en su tabla CR.9.5(a) (Anexo 2) en

la que se limita el peralte mínimo para vigas y losas macizas dependiendo de la mayor luz de la losa y de las condiciones de apoyo que, para el caso de las losas diseñadas, se pudieron suponer como simplemente apoyadas y con transmisión de cargas en solo una dirección⁴.

Una vez seleccionado un peralte inicial para la losa, se procedió a modelar franjas de 1 metro de ancho en el software de análisis (Anexo 4) definiéndose previamente las propiedades de los materiales a utilizar y demás variables necesarias⁵.

- Luego de haber obtenido el acero requerido por metro de ancho, se seleccionó la distribución más apropiada tomando para ello las barras comúnmente usadas y atendiendo a las separaciones máximas para acero de refuerzo en losas consignadas en el numeral C.7.6.5 de la NSR-10, para el caso del acero longitudinal principal. Ya en el caso del acero transversal de retracción se seleccionó el refuerzo atendiendo a la cuantía mínima requerida por el numeral C.7.12.2 de la NSR-10⁶.
- Luego de que se realizó el despiece de cada una de las losas (Anexo 5), se concluyó el trabajo dibujando un detalle de la disposición del refuerzo seleccionado para posteriormente ser incluida en el procedimiento de conformación de los planos estructurales.

Figura 3. Detalle de losa.



Fuente. Alexis Vega Ingenieros S.A.S. Planos de diseño estructural.

⁴ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, Op. Cit.

⁵ COMPUTER AND STRUCTURES INC. Op. Cit.

⁶ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, Op. Cit.

Figura 4. Disposición de refuerzo de escalera.



Fuente. Alexis Vega Ingenieros S.A.S. Planos de diseño estructural.

2.5 CÁLCULO DE CANTIDADES DE OBRA DE CONCRETO

En esta actividad lo que se buscó fue realizar una estimación del volumen de concreto que iba a ser requerido para la construcción del proyecto Ruitoque Gol 42, esto con fines de servir como ayuda para la futura fase de programación de pedidos de materiales, labor que tiene que ser realizada por el constructor y para la cual se apoya en los cálculos hechos por el ingeniero proyectista en la finalización de la fase de diseño estructural.

El procedimiento que se siguió para dar cumplimiento a esta actividad es descrito de manera rápida a continuación.

- Inicialmente se seleccionó un tipo de elemento estructural (por ejemplo, solo las columnas) para ser calculado el volumen de concreto requerido para su construcción de un tipo de elemento a la vez.

- Se tomó el modelo estructural hecho por el ingeniero proyectista en el software de análisis y se aisló visualmente de forma temporal el elemento estructural seleccionado sobre el cual se calculaba el volumen de concreto.
- Se ingresó al menú definir propiedades de los elementos y se definió como material sin peso a los materiales de todos los elementos menos aquellos del mismo tipo del cual se estaba calculando el volumen.
- Luego se dio inicio al análisis estructural del modelo de la edificación para finalmente generar del software la tabla de reacciones en la base para solo las cargas muertas aplicadas.
- Disponiendo de los valores de las reacciones en la base y teniendo en cuenta que estos valores solo corresponden a la carga muerta de los elementos aislados es posible sumar estas reacciones las cuales en resumen correspondían al peso propio de los elementos a los cuales no se les asignó un tipo de material sin peso. Dicho peso total fue dividido en el valor del peso específico del concreto para obtener así el volumen de concreto buscado.
- El procedimiento descrito anteriormente debió ser realizado para cada tipo de elemento estructural con el fin de obtener de forma detallada un informe de volumen de concreto requerido para cada tipo de elemento por separado, es decir, vigas, columnas, muros, losas, cimentación y viguetas.

2.6 REVISIÓN DE CUMPLIMIENTO DE REQUISITOS SISMO RESISTENTES

Esta actividad consistió en realizar una revisión a las vigas y columnas diseñadas por el ingeniero jefe en cada proyecto descrito anteriormente con el fin de ayudar a dar certeza de que dichos elementos cumplen satisfactoriamente todos los

requerimientos de la NSR-10 como aquellos que tienen que ver con los valores mínimos y máximos para las dimensiones de los elementos, espaciamientos, cuantías máximas y mínimas de refuerzo, acero requerido Vs acero suministrado, traslapos, longitudes de desarrollo y ganchos de barras de acero longitudinal de refuerzo para flexión y cortante dependiendo del diámetro de la barra.

En cada caso se determinó si las secciones serian controladas por tracción para la disposición de refuerzo suministrado, como debería ser en el caso de vigas, así como también calculaba el momento resistente y lo comparaba con el momento de diseño que arrojaba el programa de análisis.

La metodología seguida para realizar esta actividad en cualquier caso fue sencilla y se describe a continuación.

- Tomar un requisito para su revisión, como, por ejemplo, acero requerido por el software de análisis Vs acero suministrado en el despiece (Anexo 3)
- Calcular el área de acero suministrado tomando como base el área que provee cada tipo de barra según la NSR-10⁷ en su tabla C.3.5.3. (Anexo 1)
- Tomar el modelo del software de análisis y determinar los requerimientos de acero para el elemento seleccionado⁸.
- Verificar si el acero suministrado por lo menos es igual al requerido determinando además que esta área de refuerzo cumpla con las cuantías mínimas y máximas limitadas por la NSR-10

⁷ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, Op. Cit.

⁸ COMPUTER AND STRUCTURES INC. Op. Cit

- Verificar si las barras dispuestas en el despiece realmente caben dentro de la sección del elemento cumpliendo con las limitaciones de espaciamientos y recubrimientos⁹.

Figura 5. Observaciones de revisión en despiece.



Fuente. Alexis Vega Ingenieros S.A.S. Planos de diseño estructural.

2.7 DESPIECE Y DETALLE DE ZAPATAS

Esta actividad consistió en realizar la selección del acero de refuerzo a utilizar en las zapatas del edificio de parqueaderos La isla tomando como base los cálculos hechos por el ingeniero proyectista para la determinación de la cuantía de dicho refuerzo. Además de la selección del acero de refuerzo se realizó un detalle básico que permitiera rápidamente a cualquier persona interpretar como es que había sido dispuesto el acero de refuerzo para cualquier zapata además de las dimensiones, recubrimientos y demás datos que son necesarios a la hora de materializar el diseño, es decir, realizar la construcción.

El procedimiento seguido para el cumplimiento de esta actividad se describe brevemente a continuación.

⁹ GONZALES CUEVAS, Oscar. Aspectos fundamentales del concreto reforzado. Traducido por Francisco Robles Fernández Ciudad de México. Editorial Limusa, 2005, Cuarta Edición. p. 261-263.

- Se tomó como base la cuantía de acero por unidad de ancho para la zapata a diseñar para con la ayuda de programación hecha en una hoja de cálculo de Excel determinar qué tipo de barra es la más apropiada para cumplir con los requerimientos de acero solicitados.
- Una vez se determinó el número y diámetro de las barras a utilizar se procedió a calcular entonces las separaciones necesarias para cumplir con la cuantía requerida prestando atención a las separaciones máximas y recubrimientos permitidos por la NSR-10.
- Ya definidos los diámetros y separaciones se procedió a realizar un dibujo en AutoCAD con el fin de servir de esquema básico para extraer información acerca de la disposición del acero seleccionado y de las dimensiones y recubrimientos requeridos en la zapata.
- Finalmente, se incluyó en dicho detalle estructural información correspondiente a la nomenclatura asignada a la zapata, niveles de cimentación y placa de contra piso¹⁰.

2.8 ADECUACIÓN Y CONFORMACIÓN DE PLANOS ESTRUCTURALES

Esta actividad consistió en adecuar todos los despieces, plantas estructurales, detalles de elementos diseñados, cortes y demás diseños con el fin de armar los planos estructurales que posteriormente serían entregados como resultado de el trabajo realizado. Además, se realizó labores con el fin de generar y conformar las memorias de cálculo del proyecto.

¹⁰ GARZA VÁSQUEZ, Luis. (12, Junio, 2000). Diseño de estructuras de cimentación. [En línea]. p.8-13. Recuperado de: http://www.medellin.unal.edu.co/~lgarza/cimentaciones/NDEC_SE.pdf

En el caso de la conformación de los planos estructurales la metodología seguida se describe a continuación.

- Como paso inicial en cualquier caso fue necesario realizar una revisión de los elementos que irían a incluirse en los planos para verificar que no existieran textos con tamaños exagerados, textos sobrepuestos, que los colores de los elementos fueran de acuerdo a la importancia dentro del dibujo y que cada detalle tuviera su título y descripción.
- En cada proyecto se tomo los despieces, plantas estructurales y demás elementos y se acomodaba en las presentaciones (Layout) del software de dibujo, organizándolos y agrupándolos de manera que en cada presentación quedaran elementos con características en común, como, por ejemplo, si la presentación era una planta de cimentación, entonces los detalles y cortes de los elementos de cimentación debían incluirse en esta presentación.
- Luego de determinar qué elementos irían en cada presentación, se ajustó a una escala apropiada a cada despiece, detalle, planta o corte, según correspondiera de acuerdo al tamaño del elemento.
- Una vez listo el contenido de cada presentación, se diligenció todos los datos correspondientes a la información del proyecto, información del diseñador, consecutivo y código de plano, fechas y escalas de las presentaciones.

Figura 6. Ejemplo de campos diligenciados en rótulo del plano estructural.

ALEXIS VEGA Ingenieros S.A.S. Centro Comercial Primavera II Edificio Oficina 018 Tel: (764) 35712 Celular: 31044016549 Bucaramanga e-mail: alexisvegaingenieros.com		LOTE 42 RUITOQUE GOLD PERCEPCIÓN L. SANTANDER	
Descripción de diseño: Revisó: Vesp Argüello Ing. Civil (U) Especialista en Estructuras (U) Identificación profesional No. 6002074 (U) (U)		Contenido: PLANTA DE ENTREPISO N-3.00 DESPIECE DE MUROS DESPIECE DE ZAPATAS DESPIECE DE VIGAS	
Diseño: Diego Olayo Ruiz Ing. Civil (U)		www.alexisvegaingenieros.com	
Control de calidad: María Alejandra Velepucha Gaitaneri Ing. Civil (U)		Escala del plano: Rv01	
Fecha de emisión del plano: 2 septiembre 2019		Código interno del plano: 01	
Código externo del plano: 2019-LOTE42-C-VI-M1-E01-01			

Finalmente, se imprimió en PDF los planos generados y se les daba un nombre teniendo en cuenta las reglas de nomenclatura que tiene la empresa para cada plano estructural¹¹.

2.9 CONFORMACIÓN DE MEMORIAS DE CÁLCULO ESTRUCTURAL.

En el caso de las memorias de cálculo estructural lo que se busca es realizar una compilación de todas las tablas y graficas generadas para sustentar los cálculos hechos en la fase de determinación del acero de refuerzo, distribución del refuerzo, dimensionamiento y chequeos pertinentes hechos a todos los elementos estructurales.

La importancia de las memorias de cálculo estructural radica en la posible necesidad de que en un futuro debido a una reforma sea necesario tener información acerca de los datos tomados como base para el diseño estructural, datos que serían necesarios para que los diseños de los nuevos elementos estructurales debido a la reforma concuerden con las cargas asumidas en el diseño inicial, así como la concordancia que deberá existir entre la capacidad de soporte del suelo para el

¹¹ VEGA ARGÜELLO Alexis. Manual de procedimientos. Documento interno no publicado, Alexis Vega Ingenieros S.A.S. 11 de febrero, 2015.

diseño inicial y la capacidad de soporte del suelo para el diseño de la nueva versión de la edificación

Es importante aclarar que una reforma no sería la única razón que podría demandar tener disponible la información contenida en las memorias de cálculo estructural, existen otras razones como un eventual deterioro de la capacidad de servicio de la estructura que lleve a un estudio de patología estructural para determinar las causas y si es o no viable la continuación del uso de la estructura existente.

El procedimiento seguido para desarrollar esta actividad, y no menos importante por ser la fase final de los cálculos, se describe a continuación.

- Crear una portada para el proyecto que se estuviera trabajando y una lista del contenido que debía tener la memoria de cálculo a desarrollar, teniendo en cuenta que en cada proyecto las memorias de cálculo llevan unos ítems fijos como lo son análisis sísmico, tablas de especificaciones generales, imágenes de nomenclaturas, solicitudes, resultados de análisis y demás; pero dependiendo del proyecto debía incluirse reportes adicionales, como lo es en el caso del edificio diamante 2, el cual contaba con un tipo de cimentación diferente a los otros dos proyectos, una cimentación sobre pilotes que requería cálculos diferentes y reportes adicionales.
- Luego de definir el contenido completo dependiendo del tipo de sistema estructural, elementos secundarios y características especiales del proyecto.
- Se generó por medio del software de análisis estructural los reportes de asignaciones de cargas, geometría de los elementos modelados, propiedades de los materiales, reportes de resultados de análisis y de diseño para cada elemento.

- Finalmente, luego de generar los reportes necesarios e imágenes requeridas, así como hojas de cálculo, es decir, toda la información necesaria, se organizaba de acuerdo al orden establecido inicialmente en la tabla de contenido y se procedió a organizar, dar márgenes, encabezados con el logo de la empresa, numeración de pagina y dar todos los demás detalles para una adecuada presentación de las memorias de cálculo¹².

Figura 7. Ejemplo de reporte para memoria de cálculos.

Structura Data

DATOS DE ENTRADA DEL MODELO ESTRUCTURAL

This chapter provides model geometry information, including items such as story levels, point coordinates, and element connectivity.

1.1 Story Data

Table 1.1 - Story Data

Name	Height (m)	Reference Level	Relative Story	Number of Stories	Story Weight
STORY 1	3.00	0.00	1.00	1	1.00
STORY 2	6.00	3.00	2.00	2	1.00
STORY 3	9.00	6.00	3.00	3	1.00
STORY 4	12.00	9.00	4.00	4	1.00
STORY 5	15.00	12.00	5.00	5	1.00
STORY 6	18.00	15.00	6.00	6	1.00
STORY 7	21.00	18.00	7.00	7	1.00
STORY 8	24.00	21.00	8.00	8	1.00
STORY 9	27.00	24.00	9.00	9	1.00
STORY 10	30.00	27.00	10.00	10	1.00

1.2 Grid Data

Table 1.2 - Grid Systems

Name	Type	Story Range	X (m)	Y (m)	Relative Grid	Grid Size (m)	Grid Index
G1	Gridline	1-10	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00

Table 1.3 - Grid Lines

Grid Line	Grid Line	Grid Line	Grid Line	Grid Line	Grid Line	Grid Line	Grid Line
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8
0.00	3.00	6.00	9.00	12.00	15.00	18.00	21.00
24.00	27.00	30.00	33.00	36.00	39.00	42.00	45.00

1.3 Point Coordinates

Table 1.4 - Joint Coordinates Data

Joint	X (m)	Y (m)	Grid Line
1	0.00	0.00	1.00
2	3.00	0.00	1.00
3	6.00	0.00	1.00
4	9.00	0.00	1.00
5	12.00	0.00	1.00
6	15.00	0.00	1.00
7	18.00	0.00	1.00
8	21.00	0.00	1.00
9	24.00	0.00	1.00
10	27.00	0.00	1.00
11	30.00	0.00	1.00
12	33.00	0.00	1.00
13	36.00	0.00	1.00
14	39.00	0.00	1.00
15	42.00	0.00	1.00
16	45.00	0.00	1.00
17	0.00	3.00	2.00
18	3.00	3.00	2.00
19	6.00	3.00	2.00
20	9.00	3.00	2.00
21	12.00	3.00	2.00
22	15.00	3.00	2.00
23	18.00	3.00	2.00
24	21.00	3.00	2.00
25	24.00	3.00	2.00
26	27.00	3.00	2.00
27	30.00	3.00	2.00
28	33.00	3.00	2.00
29	36.00	3.00	2.00
30	39.00	3.00	2.00
31	42.00	3.00	2.00
32	45.00	3.00	2.00
33	0.00	6.00	3.00
34	3.00	6.00	3.00
35	6.00	6.00	3.00
36	9.00	6.00	3.00
37	12.00	6.00	3.00
38	15.00	6.00	3.00
39	18.00	6.00	3.00
40	21.00	6.00	3.00
41	24.00	6.00	3.00
42	27.00	6.00	3.00
43	30.00	6.00	3.00
44	33.00	6.00	3.00
45	36.00	6.00	3.00
46	39.00	6.00	3.00
47	42.00	6.00	3.00
48	45.00	6.00	3.00
49	0.00	9.00	4.00
50	3.00	9.00	4.00
51	6.00	9.00	4.00
52	9.00	9.00	4.00
53	12.00	9.00	4.00
54	15.00	9.00	4.00
55	18.00	9.00	4.00
56	21.00	9.00	4.00
57	24.00	9.00	4.00
58	27.00	9.00	4.00
59	30.00	9.00	4.00
60	33.00	9.00	4.00
61	36.00	9.00	4.00
62	39.00	9.00	4.00
63	42.00	9.00	4.00
64	45.00	9.00	4.00
65	0.00	12.00	5.00
66	3.00	12.00	5.00
67	6.00	12.00	5.00
68	9.00	12.00	5.00
69	12.00	12.00	5.00
70	15.00	12.00	5.00
71	18.00	12.00	5.00
72	21.00	12.00	5.00
73	24.00	12.00	5.00
74	27.00	12.00	5.00
75	30.00	12.00	5.00
76	33.00	12.00	5.00
77	36.00	12.00	5.00
78	39.00	12.00	5.00
79	42.00	12.00	5.00
80	45.00	12.00	5.00
81	0.00	15.00	6.00
82	3.00	15.00	6.00
83	6.00	15.00	6.00
84	9.00	15.00	6.00
85	12.00	15.00	6.00
86	15.00	15.00	6.00
87	18.00	15.00	6.00
88	21.00	15.00	6.00
89	24.00	15.00	6.00
90	27.00	15.00	6.00
91	30.00	15.00	6.00
92	33.00	15.00	6.00
93	36.00	15.00	6.00
94	39.00	15.00	6.00
95	42.00	15.00	6.00
96	45.00	15.00	6.00
97	0.00	18.00	7.00
98	3.00	18.00	7.00
99	6.00	18.00	7.00
100	9.00	18.00	7.00
101	12.00	18.00	7.00
102	15.00	18.00	7.00
103	18.00	18.00	7.00
104	21.00	18.00	7.00
105	24.00	18.00	7.00
106	27.00	18.00	7.00
107	30.00	18.00	7.00
108	33.00	18.00	7.00
109	36.00	18.00	7.00
110	39.00	18.00	7.00
111	42.00	18.00	7.00
112	45.00	18.00	7.00
113	0.00	21.00	8.00
114	3.00	21.00	8.00
115	6.00	21.00	8.00
116	9.00	21.00	8.00
117	12.00	21.00	8.00
118	15.00	21.00	8.00
119	18.00	21.00	8.00
120	21.00	21.00	8.00
121	24.00	21.00	8.00
122	27.00	21.00	8.00
123	30.00	21.00	8.00
124	33.00	21.00	8.00
125	36.00	21.00	8.00
126	39.00	21.00	8.00
127	42.00	21.00	8.00
128	45.00	21.00	8.00

Fuente. Alexis Vega Ingenieros S.A.S. Memorias de cálculo de proyecto de parqueaderos La isla

¹² Ibíd.

3. CONCLUSIONES

- Se apoyó en el diseño y despiece de elementos secundarios de concreto reforzado tales como losas macizas de entre piso, losas de escaleras y viguetas.
- Se apoyó en el despiece de los elementos diseñados con la ayuda de softwares especializados y prácticos, permitiendo con esto la aplicación y adquisición de nuevos conocimientos para fines de diseño.
- Se realizó labores de apoyo en los procesos de revisión de calidad del proyecto aplicados a los despieces de los elementos diseñados por el ingeniero con el fin de dar certeza que dichos elementos cumplen satisfactoriamente todos los requisitos y requerimientos sísmo resistentes de la normativa actual vigente.
- Se logró adquirir una visión mas directa y concisa de las distintas etapas de los procedimientos que regularmente son seguidos para la realización de un diseño estructural.

4. RECOMENDACIONES

Se recomienda a la empresa Alexis Vega Ingenieros S.A.S enfocar el diseño estructural con la implementación de la metodología BIM (Building Information Modeling) para una mejor gestión de la información mejorando tiempos de entrega y calidad de los proyectos.

BIBLIOGRAFÍA

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, Bogotá, Ministerio de Minas, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010

COMPUTER AND STRUCTURES INC. SAP 2000. V.10. Integrated Software for structural analysis and design. California, E.U: Computers and Structures Inc, 2009.

GARZA VÁSQUEZ, Luis. (12, Junio, 2000). Diseño de estructuras de cimentación. [En línea]. p.8-13. Recuperado de: http://www.medellin.unal.edu.co/~lgarza/cimentaciones/NDEC_SE.pdf

GONZALES CUEVAS, Oscar. Aspectos fundamentales del concreto reforzado. Traducido por Francisco Robles Fernández Ciudad de México. Editorial Limusa, 2005, Cuarta Edición. p. 261-263.

McCORMAC, Jack. Diseño de concreto reforzado. Traducido por Raúl Arriola Juárez Ciudad de México. Editorial Alfaomega, 2008, Octava Edición. p. 1-2.

VEGA ARGÜELLO Alexis. Manual de calidad. Documento interno no publicado, Alexis Vega Ingenieros S.A.S. 03 de octubre 2014

VEGA ARGÜELLO Alexis. Manual de procedimientos. Documento interno no publicado, Alexis Vega Ingenieros S.A.S. 11 de febrero, 2015.