

# Desarrollo de los Planos de Construcción por el Método de la Tridimensionalidad Repetitiva

Gisela M. Rodríguez Jaramillo

Universidad Tecnológica de Panamá

Programa de Doctorado en Ingeniería de Proyectos

gisela.rodriguez@utp.ac.pa

**Resumen** - Se comprobó con un estudio realizado a 40 proyectos y la aplicación de la técnica de estudio de caso [11] a dos de estos proyectos, los cuales fueron suministrados por el Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial (MIVI) y por el Ministerio de Obras Públicas (MOP); que estos proyectos en su mayoría contenían un porcentaje elevado de adendas [8]; este artículo tiene como propósito señalar una de las causas que originan dichas adendas, siendo una de las más significativas los errores técnicos observados en el desarrollo de los planos de construcción; como solución se presenta un Método que garantiza la confección de planos de construcción regidos por el buen ejercicio de la ingeniería y sujetos al Método de la Tridimensionalidad Repetitiva, que se propone, el cual garantiza incluir en el desarrollo todas las etapas que definen las volumetrías con sus respectivas especificaciones.

**Palabras claves** - Acotaciones, elevaciones, notas, plano, secciones, símbolos, tridimensionalidad.

**Abstract** - It was found in a study of 40 projects and through the technical implementation of the case study [11] that two of these projects, which were supplied by the Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial and Ministerio de Obras Públicas (MOP), had a high percentage of addenda [8]. This paper aims to point out that one of the most significant causes of these addenda are the technical errors observed in the development of construction plans. Therefore, a method that ensures the preparation of construction plans governed by good engineering practices is presented and subject to the Repetitive Three-Dimensional Method which is proposed here, and which will guarantee the inclusion of all the stages required in the development to define the volumetries with their corresponding specifications.

**Keywords** - Dimensions, elevations, notes, plans, sections, symbols, three-dimensionality.

**Tipo de Artículo:** Original

**Fecha de Recepción:** 2 de diciembre de 2011

**Fecha de Aceptación:** 12 de enero de 2012

## 1. INTRODUCCIÓN

La mayoría de los países llegan a alcanzar sus metas presentes y futuras relacionadas con su desarrollo, en la medida que en ellos exista una interrelación entre sus componentes básicos: la sociedad civil, las universidades y el gobierno. La sinergia de estos elementos nos permitirá desarrollar estudios, propuestas e investigaciones científicas para dar solución a los problemas que el país requiere afrontar y así alcanzar sus metas.

En el Plan Estratégico de Gobierno 2010-2014, se tiene proyectado realizar una inversión significativa de 13,6 mil millones de balboas, destinadas al mejoramiento de la calidad de vida de la población en la República de Panamá [6].

Este desarrollo origina un despliegue de beneficios en las comunidades, por el hecho de que se construirán obras de infraestructuras de gran importancia tales como proyectos viales, transporte, vivienda, saneamiento, recreación y turismo, los cuales benefician y mejoran la calidad de vida en las comunidades más alejadas y marginadas de la República, así como en los centros urbanos.

Se ha escogido este tema del desarrollo de los planos porque es un componente importante para la ejecución eficiente de un proyecto [8] y se encontró que al observar el ejercicio y la ejecución de proyectos de construcción en otros países y en la República de Panamá los resultados fueron que: [1], [3], [4], [6] y [9].

- La falta de contenido técnico específico en los planos originó la improvisación al crear soluciones no contempladas originalmente.

- En su gran mayoría las obras terminadas no concuerdan económicamente con el valor contemplado originalmente para su construcción; en forma similar, el tiempo estipulado. Siendo esto originado por varios aspectos tales como:

- Errores en el diseño, por espacios y cálculos no contemplados en los planos.

- Situaciones específicas como son: detalles inconclusos y poco claros que promueven la improvisación.

- Falta de supervisión en la ejecución de la construcción por personal idóneo.

- No existe fiscalización eficiente para el control del ambiente y la seguridad, al no cumplirse los reglamentos y normas vigentes en la materia.

- Deficiencias en el cronograma de ejecución por actividades, produciendo atrasos y afectando la programación de desembolso.

Todo lo antes expuesto, en su gran mayoría, se origina por la deficiencia que existe en los planos de construcción, porque el plano de construcción debe representar una construcción en papel y una guía metodológica y técnica para construir una obra y por ende debe ser realizado en forma eficiente y técnicamente completo [7], [8] y [9].

Lo anterior repercute en la economía de los países y en el ejercicio de la profesión de ingeniería, revelándose como lo muestra esta investigación, que los atrasos y sobre costos en los proyectos de construcción se deben en su gran mayoría a errores en el desarrollo de los planos, por el hecho de que en ellos no se realizan todos los dibujos técnicos requeridos, por la falta de una concepción volumétrica tridimensional, de tal forma que permitan construir el objeto exactamente como se diseñó. [7], [8] y [9].

Producto de la serie de inconvenientes que se generan en el desarrollo de los proyectos de construcción se propone un Método denominado Tridimensionalidad Repetitiva que permite la representación volumétrica de las obras a construir en cada una de sus etapas. Este Método es innovador y forma parte de la Metodología para la Ejecución de Proyectos de Construcción con Eficiencia Técnica y Administrativa, la cual deben seguir los proyectos para guiar su ejecución desde su génesis hasta su conclusión [8].

## 2. OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN

Debido a que el ser humano ve los objetos de la realidad en perspectiva y con esa visión no es posible construirlos, pero si pueden ser construidos como los pensamos y como creamos nuestras ideas; es así como nuestra investigación, se ha dirigido a presentar una metodología práctica y eficiente que muestre esa tridimensionalidad y luego amarrar ese concepto con órdenes rígidas y estrictas para que el objeto sea construido exactamente como se visualizó, por supuesto esa visualización del proyecto debe responder a conceptos generales y específicos que contengan soluciones científicas, artísticas, funcionales, económicas e integrales.

Es por ello que esta investigación tiene por objeto, desarrollar una Metodología para el Desarrollo de los Planos que guíe a los profesionales de la ingeniería por el sendero de la lógica científica y funcional y permita con ello, tener planos que presenten todos los elementos necesarios para realizar una construcción libre de adendas.

## 3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para este artículo se analizaron los resultados obtenidos de la investigación denominada Propuesta de una Metodología Estructurada para la Ejecución de Proyectos de Construcción Públicos, en donde los ministerios de Vivienda y Ordenamiento Territorial (MIVI) y de Obras Públicas (MOP) proporcionaron 40 expedientes de proyectos; en los cuales se detectó que una de las causas más significativas de los sobretiempos y sobrecostos en proyectos de construcción fue la utilización de planos deficientes, incompletos y técnicamente pobres; además, al analizar el comportamiento en los casos estudiados, se observó de manera similar que una de las causas que generaron las adendas fue por la deficiencia en el desarrollo de los planos de construcción.

Como elemento complementario se procedió a recibir del cuerpo técnico de la Dirección de Ingeniería y Arquitectura del MIVI y la Dirección general de Inspección del MOP sus apreciaciones con relación a las adendas en los proyectos de construcción que ellos manejan, y se reveló que el 87 % de sus afirmaciones indican que las adendas son originadas por varios motivos tales como: detalles incompletos en los planos de construcción, topografía errada, falta de definiciones de trabajos solicitados, los planos que se le entregan al contratista no son concordantes con lo especificado en el pliego, en el plano no se expresa la geometría requerida para la correcta construcción de la obra, la realidad del plano no es la realidad en campo, entre otros similares relacionados con el plano de construcción.

Al revelarse en los planos del MOP y del MIVI una deficiencia para construir las volumetrías, en otras palabras, los componentes principales del plano; manifestaban de hecho, que era casi imposible construirlos, siguiendo la buena práctica de la ingeniería, porque adolecían de los elementos fundamentales necesarios para seguir un método de construcción lógico; este hecho aclaró el camino, que se

debía seguir, el cual era aplicar un método nuevo que resolviera el problema en forma adecuada, el cual llamamos Tridimensionalidad Repetitiva.

#### 4. RESULTADOS Y PROPUESTA

La investigación realizada nos da evidencia clara y contundente de que existe un problema serio, que parte del hecho que si el plano no está correcto, se generan adendas con cifras de dinero y tiempo exorbitantes; que merman la capacidad de hacer otras obras y terminar las que se ejecutan en los tiempos programados. Esta situación de errores en el desarrollo de los planos se presentó, en cada una de las partes de la investigación analizada, como es el análisis realizado a los expedientes en donde aparecen las mismas adendas y de igual forma al analizar cada uno de los casos típicos seleccionados [8], [9]. Cuando se investigó a los profesionales de los Ministerios estudiados que trabajan con la ejecución de los proyectos, en forma similar consideran en su mayoría, que mientras se sigan desarrollando los planos sin toda la información necesaria para construir o se cometan errores y omisiones, se van a seguir generando adendas de sobrecostos y sobretiempos en los proyectos de construcción.

El Método que se propone para el Desarrollo de los Planos denominado Tridimensionalidad Repetitiva, es parte de la Metodología para la Ejecución de Proyectos de Construcción con Eficiencia Técnica y Administrativa [8]. Por ello, en la Figura No. 1 se describe a continuación el concepto que encierra la Metodología para la Ejecución de Proyectos con Eficiencia Técnica y Administrativa.



Figura 1. Modelo Conceptual: Componentes Técnicos de la Metodología para la Ejecución de Proyectos de Construcción con Eficiencia Técnica y Administrativa.

El seguimiento sistemático aplicado a estos tres componentes, nos revela el desarrollo que un proyecto debe seguir desde su inicio hasta su finalización, porque en el se contemplan todas las actividades inherentes al proyecto. Al ser este procedimiento un elemento

abarcador de la ejecución de un proyecto, se ha utilizado como inspiración para la creación de una ruta técnica, la cual servirá para dirigir, supervisar, inspeccionar y controlar el proceso de diseño y desarrollo de los planos, así como la ejecución de la construcción en sus diferentes etapas, evitando así que se originen adendas, atrasos y el incumplimiento en lo pactado.

En este artículo describiremos el segundo componente de la Metodología propuesta que consiste en seguir una secuencia lógica para el desarrollo de los planos de construcción denominado Método de la Tridimensionalidad Repetitiva y se explica así:

Para crear un proyecto de cualquier índole, el inicio siempre se basará en una necesidad para mejorar nuestra calidad de vida; luego se genera en el diseñador idóneo un pensamiento que representa una posible solución, esto después de haber aplicado para ello todo el conglomerado de conocimientos requeridos que la necesidad exige, dependiendo del tipo de proyecto que se vaya a realizar. Esto ha ocurrido así desde tiempos inmemoriales, brotando en los inicios de la humanidad ideas fabulosas que inclusive están vigentes en la actualidad como fue la creación de la viga simplemente apoyada.

El sistema evolucionó y permitió la construcción de obras monumentales en la antigüedad, utilizando sólo piedra y gravedad, para realizar estas obras los diseñadores y constructores tenían que permanecer en ellas todo el tiempo y esto era así porque, sólo ellos y nadie más sabía interpretar sus pensamientos y menos sus ideas.

Es allí donde surge la necesidad de crear un medio para transmitir el pensamiento del diseñador, entonces nos encontramos con el hecho de que el gran problema al elaborar un plano para construir un edificio, un puente, una máquina, definir una parcela para la siembra, no son solamente los conocimientos complejos de las ciencias como la física, las matemáticas, la hidráulica, la mecánica, la mecánica de suelos, etc., sino el hecho de presentar todo el proceso de construcción en sus diferentes facetas técnicas y estéticas, de su condición tridimensional conceptual a una representación bidimensional en una hoja de plano.

Si se desea construir algún proyecto que primero lo hemos concebido y construido en nuestro cerebro en forma primaria, el problema siguiente será cómo se hace realidad, cómo será entendido por las demás personas

que no tienen idea del diseño. Para ello, se realizan dibujos bidimensionales que muestren su volumetría, sus características principales y especiales.[10].

Se inicia haciendo los dibujos generales que definen una volumetría, los cuales son: las plantas, las elevaciones principales y las secciones, el conjunto de esas vistas define la forma general del proyecto que al ser interpretadas por el ingeniero, este entenderá la volumetría que se le quiere manifestar; a esa volumetría que es un trío técnico, constituido por la planta, elevaciones y secciones se le aplican las órdenes técnicas y los acabados del proyecto con un proceso de ejecución sencillo; este proceso consiste en que cada uno de los dibujos o vistas deben pasar por el tamiz del método propuesto, el cual consiste en desarrollar por separado los componentes; por ejemplo, la planta, a ella se le aplicarán acotaciones parciales y totales en todos sus lados, estas acotaciones definen todo su contenido exterior como puertas, ventanas, paredes, etc., enmarcando los aspectos de la forma volumétrica, para esta vista en particular; seguido se aplicarán los símbolos necesarios para identificar esas características acotadas (puertas, ventanas, etc.), estos símbolos cumplen una función muy especial en el método, porque son íconos que indican que en otras hojas del plano existen dibujos en dos dimensiones que reviven nuevamente la tridimensionalidad de lo señalado, con plantas, elevaciones y secciones de lo indicado por el ícono.

La técnica en el desarrollo del método es seguir una secuencia lógica y estructurada que presente siempre la tridimensionalidad del proyecto a construir, empleando dibujos en dos dimensiones y luego si es necesario aclarar otro aspecto, volver a esa tridimensionalidad con nuevos símbolos que expresen una nueva volumetría manifestada a través de dibujos bidimensionales en la hoja de plano; con esa repetición siempre se estará visualizando la tridimensionalidad requerida para construir cualquier aspecto del objeto.

El método sugiere en forma seguida aplicar notas, las cuales son en este caso, una extensión de las especificaciones porque su objetivo es cumplir el proceso por el cual se definen los materiales, acabados, reglamentos, normas, mezclas, protecciones y otros. Este ciclo repetitivo y continuo se realiza hasta estar satisfecho que todo el contenido plástico de lo señalado por los símbolos ha aclarado la tridimensionalidad de lo

que se desea construir y garantiza el hecho de ver los objetos tal como son en la realidad. Este método aplicado a la planta es el recorrido técnico que debe hacerse para desarrollar el resto de los grupos componentes del plano.

**En resumen, la estructura de este Método de la Tridimensionalidad Repetitiva es el siguiente:**

Paso 1: Creación de la volumetría del objeto

Fase 1.1 Planta

Fase 1.2 Elevaciones

Fase 1.3 Secciones

Paso 2: Desarrollo Técnico

Fase 2.1 Aplicar acotaciones

Fase 2.2 Aplicar símbolos

Fase 2.3 Aplicar notas

Esta tridimensionalidad repetitiva, se repite siempre que se generen símbolos en el Paso 2, Fase 2.2 y se aplica tantas veces cuantas sean necesarias hasta obtener la respuesta a nuestra pregunta clave ¿Con toda la información técnica suministrada en el Paso 2; el detalle, el elemento o proyecto puede construirse?. Si la respuesta es si, finaliza el desarrollo, si es no, continúa la tridimensionalidad.

A continuación se describe el proceso a seguir en el desarrollo técnico como son las acotaciones, los símbolos y las notas:

**Explicación para la aplicación de las acotaciones en los planos:**

Las plantas, las elevaciones o las secciones y todos los elementos del plano que integran un proyecto requieren para su construcción de una serie de órdenes técnicas que son indispensables, llamadas acotaciones, las cuales permiten que se construyan los objetos exactamente como se diseñaron, porque al aplicar acotaciones parciales y totales exteriores o interiores en el ancho, el alto y la profundidad en todas las características como formas, radios, entrantes, salientes, entre otras, garantizan que los volúmenes diseñados con sus características sean construidos exactamente como se diseñaron.

**Explicación para la aplicación de los Símbolos en los planos:**

Consiste en la ubicación de símbolos en la planta, elevación o sección; donde se ubiquen representan un ícono, el cual significa, que en otras hojas del plano hay los dibujos necesarios que permiten construir lo señalado exactamente como se diseñó, es decir, otra

tridimensionalidad [7]. Una característica del método consiste en recordar el hecho de que cuando se aplica un símbolo en una volumetría elaborada (planta, elevación o sección), se está originando el hecho de hacer una nueva tridimensionalidad con plantas, elevaciones y secciones, a las que se dará acotaciones, símbolos y notas, originando así la repetición del proceso hasta tanto se esté completamente seguro que se ha completado el proceso de construcción en papel, esto es en síntesis el proceso de nuestra Tridimensionalidad Repetitiva, expresada con la filosofía de la simplicidad.

#### **Explicación para la aplicación de las Notas en los planos:**

Por último, se agregarán notas que son las especificaciones técnicas que garantizan la construcción de acabados, el uso de materiales adecuados donde se enfatiza las normas de calidad, resistencia y color en los acabados y otras características.

La figura No. 2 muestra el Modelo Conceptual para el Desarrollo de los Planos por el Método de la Tridimensionalidad Repetitiva.

A continuación se indica cómo se aplica el Método de la Tridimensionalidad Repetitiva en el Desarrollo de las Plantas de Fundaciones del Grupo Estructural

#### **Paso 1- Definición de la volumetría general**

Para desarrollar las plantas de fundaciones que es parte de la volumetría general se inicia su desarrollo realizando una planta de fundaciones que sea concordante con la planta arquitectónica y siguiendo los lineamientos expresados en la memoria técnica del ingeniero estructural; la cual servirá de base o plantilla para que toda la estructura esté enmarcada en su perímetro, es así como se enfatiza en dibujar todas las columnas con sus excavaciones y fundaciones, sean estas aisladas, fundaciones con pilotes, muros o cualquier otro tipo para indicar la estructura vertical principal. Luego, se agregan las excavaciones para construir los distintos tipos de paredes, sean interiores o exteriores reforzadas o no, o en su defecto la ubicación de vigas asísmicas que servirán como fundación para las paredes.

Es importante que la posición de las columnas ubicadas en la planta de fundación sea igual a la ubicación existente en la planta arquitectónica, esto garantiza construir un proyecto exactamente como se diseñó.

A estas plantas, seguido se le aplicará el **Paso No. 2**

el cual es el Desarrollo Técnico que consiste en las siguientes fases:

#### **Fase 2.1 - Aplicar acotaciones**

Esta fase se inicia dando acotaciones de centro a centro de columnas en la dirección de Y y de centro a centro de columnas en la dirección X parciales y totales, eso amarra totalmente el sistema estructural porque usted da coordenadas en X y Y y obtiene un punto, el cual es el centro de la fundación y sirve para la distribución en la construcción. También se harán acotaciones interiores si son requeridas por el proyecto en estudio.

#### **Fase 2.2 – Aplicar símbolos**

Este paso se inicia colocando los símbolos para columnas, por ejemplo el número de la columna se identifica por coordenadas alfa numéricas, tal como se describe en la figura No. 3, en donde se especifica además en qué hojas del plano estarán ubicados los dibujos que resuelven la volumetría de esas columnas. Los dibujos que muestran la volumetría de la columna son la planta de la columna y su fundación, las elevaciones y la sección, y a las cuales se les debe aplicar el Método de la Tridimensionalidad Repetitiva desarrollando cada uno de sus componentes.

Seguido se colocarán símbolos para identificar las vigas asísmicas, los diferentes tipos de muros sean estos en canto libre, concreto reforzado, concreto ciclópeos, atirantados, pretensados; pilotes sean estos de madera, de metal, de concreto, sean hincados o vaciados en sitio, entre otros, paredes sean estas interiores o exteriores reforzadas o no, vaciadas o de cualquier otro tipo. Para el desarrollo de estos símbolos debe seguirse el Método de la Tridimensionalidad Repetitiva, porque cada símbolo origina una volumetría general de lo que el representa.

#### **Fase 2.3-Aplicar notas**

Se inicia con las notas que se aplicarán en la planta de fundación para identificar vigas asísmicas, niveles topográficos, niveles modificados, identificación de muros, título de la planta con su escala, entre otros.

A continuación se presenta un ejemplo práctico para desarrollar la columna estructural D1 de un hangar, por el Método Propuesto, la cual está señalada en la planta de fundaciones en la Figura No. 3.

#### **El método se explica así:**

##### **Paso 1: Definir la volumetría**

En las Figuras No. 4 y 5 se desarrolla la volumetría haciendo planta, elevación y sección de la fundación y la columna.

## Método de la Tridimensionalidad Repetitiva

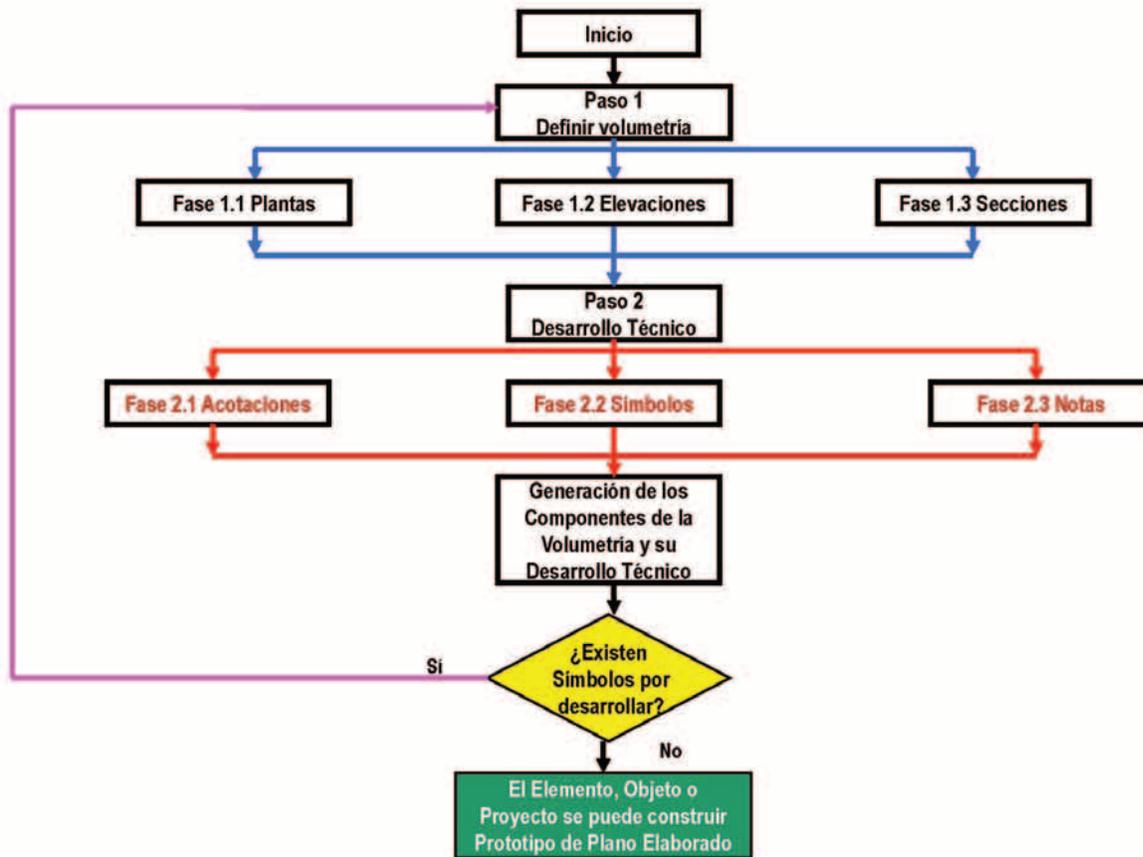


Figura 2. Método para el Desarrollo de los Planos de Construcción. Modelo Conceptual.

### Paso 2 – Desarrollo Técnico

A la volumetría generada se le aplica acotaciones, símbolos y notas. Esta etapa del desarrollo se ilustra en las Figuras No. 4 y 5. En la sección de esta tridimensionalidad en la Figura No. 5, aparece un símbolo identificado como 15/S20, el cual según el método que se propone debe ser desarrollado, de la siguiente forma:

**Paso 1:** Definir volumetría: se desarrolla la volumetría del detalle, haciendo planta, elevación y sección del detalle 15/S20 mostrado en la Figura 6.

**Paso 2:** Desarrollo Técnico: a esa volumetría se le aplica acotaciones, símbolos y notas que se presentan en la Figura No. 6.

Para finalizar el desarrollo, en la sección del detalle 15/S20, se realiza un detalle de ampliación, identificado como 16/S20, el cual se muestra en la Figura No. 6.

Este método para el desarrollo de planos se aplica hasta que cada uno de los símbolos esté resuelto en su volumetría y puedan estos objetos ser construidos.

### 5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

En la comparación realizada con la información recopilada se infiere que lo expresado en los documentos encontrados indican en forma general y poco explícita que en un plano deben existir acotaciones, que las unidades deben estar definidas, procurar que el plano quede compacto con el menor número de huecos posibles, que las dimensiones y distancias se expresen con dos cifras decimales, que el contenido del plano debe corresponderse con el título del mismo[5], conceptos que son generales ya conocidos y que todos aplican; pero la metodología propuesta dice como representar una forma y con qué dibujos se expresa un volumen y lo más importante es bajo que concepto técnico y práctico se aplican las acotaciones pues se indica que no deben hacerse siguiendo la acción de cómo se realizó un dibujo, sino siguiendo la información que el constructor necesita para realizar el proyecto y además debe

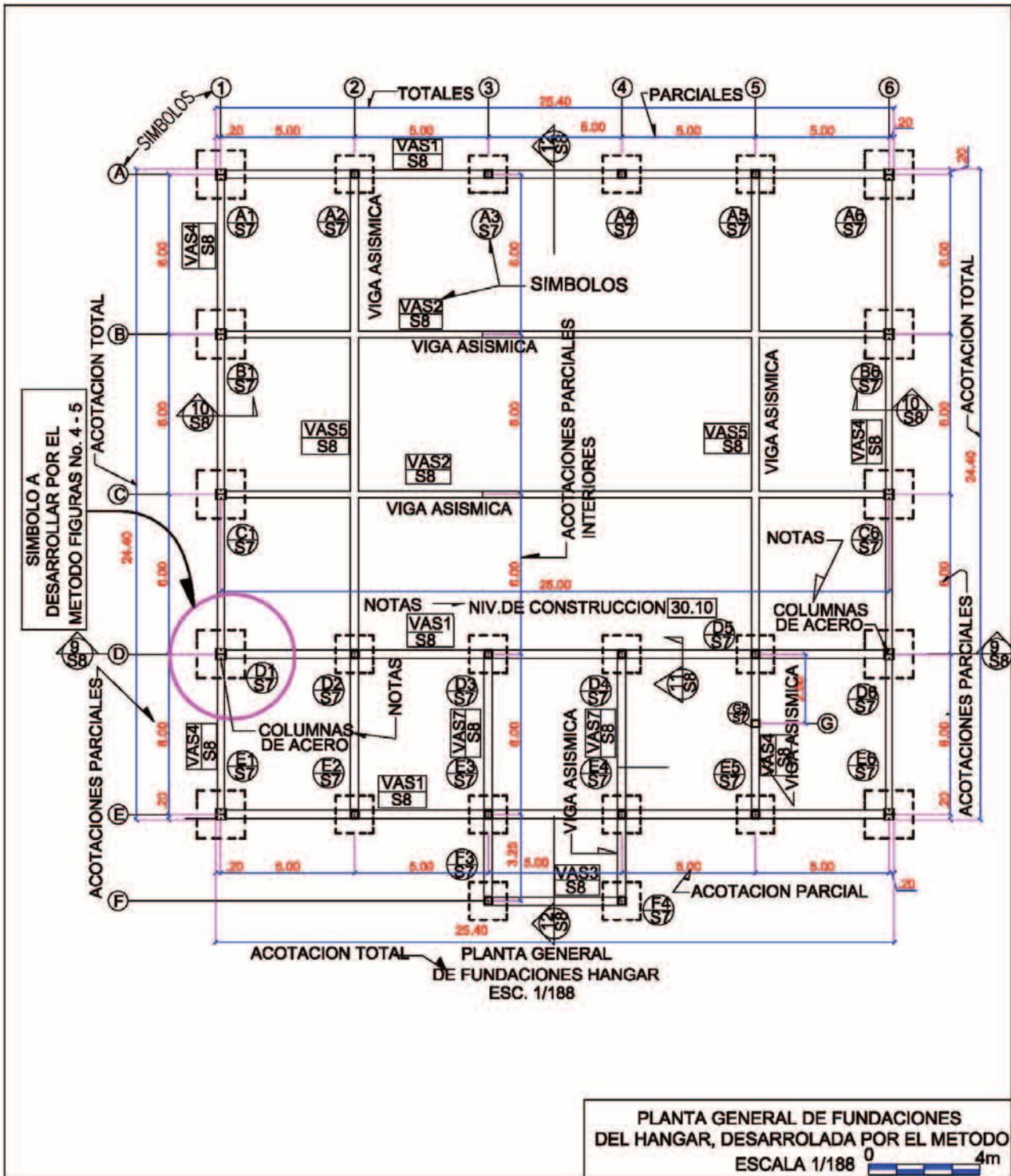


Figura 3. Se muestra en la planta de la fundación el símbolo D1/S7 que señala la columna estructural D1 en estudio y significa el inicio del Método de la Tridimensionalidad Repetitiva.

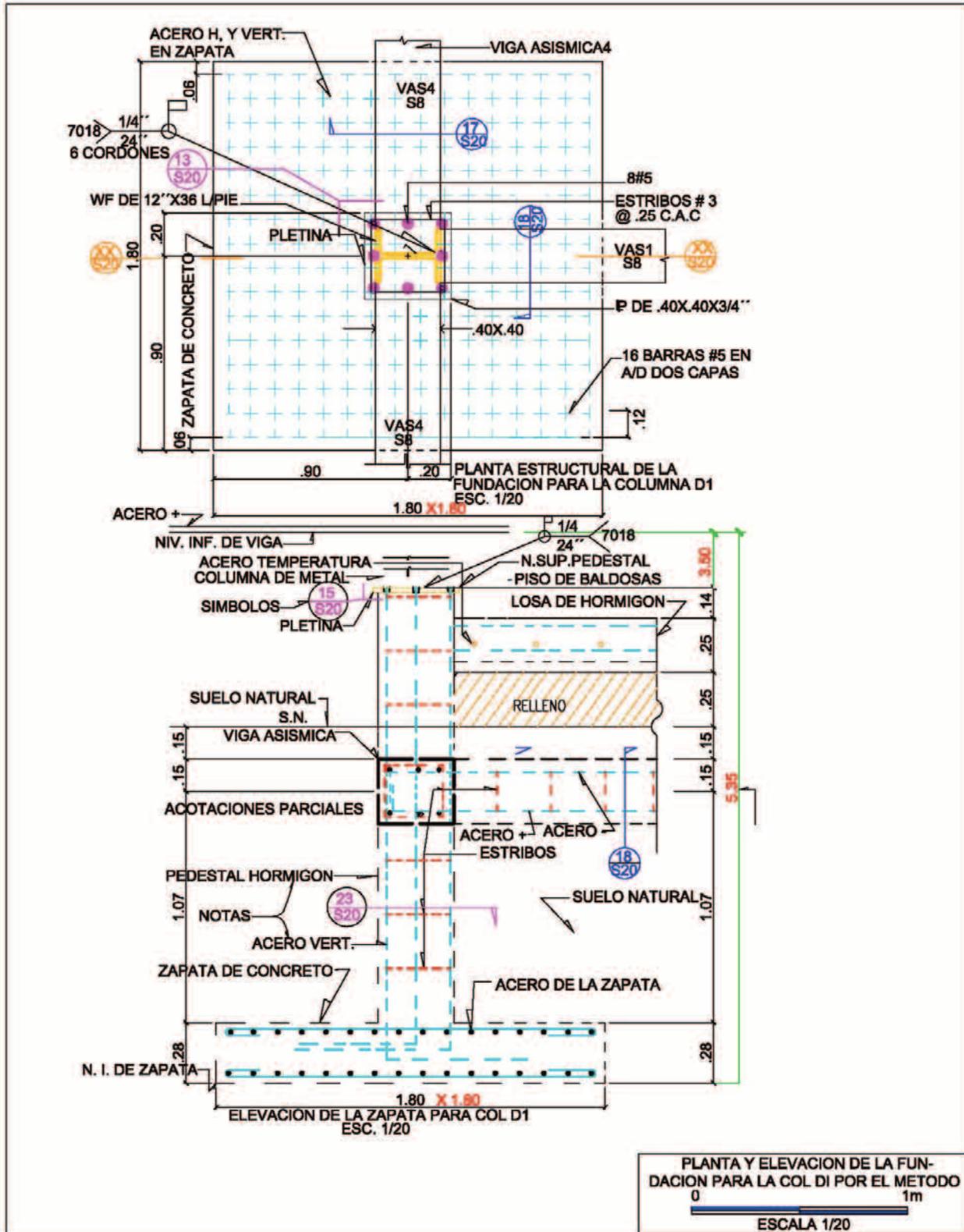


Figura 4. Se aplica el Método de la Tridimensionalidad Repetitiva desarrollando el símbolo D1/S7 con la planta estructural de la fundación para la columna D1, con su respectiva elevación y la aplicación de acotaciones, símbolos y notas.

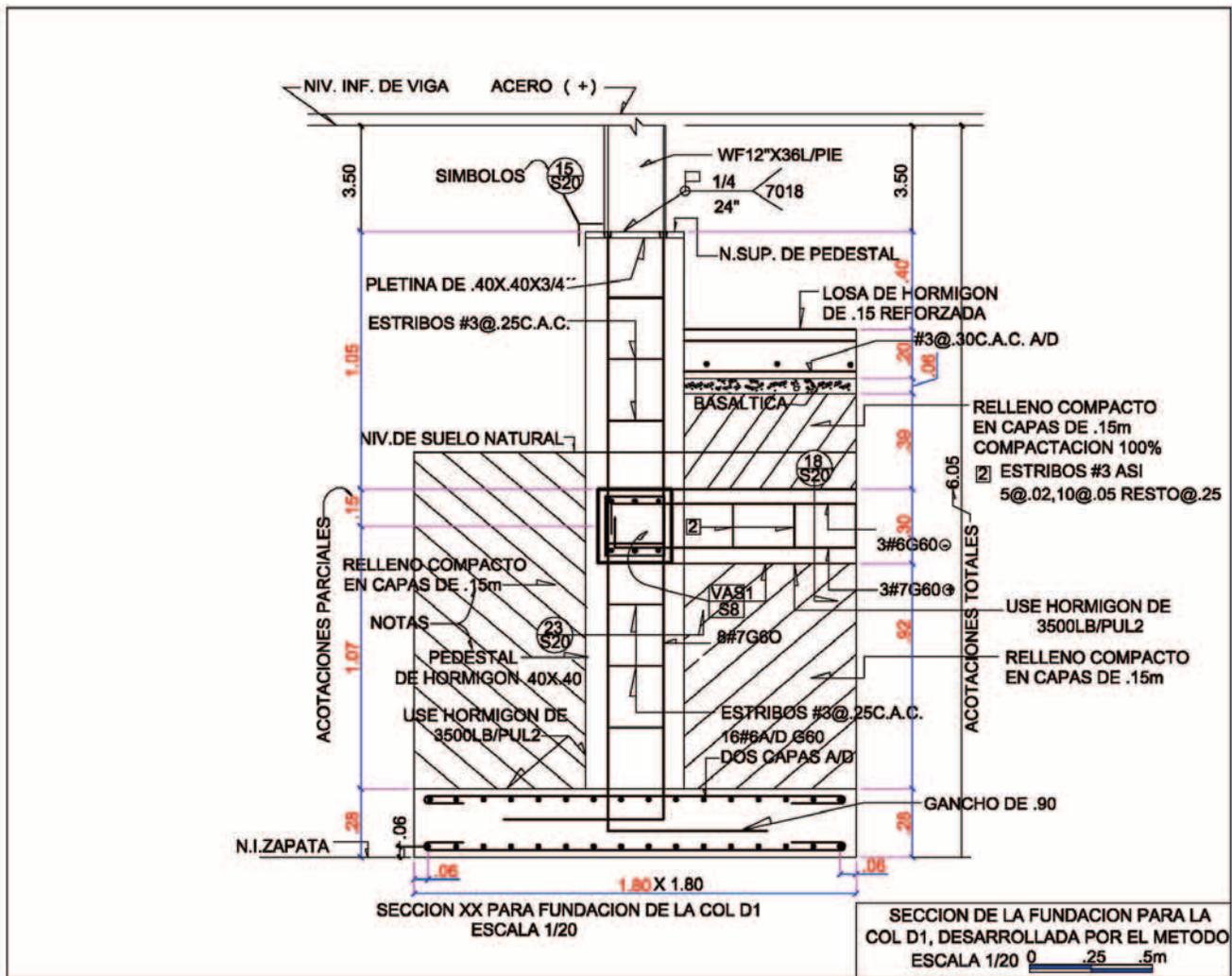


Figura 5. Se aplica el Método de la Tridimensionalidad Repetitiva desarrollando el símbolo D1/S7 con la sección estructural de la fundación, para la columna D1 con sus respectivas especificaciones y la aplicación de acotaciones, símbolos y notas. Donde el símbolo 15/S20 es el contenido técnico de la Tridimensionalidad Repetitiva porque será desarrollado como un elemento independiente, realizando planta, elevaciones y secciones, con acotaciones símbolos, notas y especificaciones.

ser acotado por un profesional que conozca la técnica de la construcción, con esto y aplicando leyes sencillas que definan el ancho, alto y profundidad parcial y total del objeto más sus especificaciones los objetos se construirán como fueron diseñados.

Uno de los componentes básicos para la ejecución eficiente de los proyectos de construcción radica en el desarrollo correcto de los planos de construcción y por ello concluimos lo siguiente:

A. Para desarrollar un plano de construcción el mismo debe ser dirigido por profesionales idóneos en las ramas de la ingeniería y la arqui-

itectura.

B. Su desarrollo debe ser regido por el concepto de la tridimensionalidad y la técnica constructiva.

### La Tridimensionalidad

Se manifiesta cuando aparecen dibujos bidimensionales los cuales dan forma al objeto, estos dibujos son las plantas, elevaciones y secciones. Siempre que desee crear una tridimensionalidad de algún pensamiento o detalle relacionados con la ingeniería, se deben realizar estas tres vistas como mínimo.

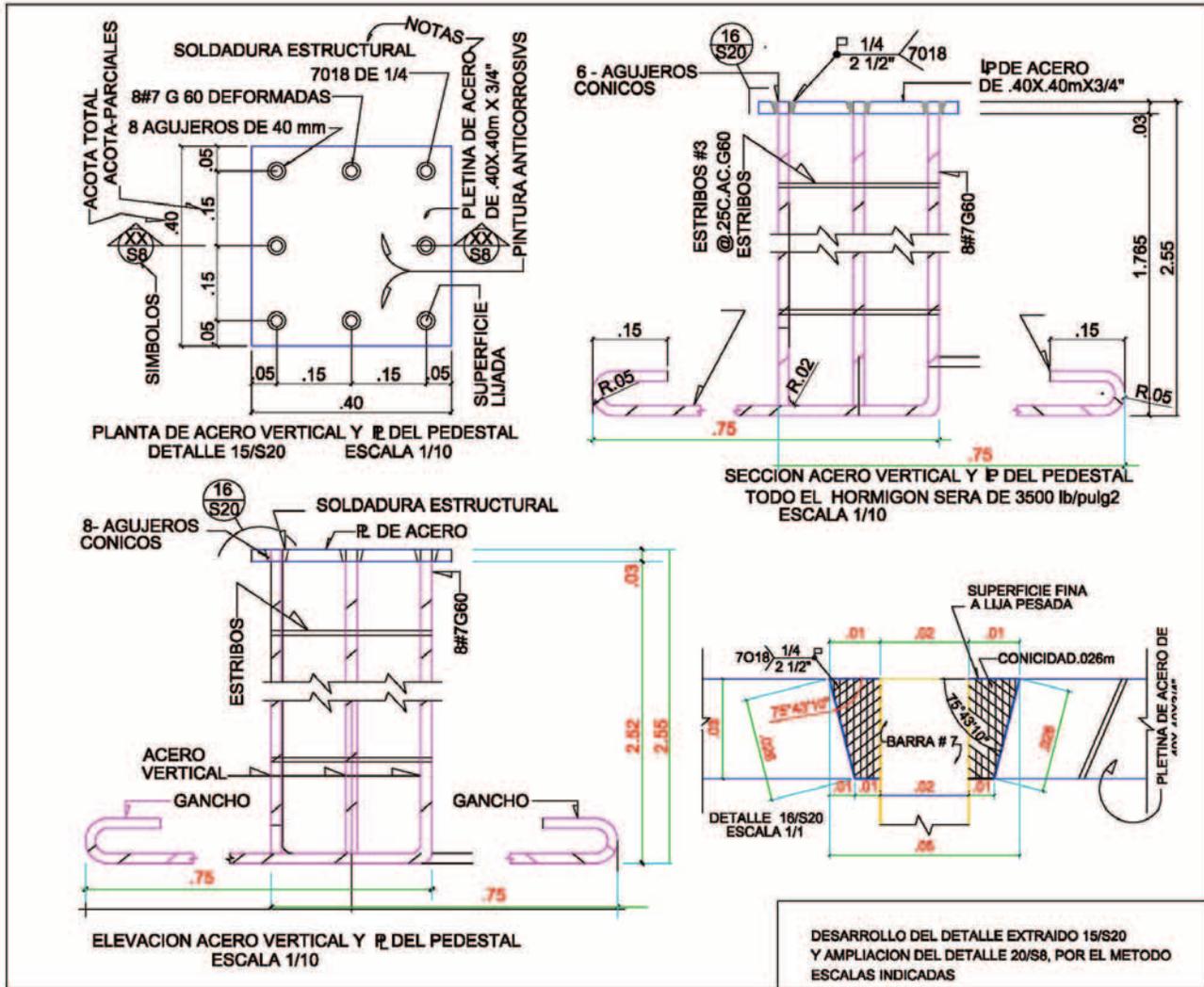


Figura 6. En esta figura se completa el Método de la Tridimensionalidad Repetitiva al desarrollarse el detalle 15/S20 y aclarándose con el detalle de ampliación 20/S8 requisitos técnicos de la conicidad y la soldadura.

**La Técnica Constructiva**

Radica en dibujar los elementos a construir dándoles órdenes técnicas, las cuales son de carácter volumétrico y constructivo. Las órdenes volumétricas se dan a través de las acotaciones parciales y totales en sus contornos y en su interior, las cuales definen la forma. Las órdenes constructivas se inician con símbolos que indican que en otras hojas se hará una nueva volumetría donde se aplicaran acotaciones parciales y totales. Otra orden constructiva son las notas que señalan las especificaciones, donde muestra calibre, normas, tipo de material y proceso constructivo.

- C. El no seguir el Método de la Tridimensionalidad Repetitiva acarrea el hecho de que los objetos no se puedan construir exactamente como se diseñaron, porque no contienen la información adecuada sobre su forma tridimensional, la cual hace posible definir su realidad. Este Método de la Tridimensional Repetitiva se basa en un proceso lógico y estructurado que conduce a transferir los pensamientos tridimensionales a una representación sencilla, a través de dibujos entendibles que revelarán las formas de las ideas y pensamientos.

El aporte a los profesionales consiste en que garantiza un Método para el Desarrollo de los Planos, que parte del hecho de mantener en el plano el concepto de la volumetría con toda la información que permite construir las obras tal como fueron concebidas por el diseñador.

La fortaleza de esta propuesta consiste en que es una contribución al ejercicio profesional de la ingeniería y contempla el saber científico en todas sus etapas, porque se muestra el saber de las ciencias en cada una de las hojas que integran el plano de construcción, lo cual nos permite plasmar en el terreno de la realidad un concepto que nace en la mente del diseñador.

Las debilidades son:

- La intervención de la política para la selección de profesionales que ejecutan los planos.
- Se necesita una amplia divulgación por las autoridades para que se cumpla el método descrito.
- Conseguir a través de Ingeniería Municipal la aplicación del método en la aprobación del plano.

Para futuras investigaciones se recomienda elaborar un prototipo de contenido que establezca un seguimiento a la ejecución del plano, que mantenga vigente las etapas del método y que determine el símbolo final que indique la terminación del proceso tridimensional, que controle las acotaciones de manera tal que definan la forma y sus características y que establezca la concordancia que debe existir entre el libro de las especificaciones y las notas en los dibujos técnicos del plano.

## 6. AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial a los profesionales de las diferentes ramas de la ingeniería y la arquitectura en los Ministerios de Vivienda y Ordenamiento Territorial y en el Ministerio de Obras Públicas, que nos permitieron hacer nuestra labor investigativa tanto de trabajo en oficina, como de trabajo en campo y lograr con ello, recopilar información indispensable para hacer nuestra propuesta metodológica. De igual manera, se hace un reconocimiento especial a todos los profesionales de la Ingeniería y Arquitectura que con sus aportes han enriquecido y permitido validar el Método de la Tridimensionalidad Repetitiva para el Desarrollo de los Planos de Construcción y que han mostrado la necesidad de que exista un instrumento que guíe el desarrollo de los planos, por todos los motivos que han sido evidentes en esta investigación.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ali S., Alnuaimi; Ramzi A., Taha; Mohamed, Al Mohsin and Ali S., Al-Harhi. Causes, Effects, Benefits, and Remedies of Change Orders on Public Construction Projects in Oman. *Journal of construction Engineering and Management*. ASCE/Mayo 2010.
- [2] Dygdon, John Thomas. *Dibujo Técnico*. 8ª Edición. Alfa Omega. 2009.
- [3] Ellis, Ralph D. and Thomas, H. Randolph. (2003) *The Root Causes of Delays in Highway Construction*, 82nd Annual meeting of the transportation research board, Washington DC.
- [4] Nirmal Kumar Acharya†, Young Dai Lee, Soo Yong Kim, Jong Chool Lee and Chae Soo Kim. Korea. *Analysis of Construction Delay Factor: A Korean Perspective*. Proceedings of the 7th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference 2006. Bangkok, Thailand
- [5] Pellicer Armiñana, Eugenio; Sanz Benloch, Amalia; Catalá Alis, Joaquín. *El Proceso Proyecto – Construcción*. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia. 2004.
- [6] *Plan Estratégico de Gobierno de la República de Panamá*. 2010-2014.
- [7] Profesor Titular Flórez Taboada, Hernando. *Apuntes Pedagógicos sobre Metodología para el Desarrollo de los Planos de Construcción*. 1984.
- [8] Rodríguez Jaramillo, Gisela M. 2011. *Propuesta de una Metodología Estructurada para la Ejecución de Proyectos de Construcción Públicos*. Universidad Tecnológica de Panamá. *Revista de I+D Tecnológico*. Volumen 7, No. 1. Edición Semestral. 2011.
- [9] Sesiones técnicas de trabajo con el Arquitecto Hernando Flórez Taboada referente a la buena práctica en la Ejecución de Veinte Obras en el Sector Público. 2008, 2009, 2010 y 2011.
- [10] Steve M., Slavy. *Geometría Descriptiva Tridimensional*. Editorial: Publicaciones Cultural S.A. Lago Mayor 1986. México 13. D.F. 1968.
- [11] Yin, Robert K. *Case Study Research. Design and Methods*. Second Edition. 1994.