

# PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

## FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD**  
**CATÓLICA**  
DEL PERÚ

### ANÁLISIS DEL MECANISMO DE COMUNICACIÓN ENTRE SUPERVISIÓN Y CONTRATISTAS POR MEDIO DE SOLICITUDES DE INFORMACIÓN MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN

Tesis para optar el Título de **Ingeniero Civil**, que presenta el bachiller:

**Luis Enrique Choque Cuba**

**ASESOR: Ing. Ricardo Del Águila Herrera**

Lima, Diciembre del 2014

## RESUMEN

En la rutina diaria de construcción de edificios se generan varios tipos de consultas durante la ejecución del proyecto. Estas consultas contienen información relevante de los problemas contenidos en los documentos contractuales de los proyectos. El no poder identificar estos problemas en etapas tempranas del proyecto producen pérdidas de distinto tipo.

El presente trabajo de tesis, realiza un análisis de un conjunto de consultas de distintos proyectos de construcción; de las cuales se ha podido clasificar las dudas o solicitudes de información en distintas categorías. Los grupos de consulta encontrados se han clasificado en tres tipos: Aclarar, Validar y Entregar información. Este tipo de clasificación permite resumir con palabras clave el asunto específico de la consulta. Por otro lado se logró identificar cuáles son las consultas más recurrentes que se generan a lo largo de la construcción de los proyectos. Las clasificaciones han permitido proponer mejoras para la revisión y generación de documentos contractuales en futuros proyectos.

Finalmente, como resultado de la investigación se elabora un listado de recomendaciones según el tipo de problema identificado. Esta herramienta sirve para revisar de una manera guiada los planos de los proyectos antes de ser empleados en obra. Por otro lado, se emplean las nuevas clasificaciones encontradas para poder optimizar el manejo de las comunicaciones dentro de futuros proyectos.

**Palabras clave:** *Solicitaciones de Información, RFI, Gestión de la comunicación, Tecnologías de Información (TI), Mejora Continua, Lecciones Aprendidas.*

TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Título : "Análisis del mecanismo de comunicación entre supervisión y contratistas por medio de solicitudes de información mediante el uso de Tecnologías de Información"

Área : Construcción -Investigación-

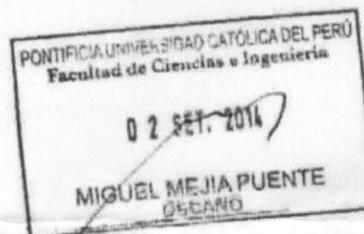
Asesor : Ing. Ricardo del Águila Herrera

Alumno : LUIS ENRIQUE CHOQUE CUBA

Código : 2007.7005.N.412

Tema N° : 229

Fecha : Lima, 5 de agosto de 2014



**PROBLEMÁTICA**

A lo largo del ciclo de la construcción de una edificación se generan diferentes consultas, la solución a las mismas se realiza de manera coordinada con los ingenieros, arquitectos y personal involucrados en el proyecto. Indistintamente del medio por el cual se haga la consulta, lo que se busca es una solución de la misma. Sin embargo, al culminar este procedimiento no se evalúa si la información intercambiada podría ser útil a modo de lecciones aprendidas para futuros proyectos. No se tiene pues ningún registro sobre el tipo de consultas más comunes, preguntas específicas, procedimientos que se realizaron para las coordinaciones y acuerdos que hicieron posible la toma de decisiones.

Las consultas realizadas en la etapa de construcción del proyecto reflejan la calidad de planos contractuales, si éstos contienen muchos errores u omisiones se generarán mayor cantidad de consultas, lo que obligará a constructores como a diseñadores a trabajar más para solucionar dichos problemas. Del mismo modo, varias de las consultas realizadas contienen textos demasiado extensos, cuando en realidad lo que se quería consultar es algo puntual. El resultado de ello es la inversión en varias *horas hombre* para la revisión y respuesta de consultas confusas.

**ESTRATEGIA**

La estrategia a emplearse está fundamentada en los resultados obtenidos y análisis de una base de datos de un total de 3580 consultas originadas en la etapa de construcción en 9 proyectos de edificaciones de gran envergadura.

El análisis que hemos realizado ha permitido identificar patrones de consultas recurrentes dentro de esta etapa; con las cuales se ha podido segmentarlas y proponer mejoras para la calidad de planos y para el manejo de consultas.

**OBJETIVO GENERAL**

La presente investigación contribuye a identificar y mejorar el manejo de consultas dentro de la etapa de construcción de un proyecto de edificaciones.


 FACULTAD DE  
CIENCIAS E  
INGENIERÍA

**PUCP**
**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar cuáles y de qué tipo son las consultas recurrentes.
- Proponer un listado de recomendaciones para mejorar la calidad de revisión de planos contractuales.

**DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO**

La investigación comienza con la revisión bibliográfica, de artículos, revistas, tesis precedentes y estudios realizados a la industria de la construcción. Estos documentos contienen información relacionada al manejo de las consultas en la etapa de construcción, los problemas que existen en ella y también las formas modernas para su administración.

Inicialmente se revisa información relacionada al mecanismo de comunicación empleados en proyectos de construcción, se observan los flujos de comunicación entre los involucrados del proyecto: el cliente, el contratista y la supervisión. Se analiza también el manejo de información en proyectos de construcción usando una plataforma web de administración de archivos, en este caso estudiaremos un sistema de gestión de documentos electrónicos.

En la parte central del desarrollo de la tesis, se exponen los criterios para el análisis de 3580 consultas de diferentes proyectos tipo oficinas, centros comerciales y supermercados. La base de datos a analizar inicialmente se organiza por elementos y grupos de elementos constructivos de acuerdo a los criterios sugeridos por la ASTM (*American Society for Testing Materials*). Después de realizado el primer análisis se logra realizar la primera clasificación de consultas determinando el tipo o naturaleza de consulta. Luego del segundo análisis, se identifica los tipos de consulta específica y sus respectivos porcentajes de recurrencia.

En la parte final de la investigación se obtiene y exponen los resultados. El principal resultado de la investigación es reconocer cual es el 20% de elementos constructivos que generan el 80% de consultas. Igualmente se realiza un listado de recomendaciones tipo *Check List* para ser empleado al momento como herramienta de mejora continua para la revisión de planos de futuros proyectos.

VºBº .....  
Dr. Rafael Aguilar  
Director de Investigación

atry  
Ricardo del Arco

NOTA  
Extensión máxima: 100 páginas.

## DEDICATORIA

A Dios, por ser el principio creador  
de todas las cosas.

A mis abuelos, quienes me  
han dado el cariño y los consejos  
para ser cada vez mejor.

A mis compañeros de clase, por ser  
mi familia durante estos años.

A mis padres, Augusto y Lucia, por  
su confianza, sueños, sacrificios,  
apoyo constante e incondicional.

A mis tíos y primos, por siempre  
promover la vida en familia y el  
apoyo mutuo.

A mi asesor, excelente Ingeniero y  
ejemplo a seguir.

**Enrique Choque**

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>RESUMEN.....</b>	<b>II</b>
<b>TEMA DE TESIS .....</b>	<b>III</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>V</b>
<b>TABLA DE CONTENIDOS.....</b>	<b>VI</b>
<b>LISTA DE GRÁFICOS.....</b>	<b>IX</b>
<b>LISTA DE TABLAS.....</b>	<b>X</b>
<b>LISTA DE ACRÓNIMOS.....</b>	<b>XI</b>
<b>PARTE I : PREFACIO .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
1.1.    Acerca de la práctica actual.....	3
1.2.    Establecimiento del problema.....	5
1.3.    Aspiración, Objetivo y Estrategia de la investigación.....	7
1.3.1. Aspiración .....	7
1.3.2. Objetivos .....	7
1.3.3. Estrategia.....	7
1.4.    Metodología de investigación .....	9
1.5.    Alcances y limitaciones.....	11
1.6.    Estructura de la tesis .....	12
1.7.    Resumen del capítulo .....	15
<b>CAPÍTULO II: MECANISMOS DE COMUNICACIÓN EN LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>16</b>
2.1.    Ciclo de vida de un proyecto de construcción.....	17
2.2.    Flujos de información actuales .....	19
2.2.1. Flujos de información en el ciclo de vida del proyecto .....	20
2.3.    Problemas de comunicación y documentación .....	26
2.4.    Resumen del capítulo .....	27

**PARTE 2: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA ..... 28**

**CAPITULO III: SISTEMA DE GESTIÓN DE DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS (SGDE) ..... 28**

3.1.	Evolución de la administración de archivos .....	29
3.2.	¿Qué es un Sistema de Gestión de Documentos Electrónicos (SGDE)? .....	31
3.3.	El SGDE frente al sistema de documentos tradicional.....	32
3.4.	Ventajas del uso de SGDE .....	34
3.5.	Limitaciones del uso de SGDE .....	35
3.6.	Resumen del capítulo .....	37

**CAPITULO IV: CLASIFICACIÓN DE LAS SOLICITUDES DE INFORMACIÓN . 38**

4.1.	Solicitud de Información.....	38
4.2.	Dinámica del manejo de Solicitud de Información .....	40
4.3.	Muestra a emplear para el análisis .....	41
4.4.	Clasificación de elementos de construcción .....	44
	4.4.1. Clasificación de elementos de construcción .....	45
	4.4.2. Categorías y componentes en base al UNIFORMAT II.....	46
4.5.	Resumen del capítulo .....	54

**CAPÍTULO V: MEJORA CONTINUA PARA EL PROCESO DE REVISIÓN DE PLANOS..... 55**

5.1.	Concepto de Mejora Continua .....	56
	5.1.1. Círculo de Deming .....	56
5.2.	¿Por qué mejorar los planos del proyecto? .....	59
5.3.	¿Dónde y cómo mejorar la calidad de los planos? .....	59
5.4.	Resumen del capítulo .....	61

<b>PARTE 3: PROPUESTA .....</b>	<b>62</b>
<b>CAPITULO VI: PROPUESTA.....</b>	<b>62</b>
6.1.    Clasificación del tipo o naturaleza de consulta .....	62
6.1.1.Aclarar Información:.....	64
6.1.2.Entregar Información .....	68
6.1.3.Validar Información .....	71
6.2.    Clasificación específica de consulta .....	76
6.3.    Recomendaciones para la mejora de planos.....	78
6.4.    Plan de mejora continua para la revisión de planos .....	79
6.5.    Resumen del capítulo .....	81
<b>CAPITULO VII: RESULTADOS .....</b>	<b>82</b>
7.1.    Solicitaciones de Información por cada proyecto.....	82
7.2.    Resultados tipo o naturaleza de consulta .....	84
7.3.    Resultados clasificación específica de consulta .....	93
7.4.    Resumen del capítulo .....	98
<b>CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>99</b>
Revisión .....	99
Conclusiones .....	101
Recomendaciones.....	104
<b>CAPÍTULO IX: BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>106</b>
<b>ANEXOS</b>	
ANEXO I. UNIFORMAT MATERIALES Y TRABAJOS ESPECIFICADOS	
ANEXO II. MATRICES DE CLASIFICACIÓN DE CONSULTA ESPECÍFICA	
ANEXO III. CHECK LIST PARA LA REVISIÓN DE PLANOS	
ANEXO IV. APLICATIVO WEB PARA EL MANEJO DE CONSULTAS	

## LISTA DE GRÁFICOS

Figura 1. 1. Diagrama de la aspiración, objetivos y estrategia de la investigación.....	8
Figura 1. 2. Diagrama de Metodología de investigación a emplear .....	10
Figura 1. 3. Diagrama de estructura de la tesis.....	14
Figura 2. 1. Diagrama de ciclo de vida de proyecto de construcción .....	18
Figura 2. 2. Flujos de información del ciclo de vida de un proyecto de construcción	22
Figura 2. 3. Flujos de información entre los involucrados del proyecto de construcción.....	24
Figura 2. 4. Factores importantes para lograr los objetivos en el proyecto .....	26
Figura 3. 1. La evolución de los métodos de gestión de documentos de construcción en las últimas décadas.....	31
Figura 3. 2. Administración de documentos, perspectiva tradicional y actual. ....	33
Figura 4. 1. Dinámica del manejo de Solicitud de Información.....	41
Figura 4. 2. Jerarquía de niveles de elementos .....	47
Figura 4. 3. Sub Estructura .....	48
Figura 4. 4. Casco.....	49
Figura 4. 5. Interiores .....	50
Figura 4. 6. Trabajos de Sitio .....	53
Figura 5. 1. Círculo de Deming .....	58
Figura 5. 2. Ciclo de Mejora Continua de planos del proyecto .....	60
Figura 6. 1. Clasificación de naturaleza de consulta .....	63
Figura 7. 1. Número de Solicitudes de Información (RFI) por proyecto. ....	83
Figura 7. 2. Clasificación de las consultas totales según naturaleza RFI's .....	84
Figura 7. 3. Clasificación según naturaleza consulta por proyecto .....	85
Figura 7. 4. Clasificación según naturaleza de consultas en sistemas del proyecto A.....	87
Figura 7. 5. Clasificación según naturaleza de consulta dentro de Interiores del proyecto A.....	89
Figura 7. 6. Clasificación específica de consulta - componente elementos horizontales.....	95
Figura 7. 7. Clasificación específica de consulta - componente elementos verticales .....	96
Figura 7. 8. Clasificación específica de consulta - componente tabiquería .....	97

## LISTA DE TABLAS

Tabla 2. 1. Resumen de la gestión de procesos a largo de la vida de un proyecto de construcción .....	21
Tabla 2. 2. Gestión de procesos a largo de un proyecto de construcción .....	25
Tabla 4. 1. Ficha del proyecto A.....	42
Tabla 4. 2. Ficha del proyecto B.....	42
Tabla 4. 3. Ficha del proyecto C .....	42
Tabla 4. 4. Ficha del proyecto D .....	43
Tabla 4. 5. Ficha del proyecto E.....	43
Tabla 4. 6. Ficha del proyecto F.....	43
Tabla 4. 7. Ficha del proyecto G .....	43
Tabla 4. 8. Ficha del proyecto H .....	44
Tabla 4. 9. Ficha del proyecto I.....	44
Tabla 4.10. Clasificación de elementos de construcción - Sub estructura .....	48
Tabla 4.11. Clasificación de elementos de construcción – Casco.....	49
Tabla 4.12. Clasificación de elementos de construcción – Interiores.....	50
Tabla 4.13. Clasificación de elementos de construcción – Servicios .....	51
Tabla 4.14. Clasificación de elementos de Construcción Equipamiento y Mobiliario	52
Tabla 4. 15. Clasificación de elementos de construcción Construcciones Especiales y Demolición .....	52
Tabla 4. 16. Clasificación de elementos de construcción - Trabajos de Sitio.....	53
Tabla 6. 1. Matriz general para almacenamiento de datos .....	77
Tabla 7. 1. Clasificación de elementos de construcción - Sub Estructura.....	90
Tabla 7. 2. Clasificación Pareto del total de consultas .....	94

## LISTA DE ACRÓNIMOS

APM	<i>Association for Project Management</i>
As built	Conforme a obra
ASTM	<i>American Society for Testing Materials</i>
BIM	Modelado de información en construcción ( <i>Building Information Modeling</i> )
Brief	Exposición de las necesidades del cliente
Check List	Lista de verificación
HVAC	Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado ( <i>Heating, Ventilation, and Air Conditioning</i> )
PMI	<i>Project Management Institute</i>
PRINCE 2	<i>PRojects IN Controlled Environments 2</i>
RFI	Solicitaciones de Información ( <i>Request for Information</i> )
SGDE	Sistema de Gestión de Documentos Electrónicos
TI	Tecnologías de Información
URL	Identificador de recursos uniforme ( <i>Uniform Resource Names</i> )
WBS	Estructura de descomposición del trabajo ( <i>Work Breakdown Structure</i> )

## PARTE I : PREFACIO

---

En la Industria de la Construcción se encuentran involucrados diferentes profesionales para poder llevar a cabo un proyecto de construcción. Dentro de este el desarrollo de los planos del proyecto le corresponde a un grupo determinado de profesionales, a ellos se les denomina diseñadores o contratistas de diseño. En el caso de las edificaciones, es necesario contar con contratistas de diseño para cada una de las especialidades. Se requieren diseñadores para estructuras, arquitectura e instalaciones (eléctricas, sanitarias, Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado (HVAC), etc.), por ser un gran grupo de trabajo aparecen ciertos problemas de coordinación, posiblemente porque los diseñadores laboran en diferentes empresas o porque sus lugares de trabajo se encuentran alejados uno del otro y no logran tener reuniones con mucha frecuencia. Otro de los problemas con los que constantemente lidian los diseñadores se originan al momento de superponer sus diseños, debido a que se descubren que algunos elementos de construcción (vigas, columnas, placas, etc.) están desfasados, con dimensiones distintas o que dentro de una especialidad se incluye alguna información que en otra no se observa; a todos estos problemas se les conoce como incompatibilidades.

La mayor cantidad de estas incompatibilidades deberían ser identificadas antes de hacer uso de los planos en la zona de trabajo conocida como obra o terreno, éste es un ideal, pero los profesionales involucrados tratan de hacer lo posible para conseguir que esto suceda. Pese a que este trabajo se puede realizar con minuciosidad se generan consultas referentes a los planos contractuales durante la etapa de construcción del proyecto.

Algunos de estos problemas identificados tardíamente podrían generar costos elevados no previstos; es por ello que se debe pensar en implementar algún tipo de procedimiento para asegurar la calidad de revisión de planos.

La presente investigación pretende:

- Primero, establecer un medio de comunicación simple para la coordinación entre los profesionales relacionados a la construcción de edificaciones.
- Segundo, identificar y clasificar cuáles son las consultas recurrentes que se producen a lo largo de la fase de construcción de una edificación.
- Tercero, proponer el uso de un instrumento para la revisión de la calidad de planos, ello con la finalidad de reducir el número de consultas a lo largo de la construcción de la edificación.

Este capítulo empieza con una descripción sobre la perspectiva actual del manejo de la información en obra y de sus principales problemas, seguidamente se plantea la aspiración, objetivo y estrategia de la investigación; así como también la metodología de la investigación, los alcances y las limitaciones del estudio. Al final del capítulo, se detalla la estructura de la tesis en donde se hace una pequeña descripción de lo que se revisará en cada uno de los capítulos posteriores.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

---

### 1.1. Acerca de la práctica actual

La industria de la construcción está pasando por una etapa expansión y gran crecimiento económico. Durante el 2013 y 2012 según las estadísticas proporcionadas por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). El sector construcción es uno de los sectores con mayor crecimiento económico<sup>1</sup>. Estas cifras se ven reflejadas en la cantidad de proyectos de edificaciones que se están construyendo actualmente a lo largo del territorio peruano. En medio de este crecimiento, las empresas constructoras buscan mejorar su productividad implementado algunas metodologías o herramientas que permitan acelerar sus procedimientos, dado que muchas veces una constructora maneja varios proyectos en simultáneo.

Según Rojas y Songer (1999, citado por Forcada, 2005) para optimizar el manejo de información entre grupos de trabajo, como es el caso de los proyectistas y contratistas, se tiene que utilizar plataformas en base al uso de Internet, que es el medio que mejor facilita la colaboración entre entornos de trabajo de proyectos de construcción. Por ello, empresas medianas y grandes que se encuentran a la vanguardia de la tecnología han empezado a utilizar herramientas basadas en soportes web denominadas Tecnologías de Información (TI).

Las empresas que han implementado este tipo de herramientas lograron mejoras en relación al aumento en la velocidad y calidad de la generación de

---

<sup>1</sup>Según los resultados del mostrados en el portal del Ministerio de Economía y Finanzas (<http://www.mef.gob.pe/>) el sector construcción logró un crecimiento promedio de 9.53% en el 2013, en el 2012 un total del 15.2% en de un total de crecimiento de 6.21% de PBI. Del mismo modo, la industria de la construcción se vio desaceleradas debido a la crisis internacional en el año 2009 y por una inestabilidad política en año 2011.

documentos, control de financiero, en la comunicación entre sus colaboradores y por consiguiente el contar con información actualizada en tiempo real.

En el Perú, si se deseara optar por el uso de cualquier *TI* sólo se necesita contactarse con profesionales o empresas relacionadas con el rubro informático para solicitar algún tipo de software que se adapte a las necesidades de su empresa.

Se ha observado que empresas medianas del sector construcción a medida que manejan varios proyectos, ven la necesidad de fortalecer sus sistemas internos de gestión. Por lo cual deciden acogerse al empleo de herramientas de dirección proyectos basadas en los modelos propuestos por alguna Institución de Gestión de Proyectos reconocida como el PMI, APM o PRINCE 2. Del mismo modo, evalúan los beneficios de contar con alguna plataforma *on line* construida en basada en los parámetros de alguno los modelos de gestión de proyectos indicados, a este tipo de plataformas web se le denomina Web Basada en Sistemas de Gestión de Proyectos (WBSGP), el cual es muy útil y difundido en otros países.

En el caso de las empresas pequeñas en las cuales su nivel de organización es poco desarrollado, queda únicamente adaptarse a la forma de trabajo que proponen las empresas medianas y grandes (Forcada, 2005). El hecho de no contar con recursos no debería limitar el uso de algunas plataformas de bajo presupuesto que satisfaga las necesidades básicas de la empresa.

## 1.2. Establecimiento del problema

A lo largo del ciclo de vida de la construcción de una edificación se genera diferentes consultas, la solución a las mismas se realiza de manera coordinada entre los ingenieros, arquitectos y personal involucrados en el proyecto. Los medios tradicionales que comúnmente emplean para realizar dichas coordinaciones son principalmente; la comunicación directa en obra o terreno, vía telefónica, correo electrónico, vía videoconferencias u otros, pero indistintamente del medio por el cual se haga la consulta<sup>2</sup>, lo que se busca es una solución de la misma, la cual se da luego un plazo de tiempo determinado. Sin embargo, al culminar este procedimiento no se evalúa si la información intercambiada podría ser útil a modo de lecciones aprendidas para futuros proyectos; por lo mismo no se guarda ningún registro sobre el tipo de consulta y procedimientos usados para resolverlas, ni sobre qué tipo de dudas se preguntaron específicamente.

Por otro lado, las consultas realizadas en la etapa de construcción del proyecto reflejan la calidad de planos contractuales, si éstos contienen muchos errores u omisiones se generarán una mayor cantidad de consultas, lo que obligará tanto a constructores como a diseñadores a trabajar arduamente para solucionar dichos problemas.

Varias de las consultas realizadas contienen textos demasiado extensos, cuando en realidad lo que se quería consultar es algo puntual. El resultado de esto, es que se pierde varias horas hombre en revisar y responder consultas confusas, cuando se trata de averiguar qué es lo que realmente se quiso consultar. Este proceso es contraproducente para el uso efectivo del tiempo de cada empleado.

---

<sup>2</sup>Entender por consulta a aspectos técnicos de diseño o construcción de los elementos.

A continuación se señalan los **principales problemas** para el manejo de consultas que el autor de esta investigación ha podido identificar.

- La administración de la información por medios tradicionales es deficiente, el uso del papel hace que se cuente con grandes volúmenes de información, que muchas veces se torna inmanejable.
- Las consultas por parte de los profesionales que ejecutan el proyecto, no cuentan con una clasificación expresa, por lo cual se genera información dispersa en algunos casos poco clara.
- La calidad de revisión de los planos antes de ser utilizados en obra es inadecuada. En función a ello se generan la cantidad de consultas a lo largo del proyecto, si se cuenta con una buena calidad de planos la cantidad de consultas será menor.
- El tiempo de resolución de consultas es prolongado. En consecuencia la solución a las consultas logra retrasar la programación establecida para cada proyecto.

### 1.3. Aspiración, Objetivo y Estrategia de la investigación

#### 1.3.1. Aspiración

La presente tesis busca mejorar y agilizar el manejo de consultas generadas durante la etapa de construcción de edificaciones, con lo cual se busca contribuir a que los proyectos se encuentren dentro del costo, tiempo y calidad previstos.

#### 1.3.2. Objetivos

##### **Objetivo principal:**

- Mejorar el manejo de consultas dentro de la etapa de construcción de un proyecto de edificaciones.

##### **Objetivos específicos:**

- Identificar, clasificar y analizar cuáles y de qué tipo son las consultas recurrentes.
- Proponer un listado de recomendaciones para mejorar la calidad de revisión de los planos contractuales.

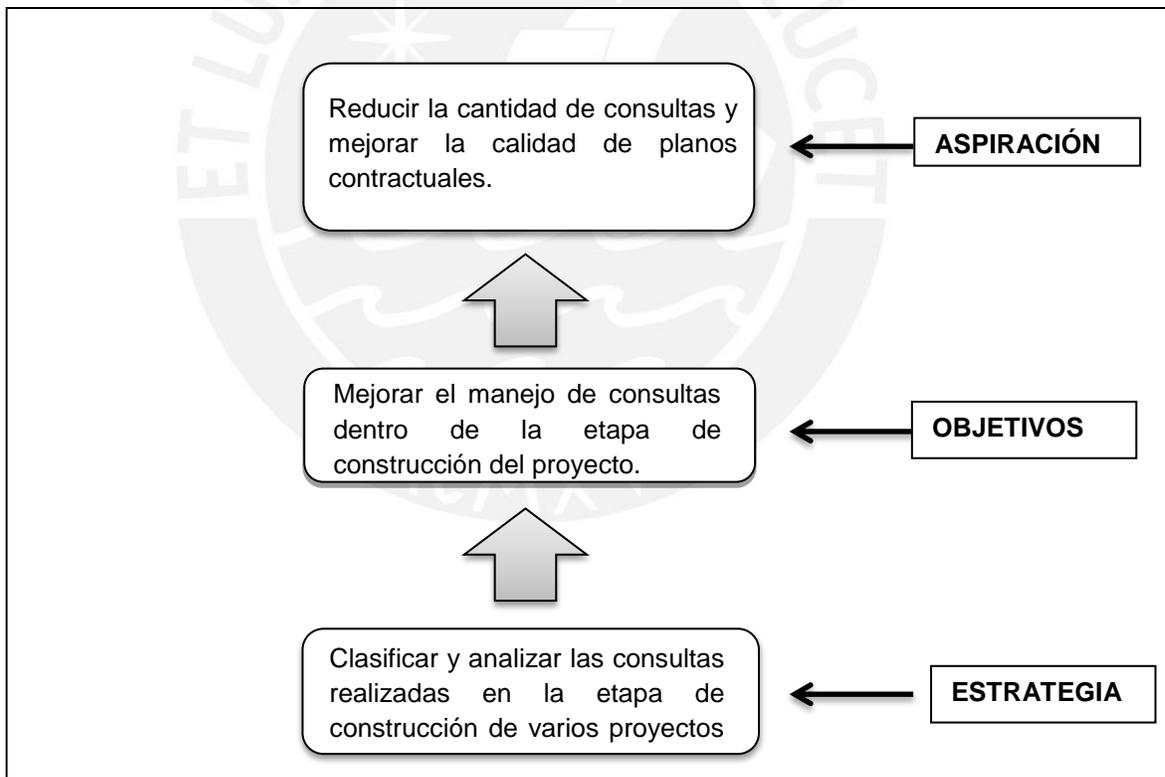
#### 1.3.3. Estrategia

La estrategia a emplearse está fundamentada en la clasificación de las consultas en relación a los resultados obtenidos luego de análisis de una base

de datos de un total de 3580 consultas originadas en la etapa de construcción de dentro 9 proyectos de edificaciones de gran envergadura.

Esto ha permitido identificar patrones de consultas recurrentes dentro de este proceso. Con los que se ha podido clasificar y segmentar las consultas, para proponer acciones de mejora en la calidad de los diseños y en el manejo de consultas.

A continuación se muestra un gráfico que presenta el diagrama de aspiración, objetivos y estrategia de la presente investigación.



**Figura 1. 1. Diagrama de la aspiración, objetivos y estrategia de la investigación**

Fuente: Elaboración propia

#### 1.4. Metodología de investigación

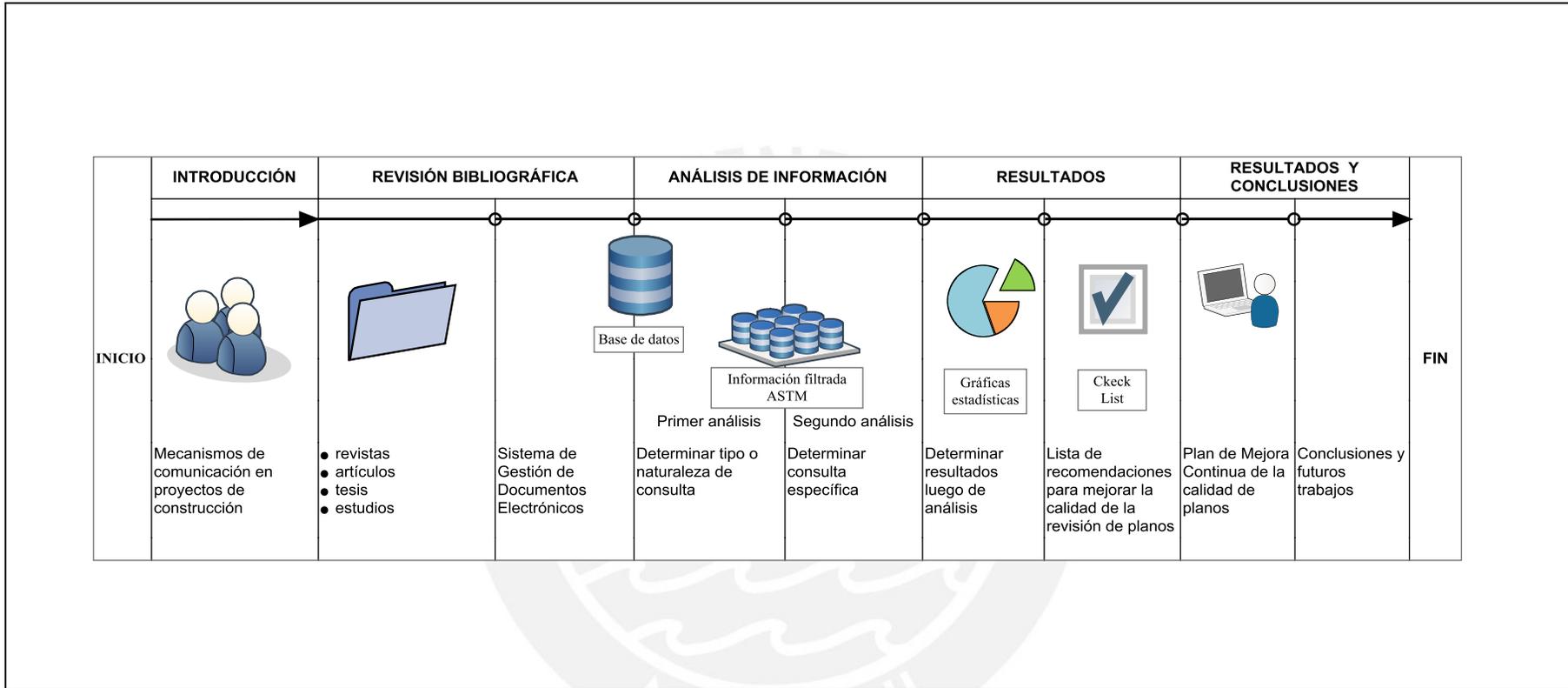
La investigación comienza con la revisión bibliográfica, para ello se revisan artículos, revistas, tesis precedentes y estudios realizados a la industria de la construcción. Estos documentos contienen información relacionada al manejo de las consultas dentro de la etapa de construcción, los problemas que existen en ella y también las formas modernas para su solución o administración.

Inicialmente se revisa información relacionada al mecanismo de comunicación empleados en proyectos de construcción, entre los que se observan los flujos de comunicación entre los involucrados del proyecto, lo conforman el cliente, el contratista y el supervisor. De igual manera, se analiza la propuesta de un manejo de información en proyectos de construcción bajo el uso de una plataforma web de administración de archivos, en este caso se estudiará un sistema de gestión de documentos electrónicos.

En la parte central del desarrollo de la tesis, se exponen los criterios para el análisis de consultas de un grupo edificaciones concluidas. La base de datos a analizar inicialmente se encontraron organizados por elementos y grupos de elementos constructivos de acuerdo a los criterios de sugeridos por la *American Society for Testing Materials (ASTM)*.

Después de realizado el primer análisis se logra clasificar esta información por el tipo o naturaleza de consulta. Seguidamente después de realizar un segundo análisis al total de consulta, se identifica el tipo de consulta específica.

En la parte final se obtiene y exponen los resultados obtenidos luego del análisis. Finalmente se propone un listado de recomendaciones tipo *Check List* para ser utilizado al momento de la revisar de planos de futuros proyectos.



**Figura 1. 2. Diagrama de Metodología de investigación a emplear**

Fuente: Elaboración propia

## 1.5. Alcances y limitaciones

El proyecto de investigación está enfocado en mejorar la comunicación y coordinación entre contratistas y supervisión. La información a utilizar para el análisis fue facilitada por una empresa supervisora, donde se eligió proyectos de construcción de mediana y gran envergadura. La propuesta de investigación observa únicamente aspectos relacionados al manejo de consultas en base a los documentos contractuales de los proyectos y únicamente en la etapa de construcción de la obra, por lo cual se excluyen para el análisis, las demás etapas.

Uno de los resultados de la investigación es conseguir un listado de recomendaciones para mejorar en la calidad de los diseños (planos). Este documento tendrá asociado un porcentaje de recurrencia al tipo de consulta específica por cada elemento constructivo. Sin embargo, la limitación de este documento es que representa el panorama actual de consultas analizadas y por consiguiente necesita ser actualizada en el tiempo.

Por último, la implementación de la propuesta no pretende eliminar ningún otro mecanismo de comunicación que actualmente es empleada en la construcción, por el contrario, trata de establecer un espacio dinámico donde se pueda manejar la información de forma organizada dada la complejidad de los proyectos.

## 1.6. Estructura de la tesis

Esta investigación está organizada en tres grandes partes:

**Parte I:** En la primera parte de la investigación se desarrolla la introducción al tema de investigación.

- **Capítulo 1.** En éste capítulo se describe el contexto de la práctica actual y se definen los problemas observados en el caso de estudio, luego se incluye la aspiración, objetivo y estrategia de investigación, posteriormente se indica la metodología de investigación a emplear; para finalizar se especifica el alcance y las limitaciones de la presente tesis.
- **Capítulo 2.** En el capítulo segundo, se examinan los mecanismos de comunicación y el flujo de información que se produce dentro de un proyecto de construcción. De igual manera se revisan cuáles son los problemas que se presentan para el manejo de la información y la documentación.

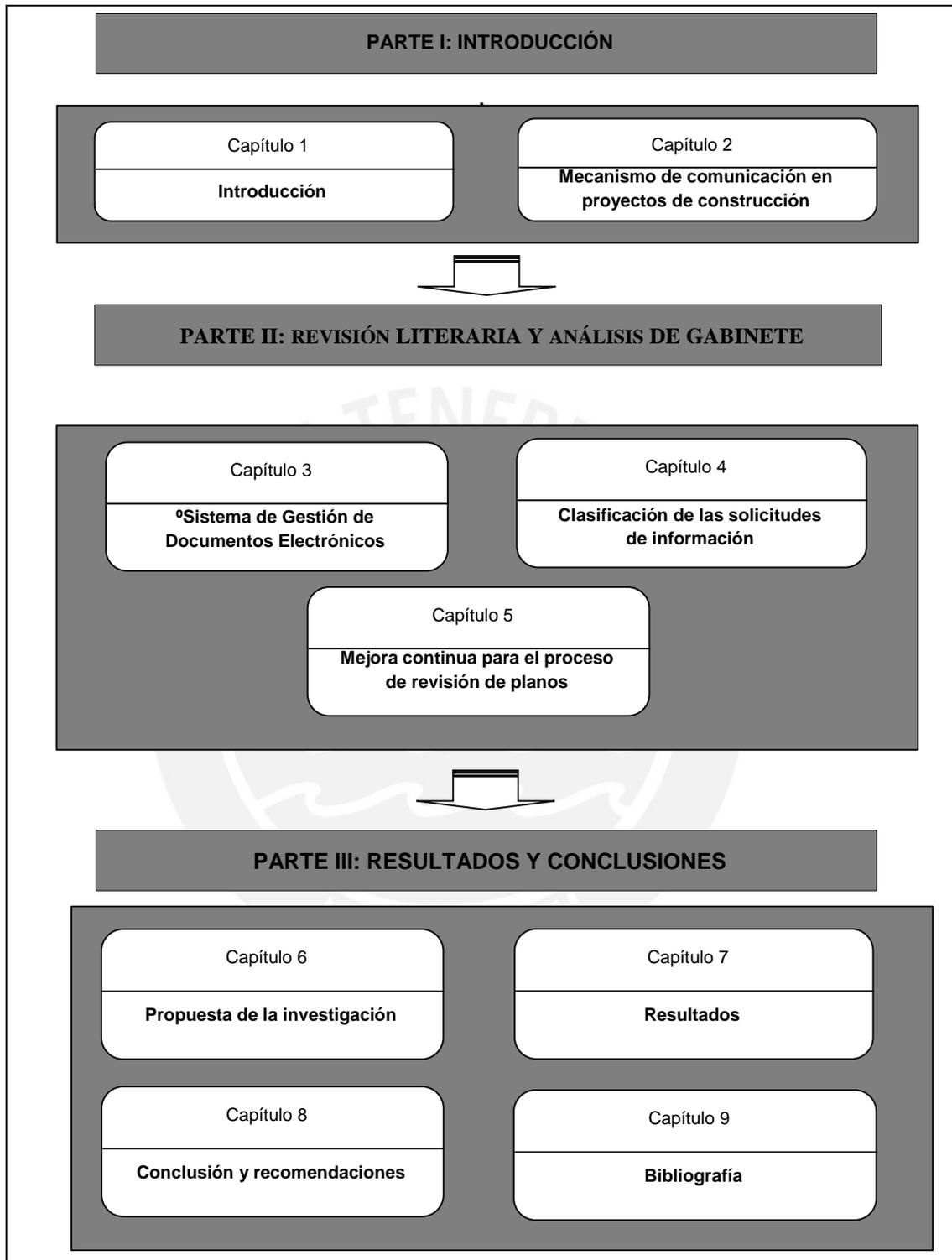
**Parte II:** En la segunda parte se hace referencia a la revisión bibliográfica y análisis de gabinete.

- **Capítulo 3.** En este capítulo, se revisa información relacionada a la evolución de la administración de archivos dentro de la industria de la construcción. Seguidamente se plantea el uso de un *Sistema de Gestión de Documentos Electrónicos* como alternativa a los métodos tradicionales.

- **Capítulo 4.** En el capítulo cuarto, se define el término *Solicitud de Información*. Luego de ello se describen los proyectos que formarán parte de la investigación, de donde se tomarán las consultas para realizar el respectivo análisis. Después de ello se describe la clasificación de elementos según las recomendaciones dadas por la *ASTM*.
- **Capítulo 5.** En éste capítulo, se revisan el concepto de *Mejora Continua*, luego se indica por qué y cómo aplicar este concepto a la mejora de la calidad de planos.

**Parte III:** En la tercera parte se describe el aporte, los resultados y conclusiones sobre la investigación.

- **Capítulo 6.** En éste capítulo, se indica la propuesta de la investigación tanto como la clasificación por el tipo de naturaleza de consulta como, la clasificación específica de consulta y el Check list para mejora continua en la calidad de planos de futuros proyectos.
- **Capítulo 7.** En éste capítulo, se muestran los resultados obtenidos a lo largo de investigación.
- **Capítulo 8.** En este capítulo, se señalan las conclusiones de la investigación y las recomendaciones que plantea el autor.
- **Capítulo 9.** En este capítulo, se indica la bibliografía empleada para el desarrollo de la investigación.



**Figura 1. 3. Diagrama de estructura de la tesis**

Fuente: Elaboración propia

### 1.7. Resumen del capítulo

En el presente capítulo se presenta la introducción y los principales aspectos referentes al tema de investigación a desarrollar. De la misma manera se indica la metodología a utilizar y la estructura de la tesis.



## CAPÍTULO II: MECANISMOS DE COMUNICACIÓN EN LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN

---

“Los flujos de información en la construcción son numerosos, no estructurados y muy complejo. La cantidad de flujo de datos es agotador y requiere de volúmenes de documentación. Es una maravilla, cuánto se han gastado valioso esfuerzo humano, tiempo y recursos en proyectos de construcción importantes para la supervisión, seguimiento y control de flujos de datos” (Nuria.2005:14)

La complejidad y la magnitud de los proyectos de construcción determinarán los volúmenes documentarios que se manejarán diariamente. A medida que el tamaño de información aumenta su administración se torna compleja, existe mucha duplicidad de información, varias versiones del mismo documento o simplemente se cuenta con información en papel que necesita ser digitalizada. El resultado de esto es que se pierde información o simplemente se trabaja con documentos desactualizados (Maqsood, 2006: 35).

Bajo los sistemas tradicionales de la administración de información, se utilizan documentos de forma física, lo que a largo plazo hace que cuente con archivadores cuantiosos de documentos. De igual manera al momento de realizar el cierre del proyecto se hace inmanejable ordenar y validar los documentos que se utilizaron a lo largo del proceso.

Sommerville y Craig (2006: 8) indica que la gestión de la documentación necesita alejarse del formato en papel para acercarse a un proceso de gestión

de la documentación en formato electrónico, para facilitar la administración y manejo del mismo.

En este capítulo se revisarán los flujos de comunicación y problemas que se originan entre los profesionales involucrados en la construcción de edificaciones.

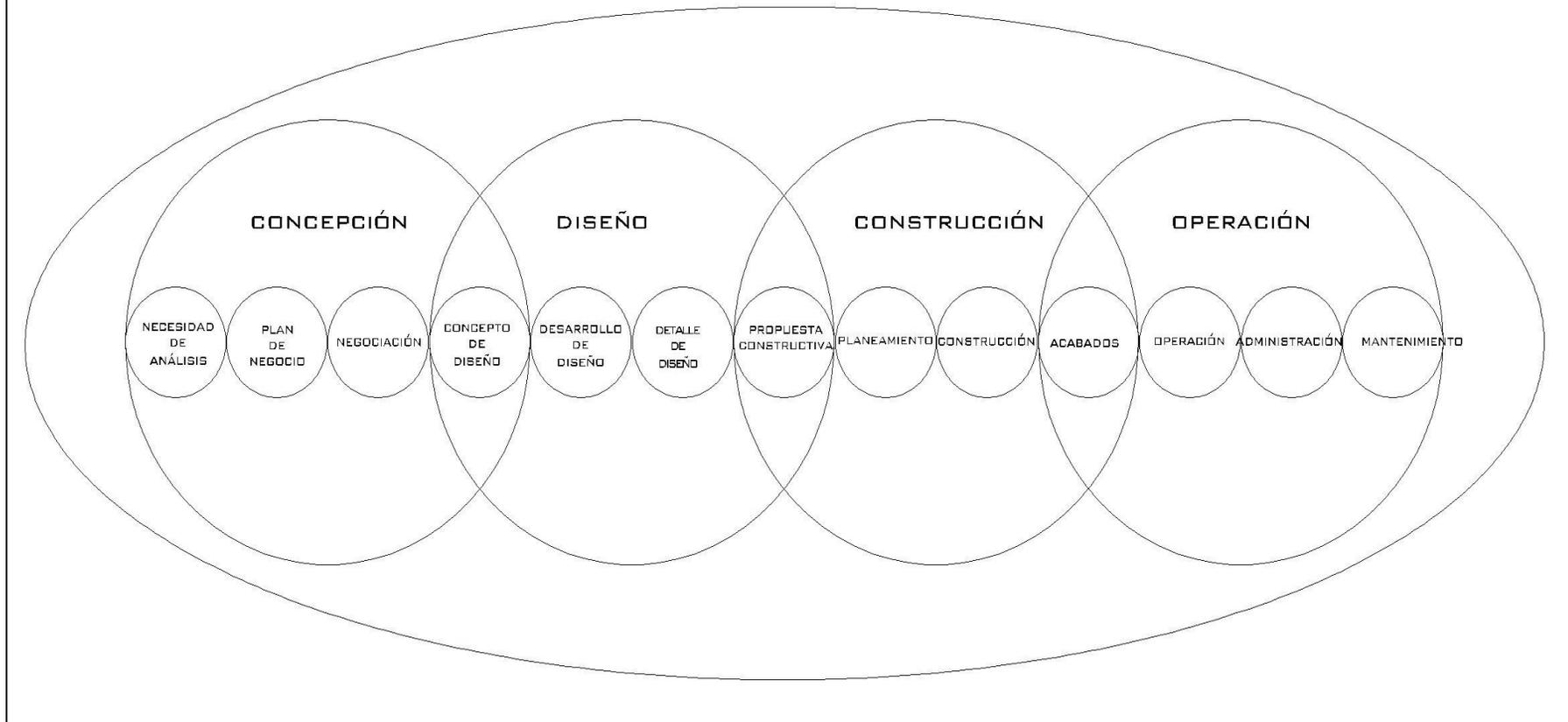
## **2.1. Ciclo de vida de un proyecto de construcción**

Distintos autores y organizaciones proponen diferentes esquemas para representar las etapas de un determinado proyecto. El autor de la investigación en la Figura 2.1 trata de proponer un esquema del ciclo de vida de un proyecto de construcción de acorde a consultas bibliográficas. Este esquema consiste en dividir el proyecto en cuatro etapas, tales como:

- Concepción,
- Diseño,
- Construcción y
- Operación.

Asimismo, dentro de cada una de ellas se indican subetapas que son consecutivas o que también se pueden realizar de forma simultánea, dependiendo de la naturaleza, el tamaño y la urgencia del proyecto (Hendrickson.1998:39).

CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN



**Figura 2. 1. Diagrama de ciclo de vida de proyecto de construcción**

Fuente: Elaboración propia

Bower (citado en Neyra, 2008) señala que el objetivo de dicha secuencialidad dentro de cada una de las etapas debe ser para producir un resultado útil, de tal manera que el propósito de cada etapa permita que la siguiente pueda llevarse a cabo de manera correcta. Del mismo modo indica que la naturaleza, complejidad y rapidez de las actividades y del empleo de los recursos variará a medida que el proyecto se encuentre desarrollándose.

De todo el ciclo de vida del proyecto como se mencionó en 1.5 Alcances y limitaciones la presente investigación se enfocará únicamente en el análisis particular del flujo de información que existe en la etapa de construcción. Esto se hará a través del estudio de las solicitudes de información (consultas) también conocidas por su nombre en inglés como *Request For Information* (RFI).

## **2.2. Flujos de información actuales**

La industria de la construcción se caracteriza por ser una de las industrias con un gran nivel de fragmentación (Pathirage, Amaratunga y Haigh, 2006). Esta fragmentación según Nitithamyong y Skibniewski (2004) se debe al alto número de *stakeholders* (Actores sociales) y fases dentro de cada uno de los proyectos, lo que conlleva a problemas de procesamiento de información y de comunicación. El escenario actual de los proyectos de construcción es cada vez más complejo, dinámico e interactivo, la toma de decisiones entre los ingenieros de campo, oficina técnica y gerentes de proyecto se hacen de forma más acelerada.

Por lo mencionado es importante contar con medios eficientes para intercambiar información, estos a su vez facilitan el proceso de toma de decisiones (Saldías. 2010:11).

Muchos autores (Munday, 1978; Karlen, 1982) indican que los administradores de proyectos de construcción gastan casi la mitad de su tiempo de trabajo en actividades dedicadas exclusivamente a la transmisión de información; es por ello que se deben adoptar formas que permitan trabajos óptimos para su manejo.

El propósito de esta investigación pretende optimizar el intercambio y manejo de información durante la construcción de edificaciones.

### **2.2.1. Flujos de información en el ciclo de vida del proyecto**

Según un estudio realizado por *Intensification of Research in Priority Areas* (IRPA) en el 2006, denominado **Conocimiento del Marco de la Gestión de las Empresas Consultoras de Construcción de Malasia** (*Knowledge Management Framework for the Malaysian Construction Consulting Companies*), se ha elaborado un esquema donde se realiza un mapeo de los procesos de gestión que se generan a lo largo de la vida de un proyecto de construcción, los cuales se pueden observar en la Tabla 2.1.

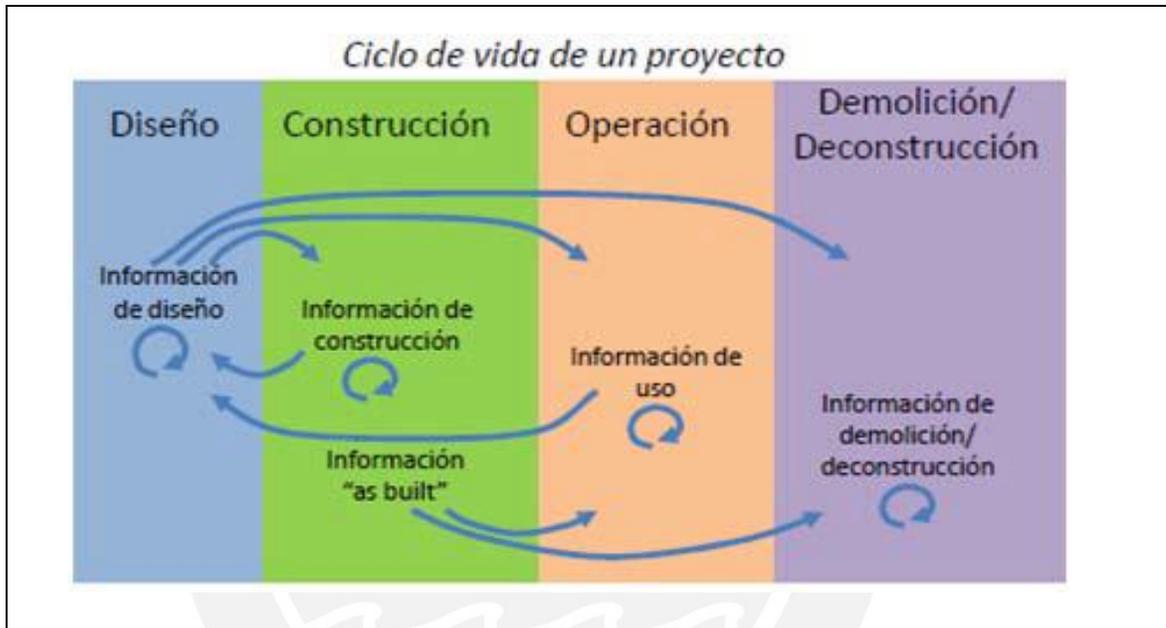
Este estudio tuvo como muestra de análisis a 122 consultoras y a 19 expertos de la industria de la construcción en Malasia. El contenido de dicha tabla pretende organizar los diversos tipos de información que se generan a lo largo del desarrollo del proyecto, los cuales son muy similares a los que podríamos encontrar en cualquier otra empresa de cualquier país. Las diferencias que podrían encontrarse dependerán del grado de especialización, del porcentaje de participación y del nivel implementación de gestión de proyectos de cada una de las empresas que tienen actualmente a cargo un proyecto.

**Tabla 2. 1. Resumen de la gestión de procesos a largo de la vida de un proyecto de construcción**

Etapa	Conceptualización y Planificación	Diseño e Ingeniería	Contratación	Construcción	Puesta en marcha y cierre
<b>Dirección General</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar el plan y estrategia</li> <li>Informe y estudios de factibilidad</li> <li>Visita al terreno</li> <li>Logística</li> <li>Reuniones de iniciación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plan general de la planificación de la construcción.</li> <li>Desarrollar el equipo del proyecto, WBS.</li> <li>Establecer el lugar de trabajo, oficina de campo.</li> <li>Desarrollo de sistema de control de proyectos.</li> <li>Establecer parámetros del diseño.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preparar documentos de licitación</li> <li>Selección de contratista</li> <li>Puja de contratistas</li> <li>Distribución documento contractual a postores (contratistas) seleccionados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reuniones antes de la construcción</li> <li>Control del tráfico</li> <li>Administración del proyecto y de su documentación</li> <li>Cambio de orden y asignación de responsabilidad</li> <li>Reunión del proyecto, resolución de conflictos, informes de proyectos</li> <li>Manejo sindical</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitores de desarrollo y recolección de información</li> <li>Terminaciones finales</li> <li>Dibujos y especificaciones finales</li> <li>Permiso para uso de servicios</li> </ul>
<b>Control de Programación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar objetivos y calendario</li> <li>Desarrollar cronograma master</li> <li>Evaluación de cronograma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitores de diseño de cronograma</li> <li>Programación de hitos</li> <li>Programa de paquetes de licitación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluar la programación de los paquetes de contratación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Avances / plan de control de costos</li> <li>Programa mensual / quincenal</li> <li>Reuniones de avance de proyecto</li> <li>Reportes de avance de proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disposición de correcciones finales</li> <li>Propuesta cronogramas de entrega en operación</li> </ul>
<b>Control de costos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pre- estimación de costos</li> <li>Análisis flujo de caja</li> <li>Presupuesto/ contabilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir el alcance para los paquetes de contratación</li> <li>Análisis del detalle de costos</li> <li>Ingeniería del valor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Costos y análisis de alternativas</li> <li>Método de estimación y pago de presupuesto de diseño</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Control y análisis de pagos en el desarrollo de actividades</li> <li>Asignación y estimación de presupuesto</li> <li>Análisis de costos</li> <li>Reportes de Ingeniería del valor</li> <li>Estados financieros del proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluar el plan de negocios y servicio cuentas de cierre</li> <li>Pagos finales de trabajos</li> <li>Pagos por demora o cambios</li> </ul>
<b>Control de calidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Examinar planos y especificaciones</li> <li>Materiales estándares y criterios de diseño.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Examinar las especificaciones, planos y criterios de diseño</li> <li>Desarrollo de manual de calidad</li> <li>Control de calidad y garantía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación de la propuesta técnica de los postores calificados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Examinar dibujos y especificaciones</li> <li>Prueba de materiales inspección</li> <li>Lugar de inspección</li> <li>Control de calidad de trabajo, informe anomalías y correcciones</li> <li>Revisión de protocolos de calidad</li> <li>Check List</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Check List</li> <li>Manual de operación y mantenimiento</li> <li>Licencias y certificaciones</li> <li>Aseguramiento de la calidad</li> <li>Capacitación para la operación</li> </ul>
<b>Asuntos de seguridad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis de riesgo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis de protección contra incendios</li> <li>Disposición de equipos de seguridad</li> <li>Desarrollo de un plan de seguridad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación de plan de seguridad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Organizar el equipo y plan de seguridad</li> <li>Examen d seguridad de rutina.</li> <li>Reunión de seguridad en el trabajo</li> <li>Verificación de protocolos de Seguridad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevención y reporte de accidentes</li> </ul>
<b>Administración de contratos y materiales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planificación de recursos y mano de obra</li> <li>Relaciones públicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar estrategias de contratación y adquisiciones</li> <li>Reemplazo y selección del material</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollo disposiciones generales o específicas de contrato</li> <li>Firma de contrato de licitación</li> <li>Logística de materiales</li> <li>Administración de contrato</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Notificaciones de finalización</li> <li>Adicionales y deductivos</li> <li>Informes de ejecución del contrato</li> <li>Control de inventario</li> <li>Evaluación contratistas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Liberar retenciones</li> <li>Término de puesta en marcha</li> </ul>

Fuente: *Intensification of Research in Priority Areas* (2006)

Claudio Mourgues (2009) realizó un esquema en donde podemos encontrar en qué etapa se genera la información y donde se reutiliza o vuelve a revisar durante el desarrollo del proyecto<sup>3</sup>. Este esquema se debería tomar en cuenta para tener una idea del impacto que causaría realizar alguna modificación en la información de origen.



**Figura 2. 2. Flujos de información del ciclo de vida de un proyecto de construcción**

Fuente: Mourgues (2009)

Como se observa en la imagen el manejo de información de diseño es aquella que causa mayor impacto en el tiempo.

A manera de resumen podemos citar cuáles son los documentos que son parte de la información más relevante que contiene un proyecto visto desde la clasificación de etapas señaladas en la Figura 2.1.

<sup>3</sup> En este caso C. Morgues clasifica el ciclo de vida del proyecto en Diseño, Construcción y Demolición/Deconstrucción. Anteriormente se había señalado que muchos autores realizan la clasificación de distintas maneras. El concepto Deconstrucción definido por el autor del esquema hace referencia a la reutilización de los materiales de construcción en vez de realizar una demolición en la construcción.

Dentro de la etapa **Concepción**, se desarrolla el plan de trabajo, los informes y estudios de factibilidad, formalizaciones de las reuniones de iniciación y la estimación de costos del proyecto.

En la etapa de **Diseño**, se toma el requerimiento del cliente para generar la división de espacios y formas del proyecto, se adoptan criterios para establecer los parámetros de diseño, se generan los planos del proyecto y la ingeniería de detalle correspondiente.

En la etapa de **Construcción** se desarrolla información referente a la planificación semanal de obra, análisis de costos y un control económico, generación de protocolos y, seguimiento del plan de seguridad.

En la etapa final de **Operación** se transmite información referente a las modificaciones en el proyecto para generar los planos *as built* y los manuales de operación y mantenimiento del proyecto.

### **2.2.2. Flujos de información entre los involucrados del proyecto**

Para Forcada:

Las teorías de gestión de proyectos definen muchos actores diferentes dentro de un proyecto de construcción, por ejemplo, propietario del edificio, Gerente de Diseño y Tecnología, Gerente de Planificación, Asistente Técnico, Contratista, Project Manager, Gerente de abastecimiento, Administrador del sitio, otros subcontratistas de servicios, subcontratista de servicios mecánicos, subcontratista de servicios contra incendios, subcontratista de transporte, subcontratista de servicios eléctricos, etc.. Todos estos roles se pueden unir en sólo tres categorías de actores. Luego cada actor puede desarrollar tantos papeles según sea necesario (2005: 7).

Los tres actores a los que hace referencia Forcada son los siguientes: **el propietario** (Inversor), los **diseñadores** (Arquitectura – Ingeniería) y el **contratista** (constructores).

Saldias (2010) señala que las relaciones y vínculos entre los distintos actores, haciendo referencia a los procesos y flujos de información entre estos, depende del tipo de proyecto y de la estrategia contractual definida por el mandante<sup>4</sup>.

En la Figura 2.3 se indica el esquema del flujo de información que se establece entre los interesados del proyecto, en el esquema, también son considerados actores el *gobierno* encargado de la regulación y reglamentación de la construcción y la *comunidad* es tomada como el reflejo del impacto social o ambiental que produce la ejecución de un proyecto. En algunos casos como en la construcción de carreteras, centrales hidroeléctricas, represas u otras obras de gran envergadura el manejo con la comunidad es un tema delicado.



**Figura 2. 3. Flujos de información entre los involucrados del proyecto de construcción**

Fuente: Mourgues (2009) citado por Saldia (2010)

<sup>4</sup> El termino mandante hace referencia a la persona que confiere poder a otra para la realización de algún acto o negocio. El que otorga un contrato de mandato. En otro términos es el cliente.

Fuente: < <http://www.definicionlegal.com/definicionde/Mandante.htm> >

Dentro de la investigación se ha presentado el momento de la gestión integral de procesos a lo largo de la vida del proyecto de construcción; del mismo modo, los flujos de información y su importancia entre los involucrados del proyecto.

En la tabla 2.2 se muestra el tipo de información que es elaborada dentro de la fase constructiva y hacia quien va dirigida, con la finalidad de tener una noción sobre el tipo de información que se transmite durante la construcción de edificaciones.

**Tabla 2. 2. Gestión de procesos a largo de un proyecto de construcción**

Productor de la información	Fase del proyecto	Tipo de información	Usuario de la información
<b>Cliente</b>	Concepción	Brief	Arquitecto
<b>Arquitecto</b>	Factibilidad	Reportes	Cliente
	Diseño	Esquemas, Planos	Cliente, aparejador, ingeniero, contratista
	Construcción	Revisión de planos	
	Operación	Planos As-built	Cliente
<b>Ingeniero</b>	Diseño	Esquemas, Planos	Arquitecto, aparejador, contratista
	Construcción	Revisión de planos	
	Operación	Mantenimiento	Cliente / Usuarios finales
<b>Aparejador<sup>5</sup></b>	Diseño	Estimación de costos	Arquitecto , cliente
	Construcción	Control de costos	Arquitecto, cliente,
<b>Contratista</b>	Construcción	Informes de avance. Reclamos contractuales	Arquitecto, aparejador, cliente
	Operación	Mantenimiento	Arquitecto, cliente
<b>Proveedores de material</b>	Construcción	Reportes de administración de materiales	Contratista

Fuente: *Construction Project Administration: In practice Kwakye (1997)*

Los términos de *arquitecto e ingeniero* en la tabla, se refieren a grupos profesionales, mas no a una sola persona.

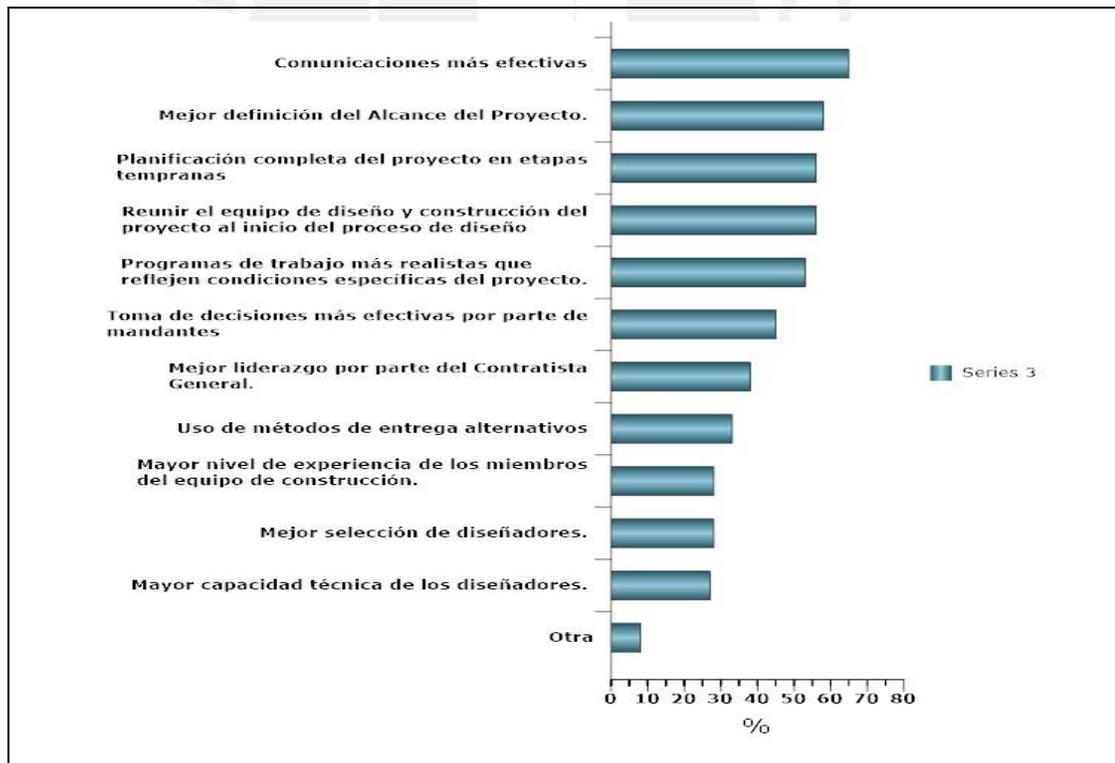
<sup>5</sup> El término Aparejador hace referencia a un profesional que trabaja en el sector de la construcción y que se encarga de los costos de construcción y contratos. < [http://en.wikipedia.org/wiki/Quantity\\_surveyor](http://en.wikipedia.org/wiki/Quantity_surveyor)>. Esta terminología en nuestro medio es equivalente a Ingenieros de costos.

### 2.3. Problemas de comunicación y documentación

Se ha observado que los dos principales problemas para conseguir proyectos exitosos de construcción son el manejo de la comunicación y la administración de los documentos.

- Problemas de comunicación:

Dentro de una encuesta elaborada por CMAA (Asociación Americana de la gestión de la construcción) en asociación con el FMI<sup>6</sup>, se consultó cuáles son los cambios que contribuirían más significativamente a la mejora de la calidad del proceso de ejecución del proyecto, la mayoría de los ingenieros y arquitectos coincidieron en señalar que la comunicación es un factor clave para concretar los objetivos del proyecto



**Figura 2. 4. Factores importantes para lograr los objetivos en el proyecto**

Fuente: FMI / ACMA Quinta Encuesta Anual de Propietario

<sup>6</sup> La encuesta es elaborada por la Asociación Americana de Gestión de la Construcción (CMAA) en asociación con el FMI Fondo Monetario Internacional relacionadas a las tendencias en la construcción desde la perspectiva del propietario del proyecto.

Debido a este problema es necesario emplear mecanismos para la mejora en la transferencia de información.

- Problemas de Documentación:

Los cambios recurrentes que se producen en un proyecto hacen que los documentos que se manejan entre los miembros del equipo de trabajo se desactualicen con facilidad.

Otro de los problemas es la inadecuada interpretación de planos. Ya sea por falta de experiencia por parte del profesional responsable o porque los planos no cuentan con la información clara generarán errores constructivos y en consecuencia re trabajos.

#### **2.4. Resumen del capítulo**

En el presente capítulo se ha revisado los usos, tipos y problemas relacionados al manejo de la información durante la construcción de edificaciones.

## PARTE 2: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### **CAPITULO III: SISTEMA DE GESTIÓN DE DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS (SGDE)**

---

“El objetivo de la gestión documental es compartir información haciendo documentos seguros, accesibles, recuperables e intercambiables. La solución a esta situación son los sistemas de gestión de documentos electrónicos” (Nuria.2005:52)

En la actualidad hacer uso de internet de forma masiva, desde cualquier dispositivo, y en cualquier momento y lugar a viabilizado la gestión de la documentación dentro de las diferentes industrias. Actualmente se maneja una mayor cantidad de documentos electrónicos que son fáciles de acceder, almacenar y enviar. En estos tiempos uno de los deseos de los gerentes de proyectos es minimizar el uso de documentación física que a la larga trae problemas.

El siguiente capítulo tratará sobre el uso y los beneficios del manejo de archivos a través de sistemas web. Este tema es abordado en base a las experiencias de su implementación en otros países donde se han obtenido buenos resultados.

### 3.1. Evolución de la administración de archivos

La manera como son manejados los documentos dentro de la industria de la construcción no ha cambiado de forma considerable durante los últimos años, lo que sí ha sufrido modificaciones importantes es la forma de administrar la información, esto a partir de aproximadamente mediados del siglo XX. Entre los cambios importantes se ha mejorado la producción, copia, manejo y distribución de archivos para beneficio de los involucrados del proyecto.

A continuación se hará un resumen de los principales hitos tecnológicos que ha cambiado el manejo de la documentación.

El primer cambio importante se dio en los años 60 cuando se introdujo el uso de la fotocopia, con el cual se redujo el costo para duplicar la información. El segundo cambio se dio durante los años 80 en donde se comenzaba a difundir el uso de las computadoras personales. Empresas de diseño importantes hacían uso de programas CAD para la generación de dibujos, de igual manera para la producción de documentos se comenzó a hacer uso de software de procesamiento de textos y hoja de cálculo. El intercambio de información todavía se realizaba con copias en papel y enviadas por correo o mediante servicio de mensajería. En el mejor de los casos se hacía uso de disquetes para el intercambio de información, pero ello aún no era muy difundido.

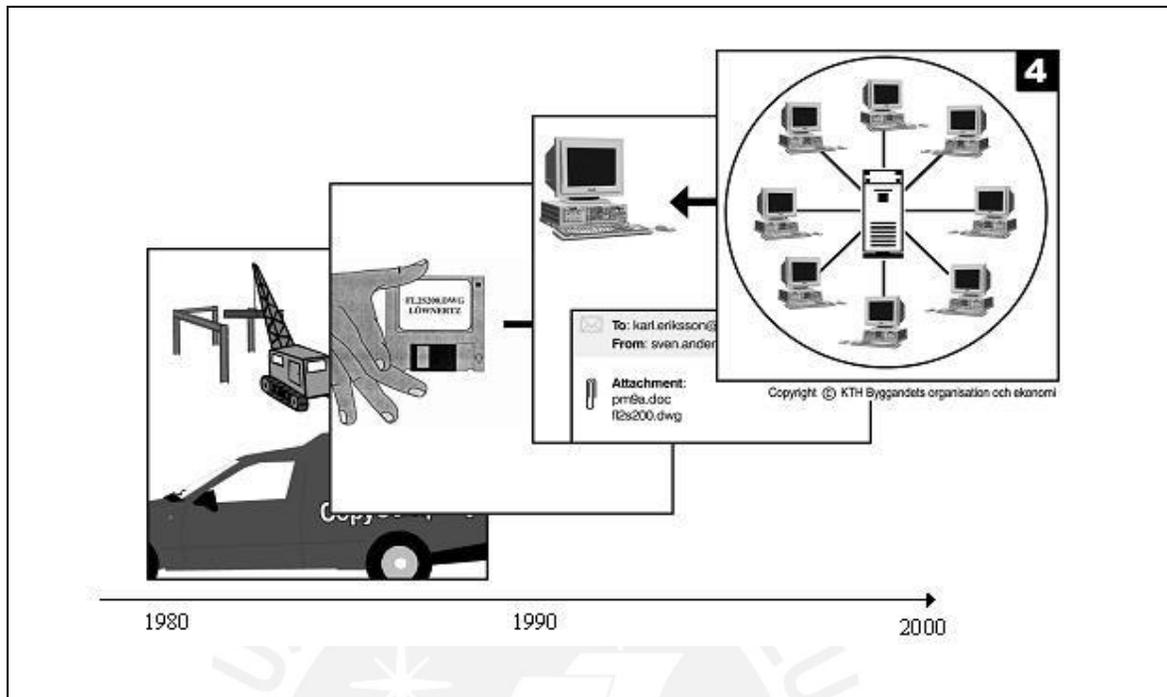
Entre otro de los métodos de transferencia más populares tenemos *el Fax*, que se difundió rápidamente durante los años 80. El fax permitió manejar cambios rápidos de documentos y las transferencias de gráficos en pequeña escala. La limitación del Fax, era que no se podía compartir ni documentos ni planos externos. Entre los años finales de los 80 y principios de los 90, se empezó a emplear conexiones en red entre las computadoras para crear sistemas de gestión de documentos, sin embargo su uso no fue tan extendido y solo se implementó en proyectos piloto.

A partir de 1995 con el uso generalizado de Internet la gestión de documentos ha sufrido cambios considerables. En un primer momento se compartieron versiones electrónicas de los documentos vía correo electrónico entre los miembros del proyecto, ello fue un gran avance, pero no se habían explorado otras posibilidades con el uso del Internet.

Actualmente, en el mercado de la construcción se está empleando los llamados *Sistema Gestión de Documentos Electrónicas (SGDE)*, aquí los documentos se almacenan de forma centralizada en un servidor y los usuarios interactúan con el mismo a través de interfaces web donde se puede visualizar las etapas y procesos requeridos por proyecto. A este tipo de sistemas, algunos autores lo denominan sistema de gestión documental, extranet, proyecto web, banco de proyectos, sitio web específico del proyecto, sistema de gestión de información de proyectos o proyecto virtual. Las denominaciones son distintas pero la finalidad del sistema son muy similares (Björk 2002).

El sistema puede emplearse en un primer momento sólo para constituir un repositorio de información donde los interesados de proyecto pueden subir, visualizar o descargar documentos. En un caso más especializado se puede constituir una plataforma compleja donde se puede observar la administración de la información de los distintos departamentos de una empresa, observar controles económicos, contar con secciones especializado para el manejo de solicitudes de información (SI) y no conformidades (NC), entre otras posibilidades.

A continuación en la Figura 3.1 se esquematiza en una línea de tiempo la evolución de la administración de archivos.



**Figura 3. 1. La evolución de los métodos de gestión de documentos de construcción en las últimas décadas**

Fuente: Hjelt; Björk (2006)

### **3.2. ¿Qué es un Sistema de Gestión de Documentos Electrónicos (SGDE)?**

Es una tipo de tecnología de información (TI) que es utilizado para la administración de documentos electrónicos. Un SGDE es software web que permite a los usuarios almacenar, acceder y modificar documentos, dibujos, comunicaciones, entre otros tipos de información de forma rápida y fácil. Asimismo, es una plataforma de fácil acceso para compartir información importante del proyecto con otros profesionales de la misma empresa, clientes u otros participantes del proyecto.

El sistema SGDE, dependiendo del uso que se le puede dar puede ser denominado intranet (uso para colaboradores internos de una empresa) o extranet (uso para colaboradores externos de una empresa).

### 3.3. El SGDE frente al sistema de documentos tradicional

La administración documental tradicional es conocida también como una gestión pasiva de archivos porque cuando los usuarios terminan de hacer uso de los archivos, éstos tienden a ser almacenados. La información al término de cada proyecto es guardada en folios y durante el desarrollo del proyecto no existe ningún valor agregado en los procesos de solicitud ni en la recepción de documentos. Del mismo modo es complicado recuperar o acceder a archivos específicos en algún otro momento.

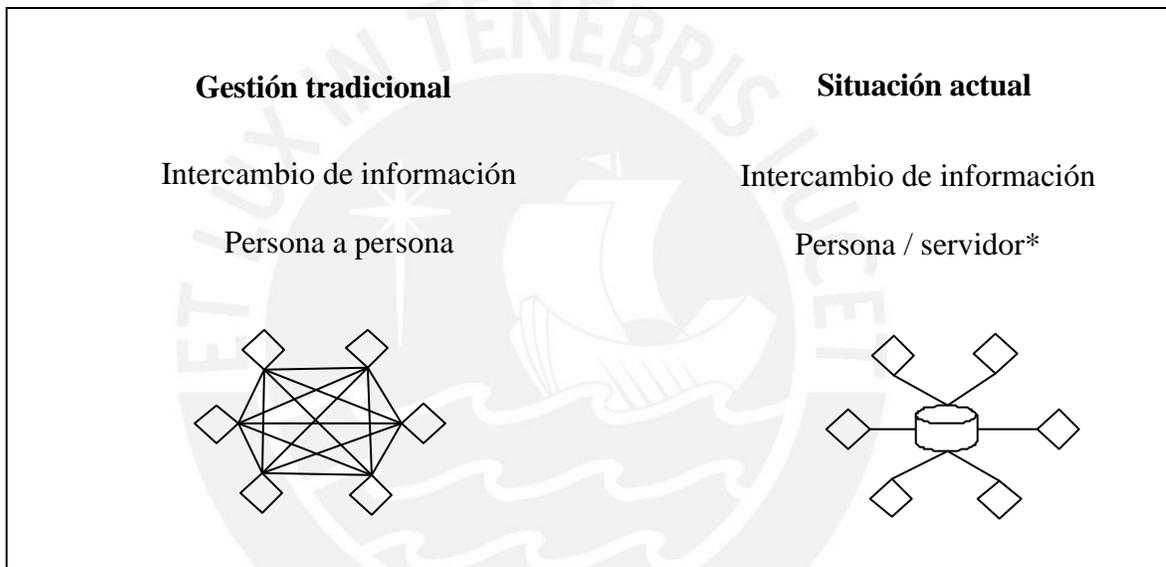
Otro de los problemas de la gestión documental tradicional es que están basados en el uso del papel, con lo cual la posible pérdida, fragmentación y disponibilidad de la información empeoran. Por otro lado, compartir documentos vía correo electrónico incrementan los problemas de seguridad, control, seguimiento y recuperación de archivos.

En cambio, los Sistemas de Gestión de Documentos Electrónicos **SGDE** ofrecen mejoras para el manejo de los problemas con los que se contaba bajo los sistemas tradicionales. Entre estas mejoras podemos mencionar:

- La creación, manejo y distribución de documentos se realiza enteramente de manera digital. Esto mediante el uso de computadoras conectadas en red o a internet.
- El uso de documentos por este medio electrónico es rastreable, por ende puede ser utilizado para futuras mediciones y análisis para mejorar los procesos dentro de las empresas.
- Se cuenta con una gran base de datos de información correspondiente a proyectos desarrollados, los cuales pueden ser reutilizados para producir estudios u otros.

Según Forcada (2005) el objetivo de la gestión documental es compartir información haciendo documentos seguros, accesibles, recuperables e intercambiables.

Como se ha indicado anteriormente los documentos en si no han sufrido modificaciones considerables, lo que sí ha sufrido variaciones es su administración. La Figura 3.2 resume el manejo de cómo se comparte la información entre los profesionales que son parte de un proyecto desde la perspectiva tradicional y la situación actual.



**Figura 3. 2 .Administración de documentos, perspectiva tradicional y actual.**

Fuente: Forcada (2005)

\*El servidor puede ser un dispositivo físico o un servidor web denominado nube informática.

A continuación se indicarán cuáles son las ventajas y limitaciones de la implementación y uso de un Sistema de Gestión de Documentos Electrónicos. SGDE. Para esta parte de la investigación se ha revisado investigaciones y encuestas elaboradas dentro de la industria de la construcción en otros países. Esto porque el uso de este tipo de sistemas es relativamente nuevo en nuestro medio, y además porque no se ha registrado alguna investigación relacionada con el manejo de este tipo de software dentro del mercado peruano.

### 3.4. Ventajas del uso de SGDE

Dentro de las principales ventajas de la implementación de SGDE tenemos:

- Mejora la coordinación entre los involucrados del proyecto. Se hace uso de un espacio virtual donde se encuentra la información de uso compartido de forma simple.
- Facilita el manejo y transferencia de documentos. Se cuenta con un medio seguro en el cual a diferencia del *e-mail* puede clasificar la información que se envía y recibe. El tamaño de los archivos no es una limitante porque se puede compartir la ubicación del archivo dentro del servidor<sup>7</sup>. Otra ventaja es que se facilita el manejo de documentos, cuando se sube el archivo electrónico al sitio web inmediatamente éste está disponible para su consulta; descarga e impresión.
- Reduce los riesgos y el potencial de errores. La información más reciente está siempre disponible tan pronto como se publica, minimizando el riesgo de trabajar sobre la información antigua.
- Reduce los costos, tiempo y espacio. Los costos de impresión y envío de información por correo se reducen considerablemente, asimismo se reducen los espacios y la administración y almacenamiento de archivos.
- Mejora el control del proyecto, el software puede clasificar a los usuarios mediante perfiles diferentes, esto hace que se puedan tomar acciones de auditoría o de control de diferentes aspectos del proyecto.
- Reduce el tiempo de respuesta para solicitudes de información (SI), no conformidades (NC) y control de cambios (CC). Según Forcada (2005) esto podría tener un impacto directo sobre la duración del proyecto: con menos demoras y tiempos de respuesta más rápidos, se puede acortar el ciclo de vida de un proyecto.

---

<sup>7</sup>Se puede adjuntar un URL temporal o hacerlo de otra manera, las posibilidades son distintas ello dependerá de cómo se haya diseñado o como lo realice el software por defecto.

- Mejora la conectividad entre departamentos dentro de una empresa. Potencia la interoperabilidad<sup>8</sup>, puesto que dentro del sistema se puede contar con pequeñas aplicaciones para cada área de la empresa. Ejemplo de ello es reportes de contables u otros y que esta información será reutilizable o revisada por otra área de interés.
- Reduce el costo del uso de software, en la plataforma se puede contar con lectores de texto, procesadores de hojas de cálculo, visores de documentos CAD, etc. El pago de licencias por el uso de software ya no es necesario.

El conocido autor Hsu indica:

La mejora más beneficiosa que se alcanza con la gestión de documentos electrónicos es una comunicación más fluida entre miembros del proyecto. La coordinación entre el contratista y el equipo de diseño puede convertirse a menudo una pérdida de horas hombre, es aquí donde se debería evaluar el uso de este tipo de sistema para encontrar una solución (2006:14).

En resumen, se cuenta con varios beneficios para optar por migrar del sistema tradicional de administración de archivos al sistema moderno. En algunas organizaciones se está manejando una administración dual de archivos; eso quiere decir que manejan archivos electrónicos y en papel. En un futuro se piensa que únicamente se tendrán archivos digitales.

### **3.5. Limitaciones del uso de SGDE**

Una de las principales limitaciones que se indican dentro de los estudios relacionados al uso de Sistemas de Gestión de Documentos Electrónicos está en relación a los factores de uso del sistema.

---

<sup>8</sup>Se define como interoperabilidad a la habilidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y utilizar la información intercambiada. Fuente:  
<<http://es.wikipedia.org/wiki/Interoperabilidad>>

Según un estudio empírico realizado por Hjelt and Björk (2006) señala que los contratistas y subcontratistas son los más escépticos frente a los beneficios que ofrece el uso de SGDE. También señala que existe una resistencia al cambio con respecto al empleo de este tipo de gestión de documentos y que existe una “resistencia mental” dentro de cada uno de los grupos de usuarios.

Por otro lado podemos encontrar otras limitaciones que se originan durante la implementación y uso del sistema. A continuación se listarán algunas de ellas:

- El ancho de banda necesario para la transmisión de información si se desea manejar muchos proyectos en paralelo deberá contar con una velocidad de transmisión superior al promedio comercial para efectos de subida y/o descarga de información.
- La demanda de tiempo para digitalizar información de documentos en papel. Por ejemplo la firma de la conformidad de protocolos en obra.
- La familiarización de los colaboradores con el uso de nuevas tecnologías exige programas de capacitación donde se explique el funcionamiento y los beneficios que se obtienen al utilizar este tipo de sistemas.
- La poca confianza con respecto al uso de este tipo de tecnologías.
- Los usuarios que no se encuentran relacionados con el manejo de sistemas similares prefieren hacer uso de opciones tradicionales de envío y recepción de información. La finalidad de migrar a este tipo de trabajo es contar con la totalidad de archivos en formato electrónico, los cuales pueden ser editados, descargados u otros de acuerdo a los privilegios otorgados por cada perfil de usuario.

Muchas de estas limitaciones técnicas son factibles de solucionar únicamente invirtiendo en infraestructura para el sistema. Existen muchos proveedores de internet con paquetes accesibles y de costos módicos para tales fines.

Se debe indicar que el costo para la implementación de este tipo de sistema varía de acuerdo a las funciones que puedan llevar a cabo con el mismo. Es muy diferente tener un portal web en el cual se gestionen únicamente las consultas realizadas en la etapa de construcción del proyecto, a tener un sistema en el cual se pueda controlar todos los procedimientos de cada una de las fases de los proyecto de construcción. En ambos casos, los mayores costos se dan en la compra, construcción del software, y mantenimiento. Pero estos costos son menores en comparación a los beneficios con los que aporta.

### **3.6. Resumen del capítulo**

En el presente capítulo se desarrolló aspectos relacionados al desarrollo de la administración de archivos dentro la industria de la construcción, donde se muestra cómo ha sido su evolución durante las últimas décadas. Luego de ello se expone el uso de Sistemas de Gestión de Documentos Electrónicos, sus ventajas y limitaciones para su aplicación en proyectos de construcción.

## CAPITULO IV: CLASIFICACIÓN DE LAS SOLICITUDES DE INFORMACIÓN

---

“El objetivo de las solicitudes de información es facilitar la comunicación entre el equipo de diseño y el equipo de construcción, para llegar a una oportuna resolución de los conflictos y errores, y para que la construcción sea completada en conformidad con los documentos de construcción aprobados y del cronograma.”

*Andrews William*  
*RFI recommendations*  
*Modern Steel Construction , october2005, p 3*

En el presente capítulo seguirá el siguiente desarrollo:

- Revisión de conceptos básicos sobre qué es y para qué sirven las solicitudes de información.
- Revisión de la dinámica para el manejo de solicitudes de información dentro de la etapa de construcción de edificaciones.
- Revisión de un formato para establecer una jerarquía de elementos de construcción.

### 4.1. Solicitud de Información

En la etapa de construcción se manejan diversos tipos de información, como planos y especificaciones técnicas.

Idealmente estos documentos deben encontrarse completos, claros, ordenados, sin ambigüedades y listos para ser utilizados en obra. Sin embargo, no siempre ocurre por ello se generan consultas que van dirigidos a los profesionales responsables de estos documentos. A este tipo de aclaraciones se les

denominan Solicitudes de Información (SI) o también son llamados *Request For Information*<sup>9</sup> (RFI) por su nombre en inglés.

El objetivo principal de las solicitudes de información es resolver deficiencias, interferencias<sup>10</sup> e incompatibilidades<sup>11</sup> encontradas en los documentos contractuales durante los procesos de licitación o construcción. Andrews (2005) Se ha identificado una lista de circunstancias donde pueden generarse **Solicitudes de Información RFI's**:

- Cuando la información contenida en los planos de diseño o especificaciones parece incompleta.
- Cuando el fabricante o el constructor no comprende los planos de diseño o las especificaciones.
- Cuando parece que hay discrepancias en los planos de diseño o especificaciones. Puede existir información contradictoria entre los planes y detalles, o entre los planos y las especificaciones técnicas mencionadas.
- Dependiendo de la naturaleza de la petición, se podría interpretar como una solicitud de sustitución y podría estar sujeto a otra disposición de los documentos del contrato.
- Cuando el fabricante o montajista solicita permiso para revisar los detalles para facilitar la fabricación o el montaje, dependiendo de la naturaleza de la petición, esto podría ser interpretado como una solicitud de cambio.
- Cuando el fabricante o el constructor busca verificar el método aprobado para la corrección de errores de fabricación o montaje. Cuando se envía un RFI para la resolución de un error del fabricante o constructor, hay

---

<sup>9</sup>*American Institute Of Steel Construction* define RFI, como: una solicitud escrita de información o aclaración generado durante la fase de construcción del proyecto

<sup>10</sup> Interferencia: hace referencia a la superposición de información proveniente a dos o más disciplinas distintas. Por ejemplo, tuberías de instalaciones sanitarias con proyección de placa de concreto

<sup>11</sup> Incompatibilidad: hace referencia a información discordante entre una y otra especialidad. Por ejemplo las diferencia entre las dimensiones de columna entre especialidades de arquitectura e ingeniería.

que reconocer que puede haber costos adicionales de diseño u otros costos.

- Si el constructor encuentra un método apropiado para resolver los conflictos de campo o de cuestiones de Constructabilidad<sup>12</sup>.
- Cuando el fabricante o el constructor busca aclarar algunos tipos de acabados que difieren de las condiciones indicadas en los planos de diseño o las especificaciones existentes.
- Para confirmar la comprensión verbal previa entre el arquitecto, el ingeniero, el fabricante o constructor relacionado con cualquiera de los anteriores.

En líneas generales estas circunstancias propician al uso de Solicitudes de Información.

#### 4.2. Dinámica del manejo de Solicitud de Información

Diariamente durante la construcción de edificaciones los ingenieros que se encargan de la construcción del proyecto realizan diferentes consultas. Las consultas que se realizan durante el proceso de construcción se pueden realizar por diferentes medios de comunicación, en el caso de esta investigación se tomará un modelo que emplea un aplicativo web para realizar dicho proceso.

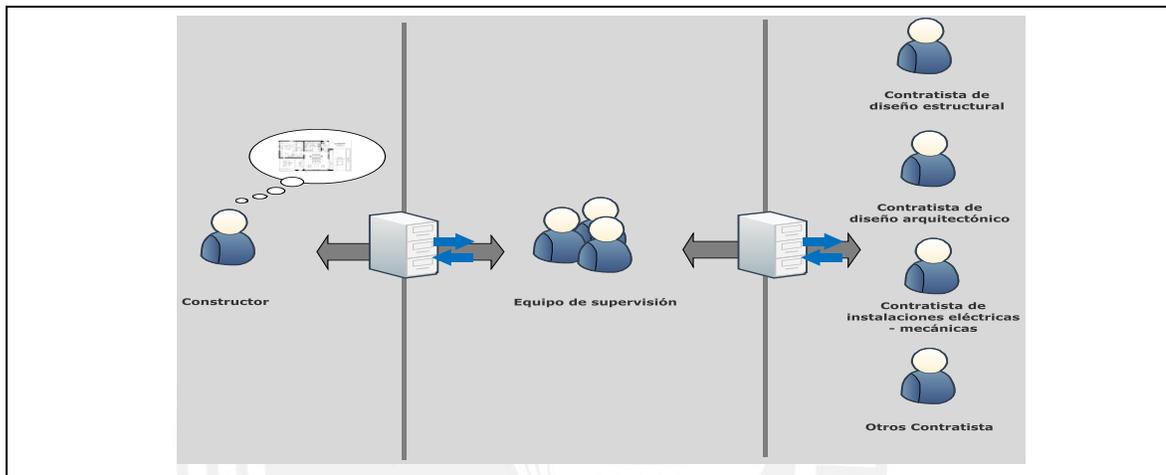
El ciclo que se sigue para la generación y solución de consultas es la siguiente: un primer grupo de profesionales genera la consulta, éstos son los *constructores* o contratistas de construcción.

La información requerida es enviada a la supervisión del proyecto por medio del aplicativo web para obtener una respuesta. Los encargados de dar solución a la consulta son un grupo de *supervisores* a cargo del proyecto.

---

<sup>12</sup>Constructabilidad: “El uso óptimo del conocimiento y experiencia de construcción en la planificación, en el diseño, en las adquisiciones y en el manejo de las operaciones de construcción” *Construction Industry Institute* (1986) citado por Orihuela (2003).

En caso que las consultas sean muy específicas éstas serán trasladadas a los profesionales encargados del diseño del proyecto (*contratistas de diseño*). Una vez se cuente con la respuesta a la consulta se enviará por medio del mismo mecanismo web. Este proceso se realizará tantas veces sea necesario hasta llegar a un solución respecto a las solicitudes de información (RFI). En la figura 4.1 se grafica el esquema anteriormente mencionado.



**Figura 4. 1. Dinámica del manejo de Solicitud de Información**

Fuente: Elaboración propia

### 4.3. Muestra a emplear para el análisis

Los muestra empleada para esta investigación suma un total de 3500 **Solicitudes de Información** aproximadamente, de un total de 9 proyectos de construcción ya finalizados. Esta información fue recabada y suministrada por una empresa supervisora para fines de la presente investigación.

La base de datos se ha procesado de forma manual debido a la cantidad de información contenida en cada uno de los RFI's. A continuación, se adjuntan las fichas que describen cada uno de los nueve proyectos que fueron tomados como muestra.

**Tabla 4. 1. Ficha del proyecto A**

<b>DATOS GENERALES</b>	
Tipo de proyecto:	Edificio de oficinas
Ubicación:	Surco - Lima
Área total techada:	107,414.14 m <sup>2</sup>
Año de realización del Proyecto:	2012

Fuente: Empresa colaboradora

**Tabla 4. 2. Ficha del proyecto B**

<b>DATOS GENERALES</b>	
Tipo de proyecto:	Rentail / Centro comercial
Ubicación:	Surquillo- Lima
Área total techada:	126,736.86 m <sup>2</sup>
Año de realización del Proyecto:	2009-2010

Fuente: Empresa colaboradora

**Tabla 4. 3. Ficha del proyecto C**

<b>DATOS GENERALES</b>	
Tipo de proyecto:	Rentail / Centro comercial
Ubicación:	San Borja- Lima
Área total techada:	162,500 m <sup>2</sup>
Año de realización del Proyecto:	2011-2013

Fuente: Empresa colaboradora

**Tabla 4. 4. Ficha del proyecto D**

<b>DATOS GENERALES</b>	
Tipo de proyecto:	Oficinas Prime
Ubicación:	San Isidro - Lima
Área total techada:	63,000.00 m <sup>2</sup>
Año de realización del Proyecto:	2011-2013

Fuente: Empresa colaboradora

**Tabla 4. 5. Ficha del proyecto E**

<b>DATOS GENERALES</b>	
Tipo de proyecto:	Rentail / Centro comercial
Ubicación:	Lambramani - Arequipa
Área total techada:	65,516.18 m <sup>2</sup>
Año de realización del Proyecto:	2010

Fuente: Empresa colaboradora

**Tabla 4. 6. Ficha del proyecto F**

<b>DATOS GENERALES</b>	
Tipo de proyecto:	Supermercado Stand Alone
Ubicación:	Dentro del C.C. Jockey Plaza – Surco - Lima
Área total techada:	60,050.00 m <sup>2</sup>
Año de realización del Proyecto:	2010-2011

Fuente: Empresa colaboradora

**Tabla 4. 7. Ficha del proyecto G**

<b>DATOS GENERALES</b>	
Tipo de proyecto:	Supermercado Stand Alone
Ubicación:	Av. La Fontana - Lima
Área total techada:	7,400.00 m <sup>2</sup>
Año de realización del Proyecto:	2010

Fuente: Empresa colaboradora

**Tabla 4. 8. Ficha del proyecto H**

DATOS GENERALES	
Tipo de proyecto:	Oficinas
Ubicación:	Av. Guardia Civil - Lima
Área total techada:	5,670.00 m <sup>2</sup>
Año de realización del Proyecto:	2011

Fuente: Empresa colaboradora

**Tabla 4. 9. Ficha del proyecto I**

DATOS GENERALES	
Tipo de proyecto:	Supermercado Stand Alone
Ubicación:	Lima
Área total techada:	2, 400.00 m <sup>2</sup>
Año de realización del Proyecto:	2012

Fuente: Empresa colaboradora

Como se puede observar se ha considerado para el análisis, tres tipos de proyectos tales como oficinas, centros comerciales y supermercados, se han tomado estos proyectos dada la magnitud e importancia de los mismos.

#### **4.4. Clasificación de elementos de construcción**

Anteriormente se ha planteado que unos de los problemas para generar una Solicitud de Información (RFI) es que no se cuenta con un estándar jerárquico para organizar los elementos constructivos al momento de realizar solicitudes de información (SI). Si bien en nuestro entorno se cuenta con la **Norma Técnica, Metrados para Obras de Edificaciones y Habilitaciones Urbanas**, ésta no ofrece una clasificación en la cual podamos observar grupos de elementos por etapas constructivas. La clasificación de la norma separa a las especialidades como si estas se dieran de forma independiente.

En la realidad vemos que esto es diferente; es por ello que existe la necesidad de adaptar un tipo de clasificación donde su estructura esté en función a las etapas constructivas del proyecto.

Los beneficios que se obtienen a partir de optar por el uso de una clasificación de elementos para generar consultas son principalmente dos.

- La primera, es lograr determinar sobre qué elemento y la etapa constructiva se realiza la consulta.
- La segunda, es contar con una estructura ordenada para almacenar información relevante de la consulta.

La finalidad de almacenar información, es para contar con una base de datos, de donde posteriormente se pueda generar conocimiento útil para futuros proyectos.

En el caso de la base de datos de Solicitudes de Información analizadas cuentan con una clasificación particular, la cual es una opción frente a las distintas que se encuentran en la literatura. La investigación ha optado por continuar con dicha clasificación pero realizando algunas modificaciones al mismo. A continuación se describirá en qué consiste y cómo está estructurada esta clasificación.

#### **4.4.1. Clasificación de elementos de construcción**

La clasificación que se planteará a continuación está en base a una estructura denominada *UNIFORMAT II*, de la cual se ha realizado algunas adaptaciones para su uso comercial realizadas por la empresa suministradora de la información.

El UNIFORMAT II es un formato de clasificación de elementos y trabajos de sitio propuesto por la ASTM<sup>13</sup> el cual actualmente es utilizado como base de clasificación en diferentes proyectos y softwares. Esta clasificación es el producto de realizar varios estudios a proyectos de edificaciones, de los cuales se logró constituir un orden de elementos y grupos de elementos.

#### **4.4.2. Categorías y componentes en base al UNIFORMAT II**

La agrupación de elementos dentro del UNIFORMAT II se organiza en tres grandes niveles.

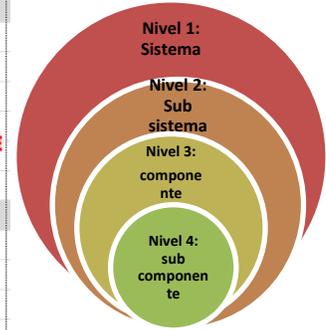
- El nivel 1, es el correspondiente al grupo principal de elementos o sistema de elementos.
- El nivel 2, le corresponde al grupo de elementos o subsistemas de elementos.
- El nivel 3, son los elementos individuales o componentes.

Del mismo modo la ASTM sugiere un cuarto nivel para organizar a los subcomponentes, la finalidad de este último grupo es eliminar la incertidumbre de no saber dónde incluir uno u otro elemento en particular. En la Figura 4.2 se muestra un extracto del orden jerárquico de los elementos donde se indican los niveles anteriormente mencionados y su relación.

---

<sup>13</sup>Las siglas ASTM hace referencia a American Society for Testing and Materials.

B00	Casco	→ SISTEMA		
B10	Superestructura	→ SUB SISTEMA		
	B1010	Elementos Verticales	→ COMPONENTE	
	B101001	Columnas de concreto armado		
	B101002	Columnas metálicas		
	B101003	Muros de Corte de concreto armado (placas)		
	B101004	Crucetas metálicas		
	B101005	Muros de Corte de Albañilería	→ SUB COMPONENTE	
	B101099	Otros elementos verticales		
	B1020	Elementos Horizontales		
	B102001	Losas aligeradas		
	B102002	Losas macizas		
	B102003	Losas colaborantes		
	B102004	Losas prefabricadas		
	B102005	Losa Postensado		
	B102006	Losa Nervada		
	B102007	Postensado		
	B102008	Terminado (alisado, endurecedor, e impermeabilización)		
	B102099	Otros elementos horizontales		

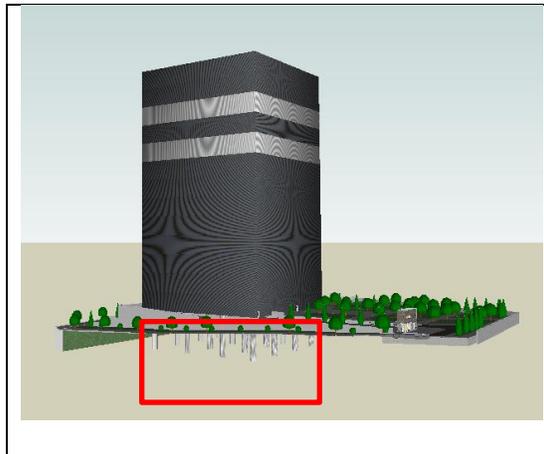


**Figura 4. 2. Jerarquía de niveles de elementos**

Fuente: Elaboración propia

Este formato de clasificación de elementos cuenta con seis grupos principales o sistemas de clasificación de elementos de construcción, codificados de la A hasta la F; y un grupo principal que hace referencia a los elementos de construcción dentro de los trabajos de sitio (G), de igual manera cuenta con un total de 22 subsistemas y 90 componentes.

A continuación se hará una breve descripción de cada uno de estos grupos principales o sistemas: El primer sistema de elementos es denominado **A-Sub estructura**, se incluyen todos los trabajos a desarrollar por debajo de la construcción, en el sótano, explícitamente bajo el nivel cero del terreno, estos trabajos incluyen excavación localizada (masiva o manual), relleno y eliminación de material excedente, construcción de platea de cimentación y construcción de elementos horizontales y verticales en el sótano.



**Figura 4. 3. Sub Estructura**

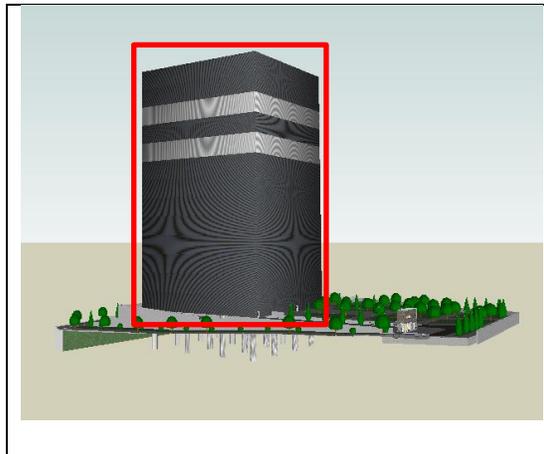
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4.10. Clasificación de elementos de construcción - Sub estructura**

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
GRUPOS PRINCIPALES DE ELEMENTOS	GRUPOS DE ELEMENTOS	ELEMENTOS INDIVIDUALES
A00 Sub Estructura	A10 Cimentación	A1010 Cimentación normal A1020 Cimentaciones especiales A1030 Losas sobre terreno A1040 Reservorios enterrados
	A20 Construcción de sótano	A2010 Excavación de sótano A2020 Muros perimetrales de sostenimiento A2030 Elementos verticales A2040 Elementos horizontales A2050 Elementos inclinados A2060 Reservorios no enterrados

Fuente: Empresa colaboradora en base a UNIFORMAT II (2013).

El segundo sistema de elementos es llamado **B- Casco** y hace referencia a la construcción del proyecto principal, incluye la construcción de todos los elementos estructurales en la superestructura, en los cerramientos exteriores y en las cubiertas. Este sistema es equivalente a la totalidad de estructuras del proyecto.



**Figura 4. 4. Casco**

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4.11. Clasificación de elementos de construcción – Casco**

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
GRUPOS PRINCIPALES DE ELEMENTOS	GRUPOS DE ELEMENTOS	ELEMENTOS INDIVIDUALES
B00 Casco	B10 Superestructura	B1010 Elementos verticales B1020 Elementos horizontales B1030 Elementos inclinados B1040 Sistema estructural de cubiertas B1050 Estructuras adosadas prefabricadas B1060 Reservorios no enterrados
	B20 Cerramientos Exteriores	B2010 Cerramientos opacos B2020 Terminaciones de muros exteriores B2030 Ventanas exteriores B2040 Puertas exteriores
	B30 Cubiertas	B3010 Coberturas opacas de techos B3020 Aberturas de techos

Fuente: Empresa colaboradora en base a UNIFORMAT II (2013).

El tercer sistema de elementos es llamado **C- Interiores**, comprende todas las construcciones que tienen lugar dentro de las paredes o muros exteriores, incluye construcciones y terminaciones interiores, equivalente a la arquitectura principal del proyecto.



**Figura 4. 5. Interiores**  
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4.12. Clasificación de elementos de construcción – Interiores**

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
GRUPOS PRINCIPALES DE ELEMENTOS	GRUPOS DE ELEMENTOS	ELEMENTOS INDIVIDUALES
C00 Interiores	C10 Construcciones Interiores	C1010 Tabiquerías C1020 Puertas interiores C1030 Escaleras prefabricadas C1040 Accesorios
	C20 Terminaciones Interiores	C2010 Terminaciones de muros C2020 Terminaciones de pisos C2030 Terminaciones de techos C2040 Terminaciones de escaleras C2050 Terminaciones de rampas

Fuente: Empresa colaboradora en base a UNIFORMAT II (2013).

El cuarto sistema de elementos es denominado **D- Servicios**, incluye todos los métodos de transporte, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias; calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC); sistemas de suministro y distribución de gas; y también sistemas de protección contra incendios.

**Tabla 4.13. Clasificación de elementos de construcción – Servicios**

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
GRUPOS PRINCIPALES DE ELEMENTOS	GRUPOS DE ELEMENTOS	ELEMENTOS INDIVIDUALES
D00 Servicios	D10 Transporte mecánico	D1010 Elevadores y ascensores D1020 Rampas y escaleras mecánicas (cinta mecánica) D1030 Sistemas de transporte de material D1090 Otros sistemas de transporte
	D20 Instalaciones sanitarias	D2010 Aparatos sanitarios D2020 Distribución sanitaria D2030 Desecho sanitario D2040 Drenaje de agua de lluvia D2050 Otros sistemas
	D30 Calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC)	D3010 Sistemas de provisión de energías alternativas D3020 Sistema de generación de calor D3030 Sistema de generación de frío D3040 Sistema de distribución D3050 Terminales y unidades compactas D3060 Control e instrumentación D3070 Sistema de pruebas y mantenimientos ( <i>commissioning</i> ) D3090 Otros sistemas HVAC y equipos
	D40 Sistema de suministro y distribución de gas	D4010 Sistema de distribución de GLP y GN
	D50 Protección contra incendios	D5010 <i>Sprinklers</i> D5020 Sistema de extinguidores D5090 Otros sistemas de protección contra incendios
	D60 Instalaciones eléctricas	D6010 Sistema eléctrico de distribución D6020 Iluminación y cableado de tomacorrientes y fuerza D6030 Comunicación y seguridad D6090 Otros servicios eléctricos

Fuente: Empresa colaboradora en base a UNIFORMAT II (2013).

El quinto sistema de elementos es denominado **E- Equipamiento y Mobiliario**, incluye la instalación de equipos y mobiliarios para la implementación del proyecto; los tipos de muebles que se encuentran en este grupo incluyen los acabados en ventanas, asientos, muebles, alfombras, etc.

**Tabla 4.14. Clasificación de elementos de Construcción Equipamiento y Mobiliario**

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
GRUPOS PRINCIPALES DE ELEMENTOS	GRUPOS DE ELEMENTOS	ELEMENTOS INDIVIDUALES
E00 Equipamiento y mobiliario	E10 Equipamiento	E1010 Equipamiento comercial E1020 Equipamiento institucional E1030 Equipamiento vehicular E1090 Otros equipos
	E20 Mobiliario	E2010 Mobiliario fijo E2020 Mobiliario móvil

Fuente: Empresa colaboradora en base a UNIFORMAT II (2013).

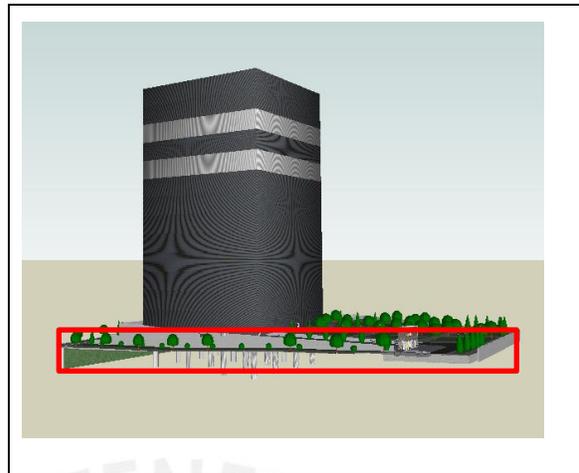
El sexto sistema de elementos es denominado **F- Construcciones Especiales y Demolición**, en él se consideran las construcciones especiales no incluidas anteriormente y los trabajos de demolición de componentes del edificio.

**Tabla 4. 15. Clasificación de elementos de construcción Construcciones Especiales y Demolición**

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
GRUPOS PRINCIPALES DE ELEMENTOS	GRUPOS DE ELEMENTOS	ELEMENTOS INDIVIDUALES
F00 Construcciones especiales y demoliciones	F10 Construcciones especiales	F1010 Estructuras especiales F1020 Construcciones integradas F1030 Sistemas de construcción especiales F1040 Instalaciones especiales F1050 Instrumentación y controles especiales
	F20 Demolición localizada del edificio	F2010 Demoliciones de componentes del edificio F2020 Eliminación de componentes Riesgosos

Fuente: Empresa colaboradora en base a UNIFORMAT II (2013).

El séptimo sistema de elementos es denominado **G-Trabajos de Sitio**, el cual incluye todos los trabajos alrededor del proyecto, fuera del área perimetral del proyecto principal; este grupo contiene trabajos relacionados a todas las especialidades, por ello se debe dedicar un trato especial a esta área.



**Figura 4. 6. Trabajos de Sitio**

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4. 16. Clasificación de elementos de construcción - Trabajos de Sitio**

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
GRUPOS PRINCIPALES DE ELEMENTOS	GRUPOS DE ELEMENTOS	ELEMENTOS INDIVIDUALES
G00 Trabajos de Sitio	G10 Preparación de Sitio	G1010 Limpieza de sitio G1020 Reubicaciones y demoliciones de sitio G1030 Corte, relleno y eliminación masiva de sitio G1040 Eliminación de desperdicios riesgosos
	G20 Mejoras de sitio	G2010 Pavimento en zonas vehiculares - vialidad exterior (VE) G2020 Estacionamientos G2030 Veredas (VE) G2040 Obras ornamentales (VE) G2050 Paisajismo
	G30 Servicios mecánicos y civiles de Sitio	G3010 Suministro de agua G3020 Reservorios G3030 Alcantarillado sanitario G3040 Sistema de agua pluvial G3050 Distribución de calor G3060 Distribución de frío G3070 Distribución de combustibles G3090 Otros servicios mecánicos de sitio
	G40 Servicios Eléctricos de Sitio	G4010 Sistema de utilización G4020 Iluminación de sitio (exterior) G4030 Comunicación y seguridad de sitio G4090 Otros servicios eléctricos de sitio
	G90 Otras construcciones de Sitio	G9010 Túneles pedestres y de servicio G9090 Otras construcciones de sitio

Fuente: Empresa colaboradora en base a UNIFORMAT II (2013).

Con la finalidad de contar con una estructura completa y detallada esta investigación ha incluido la descripción de cada uno de los trabajos y materiales necesarios hasta el nivel 4 de la presente clasificación de elementos. Esta información puede ser revisada en el Anexo I. Este material de consulta ha sido elaborado con el apoyo autor de la presente investigación.

**Comentario:**

El contar con una estructura ordenada y completa permite almacenar información relevante de los elementos constructivos, los cuales posteriormente pueden ser analizados y reutilizados. Los tipos de información que se pueden almacenar pueden ser costos, ratios e información importante relacionados con problemas constructivos o de diseño.

Con el uso de una estructura jerárquica tipo UNIFORMAT II se pretende que los profesionales puedan en un futuro concatenar la información del proyecto, provenientes de la construcción de modelos BIM<sup>14</sup>, estimaciones de costos o manejo de consultas dentro del proyecto, ya que se tendría un lenguaje común para todas las etapas de la construcción de edificaciones.

#### 4.5. Resumen del capítulo

El presente capítulo se inicia con la definición y uso de las Solicitudes de Información. Luego de ello se describen los proyectos de donde serán captados los RFI's a analizar. Finalmente, se describe la clasificación de elementos según las recomendaciones ASTM.

---

<sup>14</sup> BIM, son las siglas de Modelado de información en construcción (*Building Information Modeling*)

## CAPÍTULO V: MEJORA CONTINUA PARA EL PROCESO DE REVISIÓN DE PLANOS

---

“Las Solicitaciones de Información (RFI), puede proveer indicadores necesarios para medir la calidad en los documentos de diseño” (Tiller.1998:703)

Dentro de la industria de la construcción a pesar que se obtienen productos únicos también se pueden incorporar procesos de *Mejora Continua*, pese a que naturalmente se tiene una alta variabilidad por proyecto. En el desarrollo habitual de la construcción de edificaciones los profesionales involucrados logran identificar distintos problemas, los cuales en el mejor de los casos son reportados a los departamentos correspondientes para tomar las acciones respectivas o en otros casos son soluciones inmediatas. Pero, solo el hecho de identificar los problemas que generan algún tipo de pérdidas abre la posibilidad de proponer cambios para obtener mejoras en los futuros trabajos a realizar.

Para poder identificar los problemas dentro de cualquier actividad se pueden emplear diferentes herramientas de *Mejora Continua*. Con el uso de ellas se puede establecer cuáles son los problemas y a partir de ello, se pueden empezar a instaurar proyectos de mejora. La implementación de estos procesos de mejora puede tener efectos muy beneficiosos como reducción de costos de operatividad y mejora de tiempos.

En el siguiente capítulo se revisará el concepto de *Mejora Continua* y se dispondrá de una alternativa de cómo se puede implementar esta metodología para el manejo de Solicitudes de Información y el impacto que este puede tener para mejorar la calidad de los planos en futuros proyectos.

## 5.1. Concepto de Mejora Continua

El origen del término de Mejora Continua está relacionado con los trabajos desarrollados por *Taiichi Ohno* en Toyota para eliminar todas las *mudas*<sup>15</sup> dondequiera que pudieran encontrarse (Hernández, 2012). Mejora Continua, es también realizar optimizaciones a partir de pequeños pasos con la finalidad de perfeccionar estándares existentes.

En 1986, *Masaaki Imai* introduce el término *Kaizen* que es una filosofía de gestión en base a la mejora continua. Esto se entiende como un “mejoramiento continuo en la vida personal, familiar, social y de trabajo. Pero cuando se aplica al lugar del trabajo, Kaizen significa un mejoramiento continuo que involucra a todos: gerentes y trabajadores por igual” (Imai, 1989). Este tipo de filosofía actualmente es empleado en diferentes industrias donde se ha obtenido grandes beneficios.

A continuación se mencionará una de las metodologías para la resolución de problemas y realización de proyectos de mejora.

### 5.1.1. Círculo de Deming

La resolución de problemas de calidad y productividad se dan a través de ciclos donde se obtiene retroalimentación por parte de todas aquellas personas involucradas en cada uno de los procesos.

En este ciclo se maneja información que es reutilizada con el fin de planificar y establecer objetivos, además de mejorar los procesos que más impacto tienen en los objetivos. Ello se realiza repetidamente en el tiempo.

---

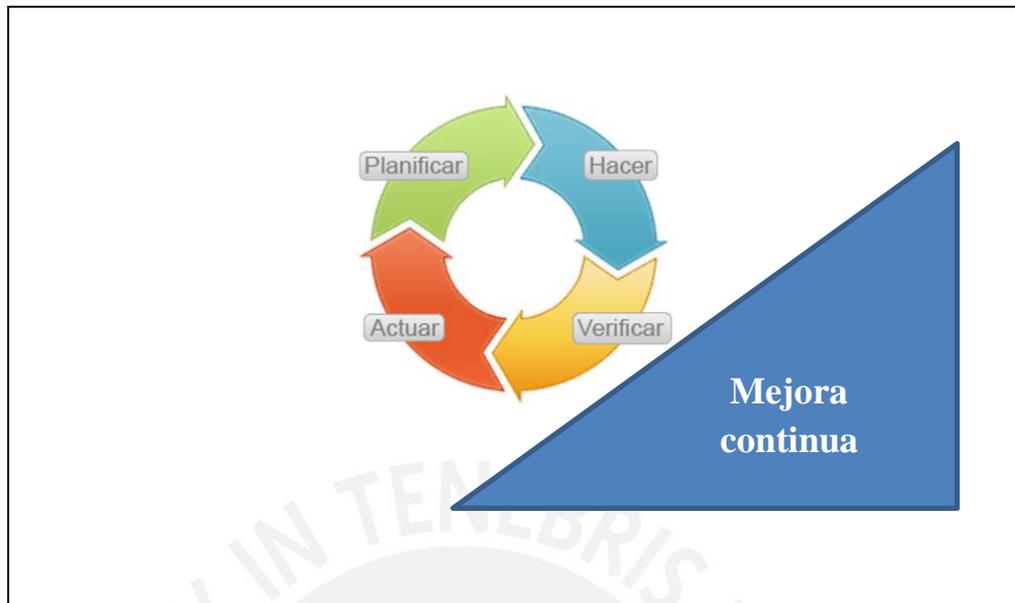
<sup>15</sup>El término japonés *muda* hace referencia a todo aquello que significa despilfarro, desperdicio, gasto.

Una de las herramientas más difundidas para realizar las mejoras continuas es el ciclo PDAC (Plan- Do- Check- Act)<sup>16</sup> o también conocido como el “Círculo de Deming” (Ver Figura 5.1). A continuación se describen algunas actividades que son parte de cada uno de los pasos dentro del Ciclo de Deming.

- Plan (planificar):
  - ✓ Identificar el problema o proceso que se quiere mejorar.
  - ✓ Recopilar todos los datos e información que permitan profundizar en el conocimiento del proceso y las causas del problema.
  - ✓ Establecer los objetivos de mejora.
  - ✓ Definición de medidas (indicadores) que permitan conocer en un momento dado el nivel de cumplimiento de sus objetivos.
  - ✓ Definición del equipo responsable de la mejora.
  - ✓ Definición de los recursos necesarios para alcanzar los objetivos propuestos.
- Do (hacer):
  - ✓ Educar y entrenar al personal responsable de la implementación de la mejora.
  - ✓ Poner en práctica los cambios o mejoras que fueron definidos en el paso anterior.
  - ✓ Documentar las acciones realizadas.

---

<sup>16</sup>En español el ciclo PDAC significa Planificar- Hacer- Verificar- Actuar



**Figura 5. 1. Ciclo de Deming**

Fuente: Elaboración propia

- Check (verificar):
  - ✓ Recopilar datos de control y analizarlos.
  - ✓ Verificar los resultados de la implementación de la mejora, comparándolos con los objetivos iniciales.
  - ✓ Documentar las conclusiones.
  
- Act (actuar):
  - ✓ Implementar el cambio a gran escala, si el experimento es exitoso.
  - ✓ Actuar también involucra a otras personas (clientes, contratistas) afectados por el cambio y cuya cooperación se necesita para implementar el cambio a gran escala.
  - ✓ Modificar los procesos según las conclusiones del paso anterior para alcanzar los objetivos con las especificaciones iniciales, si fuese necesario.
  - ✓ Aplicar nuevas mejoras, si se han detectado errores en el paso anterior.
  - ✓ Documentar el proceso.

## 5.2. ¿Por qué mejorar los planos del proyecto?

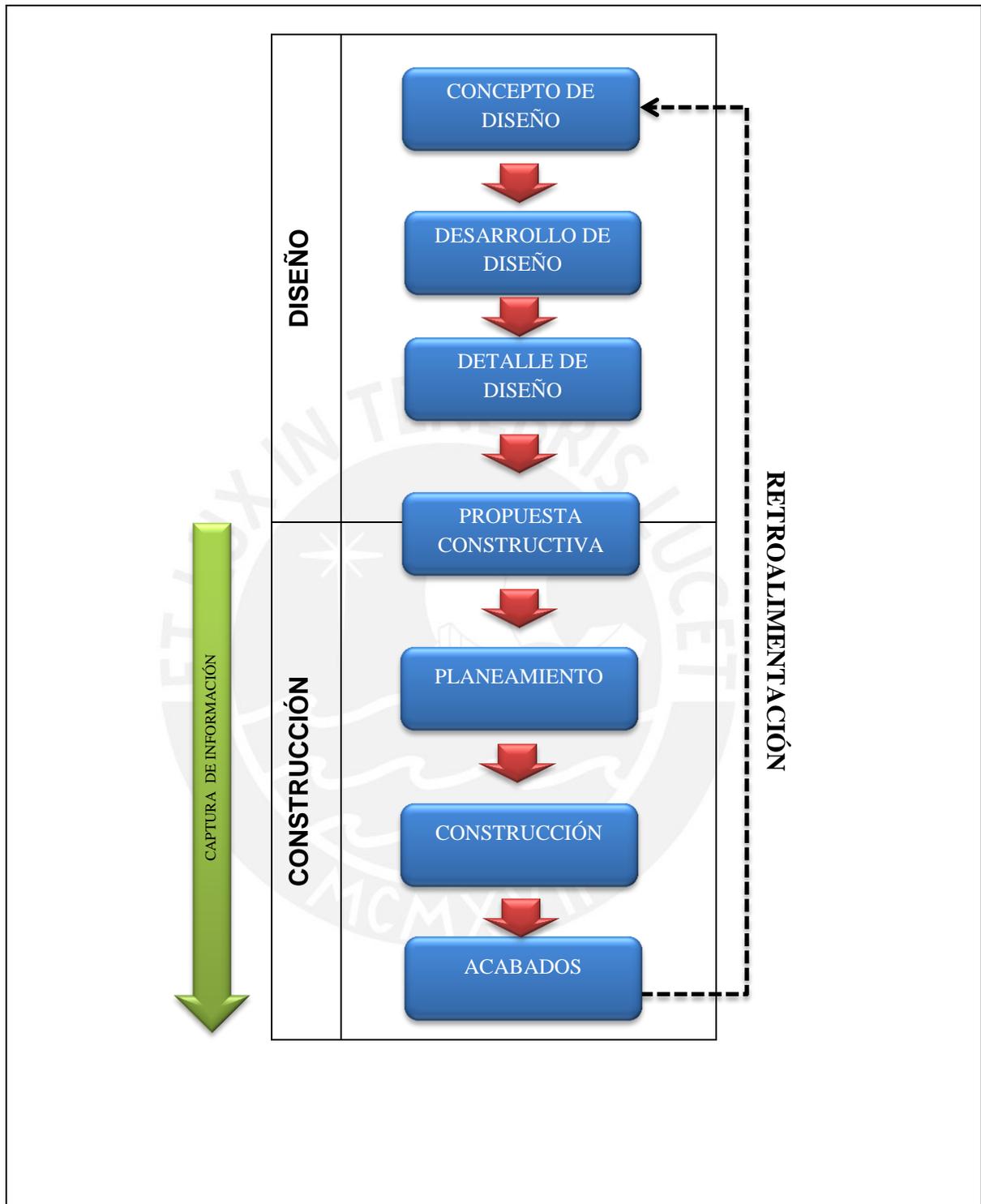
La primera versión de planos de un proyecto que llega a pie de obra presenta errores en detalles constructivos, documentación incompleta, incompatibilidad especialidades, ausencia de información, entre otros. La cantidad de estos problemas a resolver dependerá del tiempo y de las herramientas empleadas para su pronta identificación. Una cantidad considerable de problemas no solucionados antes de la ejecución de trabajos hará que se pierdas varias horas hombre en la coordinación y solución de los mismo, esto conllevará a re trabajos y en finalmente serán se traducirán pérdidas económicas para el proyecto.

La respuesta a la pregunta de por qué mejorar los planos de proyecto es porque al minimizar la cantidad de errores contenidos dentro de estos documentos conlleva a una reducción de diferentes tipos de pérdida.

## 5.3. ¿Dónde y cómo mejorar la calidad de los planos?

La calidad de los planos se debe mejorar durante la fase de diseño. Se sabe que si se reconoce la mayor cantidad de errores en edades tempranas del proyecto nos ahorrara costos durante el tiempo que dure la construcción del proyecto.

Las propuestas de mejoras a emplear serán tomadas de los RFI's que se generaron en la fase de construcción de los proyectos. En esta fase se puede identificar sobre que se consulta y con qué recurrencia. En la Figura 5.2 se puede observar gráficamente el vínculo entre las fase de diseño y construcción. Del mismo modo se puede observar que la captura de información se realizará en la fase de construcción, información que luego se empleará para proponer acciones de mejora en la etapa de diseño..



**Figura 5. 2. Ciclo de Mejora Continua de planos del proyecto**  
Fuente: Elaboración propia.

#### 5.4. Resumen del capítulo

El presente capítulo se inicia con la revisión literaria referente al concepto de Mejora Continua, donde se expone la metodología del Círculo de Deming. Luego se indica el por qué, dónde y cómo mejorar la calidad de los planos en futuros proyectos.



## PARTE 3: PROPUESTA

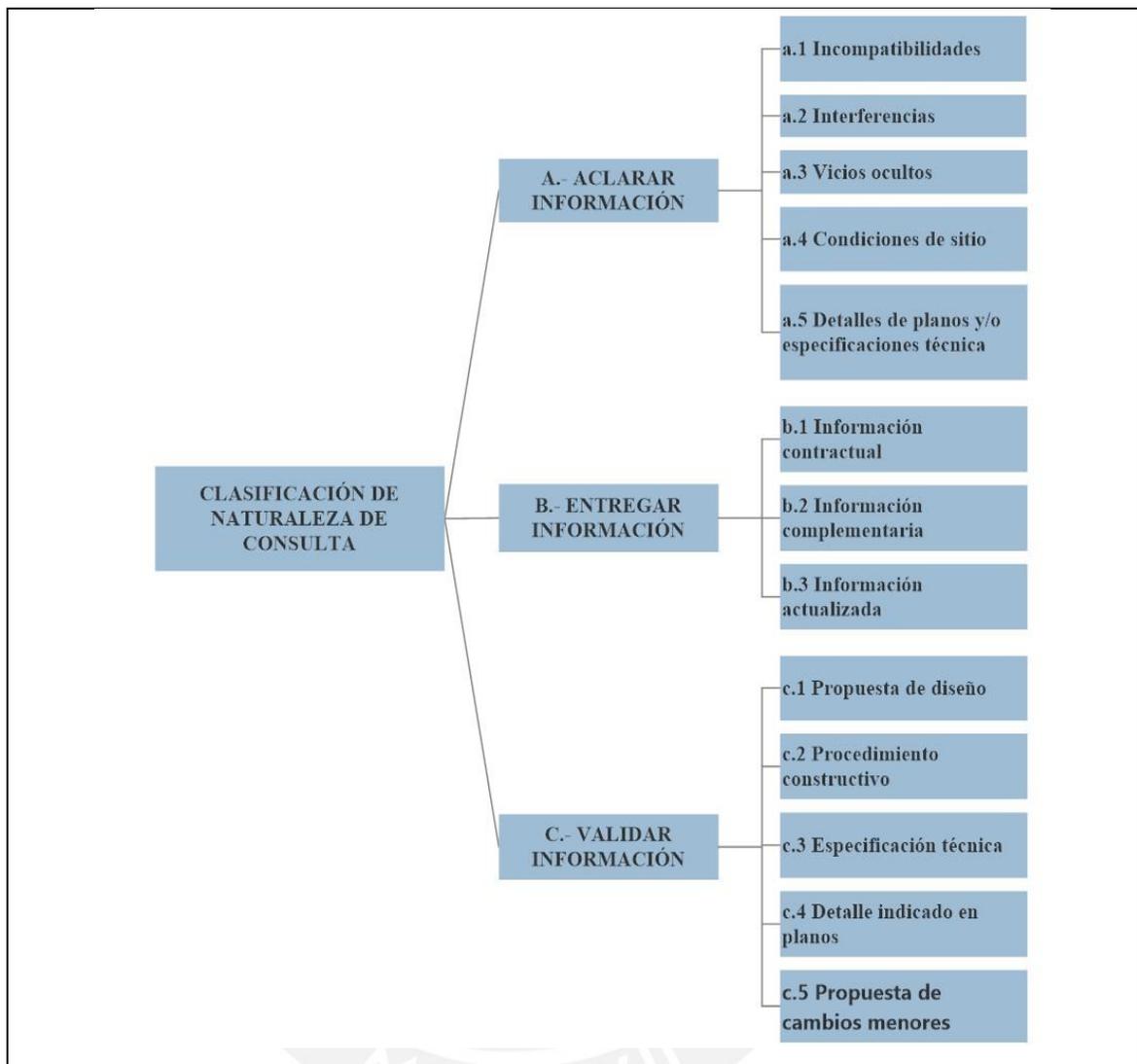
### CAPITULO VI: PROPUESTA

Luego de la revisión y análisis de las 3500 Solicitudes de Información, el autor de la presente investigación propone una clasificar de consultas según su tipo o naturaleza. Del mismo modo propone matrices donde se almacenarán las consultas recurrentes de elementos constructivos.

En la parte final de este capítulo se plantea un listado de recomendaciones que son el resultado de los problemas encontrados durante la revisión de consultas. Del mismo modo se ha elaborado un plan de mejora continua para ser utilizado en la revisión de planos de futuros proyectos.

#### **6.1. Clasificación del tipo o naturaleza de consulta**

El autor de ésta investigación, luego de realizar una primera revisión y análisis del total de RFI (aprox.3500) pudo determinar una clasificación intrínseca entre las consultas. A esta se le denominará naturaleza de consulta, la cual consiste en agrupar consultas similares que contengan un mensaje similar a comunicar. La Figura 6.1 resume las categorías y sub categorías que componen la clasificación por naturaleza de consulta.



**Figura 6. 1. Clasificación de naturaleza de consulta**

Fuente: Elaboración propia

A continuación, procederemos a describir cada una de estas categorías y sub categorías que componen la clasificación de naturaleza de consulta.

### **6.1.1. Aclarar Información:**

Esta categoría hace referencia a la información inconsistente contenida dentro de los documentos contractuales del proyecto a ejecutar. Se puede dividir en las siguientes tipos de información.

#### **a.1 Aclarar incompatibilidad:**

Sub categoría donde se consulta acerca de información incoherente encontrada dentro del expediente técnico o durante la ejecución de trabajos. Esta información puede ser referente a la ubicación, dimensiones, acabado u otro en particular referidos a los elementos constructivos del proyecto.

A continuación se menciona algunos ejemplos de esta sub categoría.

- Se observa una incompatibilidad de arranque en las escalera N°18, entre los planos de arquitectura y estructuras. Los planos referenciales son: AE-23 V18.1 (N- 5.00) y cimentación E-SF-1. La zona en conflicto se encuentra enmarcada entre los ejes F' - H / 7 - 8'. Se solicita aclarar qué detalle es el correcto.
- Se solicita determinar de qué dimensión es el ancho de foso del Travolator, dado que dicho foso tiene un ancho de 2.2 en planta, pero en planos de detalle éste se encuentra con una dimensión de 1.60 m. Se solicita aclarar cuál de las dimensiones le corresponde al ancho indicado.

### a.2 Aclarar interferencias:

Sub categoría donde se consulta sobre información relacionada a los errores encontrados cuando se superponen los planos de las distintas especialidades. Al igual que la sub categoría anterior este tipo de información se puede identificar dentro de las especificaciones técnicas o durante la ejecución de trabajos.

A continuación se mencionan algunos ejemplos de esta sub categoría.

- Se identificó que la red de desagüe entre los ejes 11-13/C-B de las *instalaciones sanitarias* de Saga (Plano IS-01) interfiere con la ubicación de la *base zapata* para la *grúa torre* de Saga. Remitir planos con reubicación.
- Se ha identificado interferencias al superponer los planos de iluminación con el de contraincendios. Se observa que los rociadores están debajo de las luminarias. Se solicita planos con la reubicación de los rociadores.

#### Comentario:

Teóricamente la mayor cantidad de consultas de tipo deberían ser identificadas al momento de realizar el proceso inicial de revisión integral de planos del proyecto. Sin embargo debido a que aún se utilizan procedimientos tradicionales como la superposición de planos 2D, se omiten muchos de estas observaciones.

En la actualidad se puede realizar este mismo procedimiento de compatibilización de planos con algún tipo de software que nos permita modelar el proyecto para así compatibilizar todas sus especialidades. La necesidad del empleo de software es porque

durante la última década se construyan proyectos más complejos, razón por la cual los recursos tradicionalmente empleados son insuficientes.

### **a.3 Aclarar vicios ocultos:**

Sub categoría donde se consulta sobre información de trabajos no previstos antes de empezar con la ejecución del proyecto. Este tipo de consulta se genera porque la información brindada por los sondeos de terreno es insuficiente y limitada.

A continuación se menciona algunos ejemplos de esta sub categoría.

- Se solicita a la supervisión una acción a tomar sobre el vicio oculto: Se tiene un poste perteneciente a Luz del Sur que era base Burger King (Esq. Javier Prado y Ca. Ucello) considerándose que el mismo está ubicado muy próximo al límite del perfilado y excavación del muro pantalla del eje 13, frente 3. Éste debe ser retirado por la empresa concesionaria para evitar problemas ya que se encuentra energizado.
- Se ha encontrado en el sector B, una tubería de conexión hacia el colector principal de desagüe el cual no fue contemplado en los planos contractuales.

### **a.4 Aclarar condiciones de sitio:**

Sub categoría donde se menciona la situación actual de la construcción de algún elemento constructivo. En todos los casos se cuenta con

elementos construidos con acabados diferentes a los indicados en los documentos contractuales.

A continuación se menciona algunos ejemplos sobre consultas en esta sub categoría.

- Por error constructivo se ha obviado colocar la viga de cimentación Corte 2-2 ubicada en la cimentación del eje 24 E-F de Tottus. Actualmente la zapata en ese sector ya se encuentra vaciada y está 1.45m debajo del nivel 0.00. - se pide determinar cómo se procederá para reubicar el diseño de la viga de cimentación.
- Por omisión se dejaron mechas de 1m en muro pantalla para el empalme de las barrillas de 1", las cuales según detalle de empalme en planos indica que éstas debieron ser de 1.6m. Se pide determinar cómo se procederá para realizar el respectivo empalme.

Observaciones:

En caso que la consulta incluya una solución técnica por parte del constructor este se deberá clasificarse como **Validación de Información.**

#### **a.5 Aclara detalles de planos y/o especificaciones técnicas:**

Sub categoría que hace referencia a consultas sobre detalles de planos y/o especificaciones técnicas inconsistentes con los procedimientos constructivos empleados comúnmente para el desarrollo de trabajos en obra. Esta consulta se sustenta por criterios funcional, estético o de diseño.

A continuación se menciona algunos ejemplos de esta sub categoría.

- “Para las salidas de drenaje de las Unidades Manejadoras de Aire (UMA), en el proyecto de instalaciones sanitarias se indica que las redes de drenaje de los equipos de aire acondicionado se deberán revestir con *Armaflex*, agradeceré confirmar esta indicación en razón que estas tuberías de drenaje no se acostumbran a forrar.”
- Se necesita detalle del sardinel de las barandas de vidrio. Nuestro proveedor nos indica que para el tipo de barandas propuesto, con 12mm de espesor, el empotramiento mínimo que ellos garantizan es de 15cm. También se necesita detallar el ancho del sardinel que guarde relación con la altura del mismo.
- Para el cerramiento lateral en la zona de cines se indica que éste será de tipo *Techmet*, y se requiere que los pernos de fijación sean ocultos. Pero realizar fijación oculta en este tipo de cerramiento es imposible, dado que el material no lo permite. Por lo que se solicita aclarar si ese cerramiento será de tipo *Techmet* u otro, para cumplir con las especificaciones que se solicita.

### 6.1.2. Entregar Información

Esta categoría hace referencia al envío de toda la información que corresponda al alcance del proyecto. Se subdividen en los siguientes tipos de información.

#### b.1 Entregar información contractual:

Sub categoría donde se solicita información relacionada a la documentación contractual faltante en el expediente técnico.

A continuación se menciona algunos ejemplos de esta sub categoría.

- Se solicita los planos faltantes de instalaciones de luminarias y rociadores debidamente acotados y referenciados a los ejes del segundo nivel de la torre B.
- Se solicita tener detalle arquitectónico y estructural del muro pantalla en Central Tower (sub-estación), se necesita esta información lo más pronto posible dado que se tiene planificado el vaciado de la zapata de la torre grúa para esta semana.
- Se requiere determinar los niveles de la sala de 3D de la torre A, que actualmente solo cuenta con un nivel. Se solicita contar con los niveles correspondientes a las filas de cada una de las butacas.
- Se solicita detalle de la *pepelma* que figura en los baños (modelo, color, diseño, marca).

### **b.2 Entregar información complementaria:**

Sub categoría que describe consultas que hacen referencia a documentos que complementen la información contractual. La finalidad de este tipo de solicitud es ampliar la información para entender mejor los diseños planteados.

Dentro de este tipo de consulta se incluye información correspondiente al uso de algún material, el procedimiento constructivo a seguir, planos adicionales de corte, elevación u otros.

A continuación se mencionan algunos ejemplos de esta sub categoría.

- Se solicita detalle de encuentro entre enchape de *Granitifiandre Taxos Extreme* e inserto de acero inoxidable, en muros de primer y segundo piso.
- Se solicita detalle de encuentro viga y columna dado que la configuración del armado en este encuentro presenta alta densidad de aceros.
- Se solicita ficha técnica correspondiente a epóxido a utilizar, dado que hasta el momento contamos con información genérica del mismo.

### **b.3 Entrega de información actualizada:**

Sub categoría de consultas que hace referencia a documentación actualizada. Esta información se solicita cuando exista alguna modificación o corrección realizada en el proyecto.

Se hace uso de este tipo de consultas para solicitar una nueva versión de planos, especificaciones técnicas u otros, del mismo modo se emplea para consultar sobre qué versión de documentos es la más reciente.

A continuación se mencionan algunos ejemplos de esta sub categoría.

- Se solicitan planos actualizados de arquitectura y estructuras compatibilizados según último levantamiento topográfico aprobado. Hasta el momento sólo se ha recibido la planta del nivel 0.00 de arquitectura, quedando pendiente de entrega los niveles superiores, además de todo el proyecto de estructuras.
- Se solicita la actualización de la lámina de detalle del *Skylight* de Saga SK-03, según la arquitectura vigente a la fecha.

- Se ha superpuesto los planos de arquitectura A-01 (piso 1) con planos de estructura E-01 y se han identificado algunos desfases de los portales de ingreso como se indica en la figura, se solicita confirmar ubicación de estructuras así como los planos actualizados y compatibilizados de ambas especialidades.
- Se debe actualizar los planos de estructura de las bases de todos los transformadores, debido a que se sobrepasó la carga de la loza la cual es de 1000Kg/m<sup>2</sup>.

### **6.1.3. Validar Información**

Esta categoría hace referencia a consultas que contienen propuestas de solución para algún problema en particular. Lo que se pretende con este tipo de consultas es contar con una solución rápida que permita continuar con los trabajos. Esta categoría se sub divide en los siguientes tipos de información.

#### **c.1 Validar propuesta de diseño:**

Sub categoría de consultas que hace referencia al envío de alguna propuesta de ingeniería de detalle y/o fabricación para continuar con el desarrollo de los trabajos a ejecutar. Los diseños enviados necesitan obligatoriamente ser visados por el proyectista correspondiente.

A continuación se mencionan algunos ejemplos de esta sub categoría.

- Se adjuntan planos referentes al **patio constructor** en el cual se detalla 2 anclajes con las viguetas metálicas. Estos anclajes son necesarios para el desarrollo de la rampa proyectada en dicha zona. Solicitamos su revisión y aprobación del mismo.

- Se adjunta propuesta de planos del nuevo recorrido de tubería de alimentación de montante para rociadores. Estos están ubicados en los pisos altos sobre la escalera 2 entre los sótanos 2 y 1.  
--Solicitamos su revisión y aprobación del mismo.--

### **c.2 Validar procedimiento constructivo:**

Sub categoría de consulta que hace referencia al empleo de procedimientos constructivos no indicados en el expediente técnico. El procedimiento constructivo alternativo deberá asegurar que se obtendrán resultados iguales o mejores a los requeridos por el proyecto.

A continuación se mencionan algunos ejemplos de esta categoría.

- Se requiere la aprobación del cambio de acabado en las protecciones PT11, en el plano indica galvanizado más pintura anticorrosiva y epóxido. Pero debido a la poca disponibilidad de tinas de galvanizado por parte de nuestro proveedor no se puede asegurar la entrega en el plazo estimado, por lo cual se propone cambiar a dos manos de anticorrosivo más 2 de pintura epóxido. Solicitamos su aprobación.
- Se requiere validar el siguiente esquema de vaciado monolítico incluyendo ubicación de *wáter stop* y el vaciado por tramos de la cisterna. Solicitamos su aprobación.
- Se solicita validar detalle constructivo de fijación de baranda a pared de acuerdo a lo coordinado en reunión de obra (se adjunta plano detalle). Solicitamos su aprobación.
- Se envía esquema con el procedimiento de reforzamiento de la viga VSE-012 ubicada en el sector V entre los ejes L/2-4 para dejar el pase eléctrico de 0.30x0.60 (SI-138). Se propone el esquema:

- ✓ Se demolerá la viga de concreto en la zona indicada en el esquema.
- ✓ Se anclará el acero de refuerzo con epóxido. (Ver esquema)
- ✓ Se vaciará la zona demolida con concreto autocompactante.
- ✓ Solicitamos su revisión y aprobación a fin de proceder con el reforzamiento de dicha viga.

### **c.3 Validar especificación técnica:**

Sub categoría que hace referencia a consultas que requiera validar alguna especificación técnica de un **material alternativo** a emplear en el proyecto. Asegurar que el remplazo del material debe tener características similares o superiores a las señaladas en el expediente técnico.

A continuación se menciona algunos ejemplos de esta sub categoría.

- Se requiere validar especificaciones técnicas del uso de equipos, geotextiles, cerrajería, extintores, etc.; dado que el proveedor no cuenta con el stock necesario al momento de ser requerido.
- Se requiere la aprobación del cambio epóxico RE 500 por *SIKA ANCHORFIX 4*, para lo cual se adjunta especificación técnica a ser revisada y validada.

### **c.4 Valida detalle indicado en planos:**

La consulta en ésta subcategoría hace referencia al detalle indicado en los planos.

En estos casos se quiere consultar si los detalles indicados en expediente técnico (ancho, largo, cotas, alturas, ubicación, textura, color, acabados, especificación técnica, etc.) son los mismos y no han sufrido ninguna variación.

**Comentario:**

Este tipo de consultas no generan ningún tipo de retroalimentación para futuros proyectos, lo que se solicita en ellas es confirmar las dimensiones indicadas en planos, las características de los acabados u otros.

En muchas ocasiones el trasfondo real de estas consultas es que el mismo contratista ha identificado algún tipo de error, el cual no lo indica explícitamente. Entonces, queda a criterio de la supervisión, quienes contesta los RFI's, encontrar que es lo que realmente se quiere comunicar.

A continuación se menciona algunos ejemplos de esta sub categoría.

- Se pide confirmar la descripción indicada en la leyenda de los planos de encofrados que especifica para algunas zonas: encofrados placa modulares de fibra mineral o similar perfil estándar 61x61cm.
- Se pide confirmar si la columna C-15 del sector 1 llega hasta el nivel +15.3 tal como indica la lámina E20.
- Se pide confirmar que el color de la pintura látex en el cielo raso de las galerías y patio de comidas será blanco mate.

### **c.5 Validar propuesta de cambios menores:**

Sub categoría que hace referencia a consultas que solicitan algunas modificaciones menores. Estos cambios no impactan directamente sobre la línea base del proyecto. Dentro de esta sub categoría se incluye cambios justificados por el constructor para emplear procedimientos constructivos alternativos con el objetivo de mejorar la productividad. Igualmente es utilizado para proponer algunas recomendaciones al momento de realizar alguna instalación.

A continuación se mencionan algunos ejemplos de esta sub categoría.

- Se solicita el cambio de las dimensiones de las columnas que son de 90x75 a 90x80 dado que en pisos superiores encontramos que la mayor cantidad de columnas proyectadas son de 90x90 y 90x80. Se requiere hacer ello con la finalidad de incrementar el uso de los encofrados y mejorar la productividad. -Solicitamos validar la modificación.-
- Se solicita el siguiente cambio: de acuerdo al cuadro de acabados en las rampas indica bruñado cada 10 cm. Confirmar si es posible cambiar este tipo de acabado por un acabado barrido en las rampas de pendiente de 6% o menores, y en el caso de las rampas de 15 % de pendiente se solicita que la bruña sea cada 20 cm. o que en su defecto su acabado sea únicamente barrido. Se adjunta planos para la aprobación de la modificación.
- Se solicita considerar protección para tubería de desagüe que se encuentra ubicada en zona de estacionamiento, dado que puede ser golpeada por algún vehículo. Se adjunta plano donde se presenta esta observación, validar cambio y enviar tipo de recubrimiento.

- Se solicita considerar algún tipo de equipo para ventilación mecánica en el ambiente de secretaría en el primer piso de la Torre A. Se adjunta plano donde se presenta esta observación, enviar tipo de equipo a utilizar.

## 6.2. Clasificación específica de consulta

En esta investigación para lograr identificar qué es lo que se consulta específicamente en cada RFI se ha realizado un segundo análisis al total de consultas. Luego de ello ha podido obtener un desglose por cada sub componente. Este desglose de consultas se puede observar en el Anexo II, el cual para su construcción ha sido necesario revisar procedimientos constructivos estándar, protocolos empleados en obra y especificaciones técnicas.

En la Tabla 6.1 observamos una parte del total de matrices generadas para clasificar las consultas específicas. La información contenida en esta tabla hace referencia al componente denominado Elementos Verticales.

Cabe resaltar que la clasificación de tipos de consulta identificadas únicamente se ha establecido en base a los resultados del análisis, por lo que los resultados están limitados al tamaño de la muestra empleada. En caso se generen nuevas categorías estas se podrán añadir, sin ningún problema, en el transcurso del tiempo.

Tabla 6. 1. Matriz general para almacenamiento de datos

<b>B00</b>	<b>CASCO</b>	
<b>B10</b>	<b>SUPERESTRUCTURA</b>	
		Cantidad de consultas
<b>B1010</b>	<b>ELEMENTOS VERTICALES</b>	
<b>B101001</b>	<b>COLUMNAS DE CONCRETO ARMADO</b>	
	<b>Detalle de columna</b>	
	Longitud de desarrollo	
	Dimensiones	
	Detalle de armado, empalme y/o cambio de sección	
	Ubicación / Desfase / Orientación	
	Cuadro de columnas incompleto	
<b>B101002</b>	<b>COLUMNAS METÁLICAS</b>	
	<b>Detalle de columna</b>	
	Longitud de desarrollo	
	Dimensiones	
	Detalle de armado, empalme y/o cambio de sección	
	Ubicación / Desfase / Orientación	
	Cuadro de columnas completo	
<b>B00</b>	<b>CASCO</b>	
<b>B10</b>	<b>SUPERESTRUCTURA</b>	
		Cantidad de consultas
<b>B101003</b>	<b>MUROS DE CORTE DE CONCRETO ARMADO (PLACAS)</b>	
	<b>Detalle de muros corte (placas)</b>	
	Armado de placas y/o muros	
	Longitud de desarrollo	
	Espesor	
	Ubicación / Desfase / Orientación	
	<b>Detalle de vano de muro(placas)</b>	
	Dimensión	
	Ubicación	
	Refuerzo	

<b>B101004</b>	<b>CRUCETAS METÁLICAS</b>	
	<b>Detalle de cruceta metálica</b>	
	Longitud de desarrollo	
	Dimensiones	
	Detalle de armado, empalme y/o cambio de sección	
	Ubicación / Desfase / Orientación	
	Cuadro de columnas completo	
<b>B101005</b>	<b>MUROS DE CORTE DE ALBAÑILERÍA</b>	
	<b>Detalle de muros corte (Albañilería)</b>	
	Tipo de muro	
	Longitud de desarrollo	
	Detalle de refuerzo	

Fuente: Elaboración propia

### **6.3. Recomendaciones para la mejora de planos**

Producto del análisis realizado a la data empleada se consiguió determinar un listado de recomendaciones por cada elemento constructivo. Estas recomendaciones pueden ser revisadas en el Anexo III denominado, *Check list* para la revisión de planos.

En líneas generales es un documento ordenado según la jerarquía propuesta en el capítulo IV (UNIFORMAT II), donde se indica cuáles son las consultas específicas por cada tipo de elemento constructivo. Adicionalmente, se puede observar cual es el porcentaje de recurrencia asociado al tipo de sub componente. En el caso no se cuente específicamente con alguna recomendación, es porque aún no se ha registrado consulta alguna en dicho componente.

La finalidad principal de este documento es ser empleado como un instrumento guía para realizar la revisión de planos antes de que estos sean utilizados en obra.

#### **6.4. Plan de mejora continua para la revisión de planos**

En el capítulo 5 se revisó la metodología denominada *Círculo de Deming* para realizar procedimientos de *Mejora Continua*. A continuación procederemos a indicar cuales son las acciones que se tienen que desarrollar en cada una de las etapas del ciclo de Mejora Continua con el objetivo de contar con un plan que consiga disminuir la cantidad de errores encontrados en los planos de los proyectos.

- **Planificar:**
  - ✓ Se quiere mejorar la calidad de planos de los proyectos.
  - ✓ Se quiere optimizar el tiempo de respuesta de consultas.
  - ✓ Se revisa la información concerniente a las consultas realizadas durante la etapa de construcción del proyecto.
  - ✓ Se espera contar con una menor cantidad de consultas, dado que se realizará una revisión puntual de los planos.
  - ✓ Los indicadores que se podrán visualizar son menor cantidad de consultas dentro de proyectos de igual magnitud y envergadura.
  - ✓ Los responsables para generar las consultas serán los contratistas de construcción.
  - ✓ Los responsables de responder las consultas son los supervisores de obra.
  - ✓ Se hará uso de un aplicativo web para el manejo de solicitudes de Información. (Anexo IV)

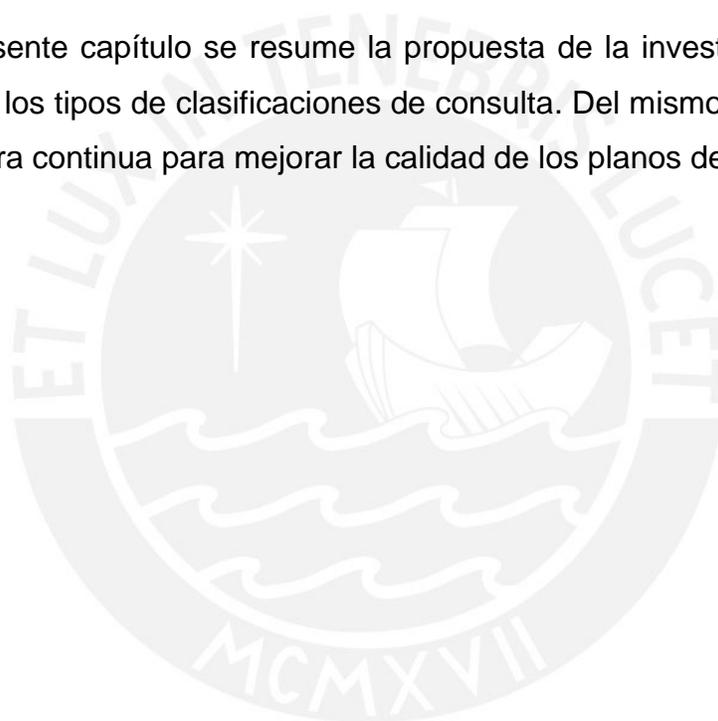
- **Hacer:**
  - ✓ Revisar información de planos contractuales con apoyo de *check list*.
  - ✓ Al generar las consultas se añadirá información correspondiente al tipo de naturaleza de consulta y a la consulta específica.
  - ✓ Esta información se incluirá a manera de filtros desglosables haciendo uso del aplicativo web. Luego de ello se procederá a describir la consulta.
  
- **Verificar:**
  - ✓ Recopilar información estadística del uso del aplicativo web para ser analizada y reutilizada.
  - ✓ Se verifica que el tiempo de solución de consulta es cada vez menor.
  - ✓ Se verifica que el manejo de consultas es más eficiente dado que incluye palabras fuerza en el enunciado de asunto (naturaleza de consulta) que permite identificar rápidamente el tipo de consulta.
  - ✓ Se verifica que se cuenta con un menor volumen de consultas por proyecto.
  
- **Actuar:**
  - ✓ Se procede a actualizar la tabla de componentes que generan la mayor cantidad de consultas.
  - ✓ Se procede a actualizar los filtros utilizados para la clasificación de consulta. Esta información está en constante crecimiento dado que cada vez se cuenta con procedimientos constructivos y materiales modernos.
  - ✓ Aplicar nuevas mejoras. Capturar lecciones aprendidas luego de la solución de consultas.

El aplicativo web mencionado hace uso de las Tecnologías de Información (TI) y es exactamente un aplicativo que usa el principio de un Sistema de Gestión

de Documentos Electrónicos (SGDE), éste utiliza el Internet como medio de comunicación y puede ser utilizado por varias personas en simultáneo. El autor de la investigación participó en el diseño y construcción del aplicativo web. Los esquemas y flujo de programación del aplicativo no se considerarán en esta investigación debido a que no forma parte del alcance del mismo.

### 6.5. Resumen del capítulo

En el presente capítulo se resume la propuesta de la investigación. En ella se describen los tipos de clasificaciones de consulta. Del mismo modo se indica un plan mejora continua para mejorar la calidad de los planos de futuros proyectos.



## **CAPITULO VII: RESULTADOS**

“Todo lo que se puede medir, se puede mejorar”

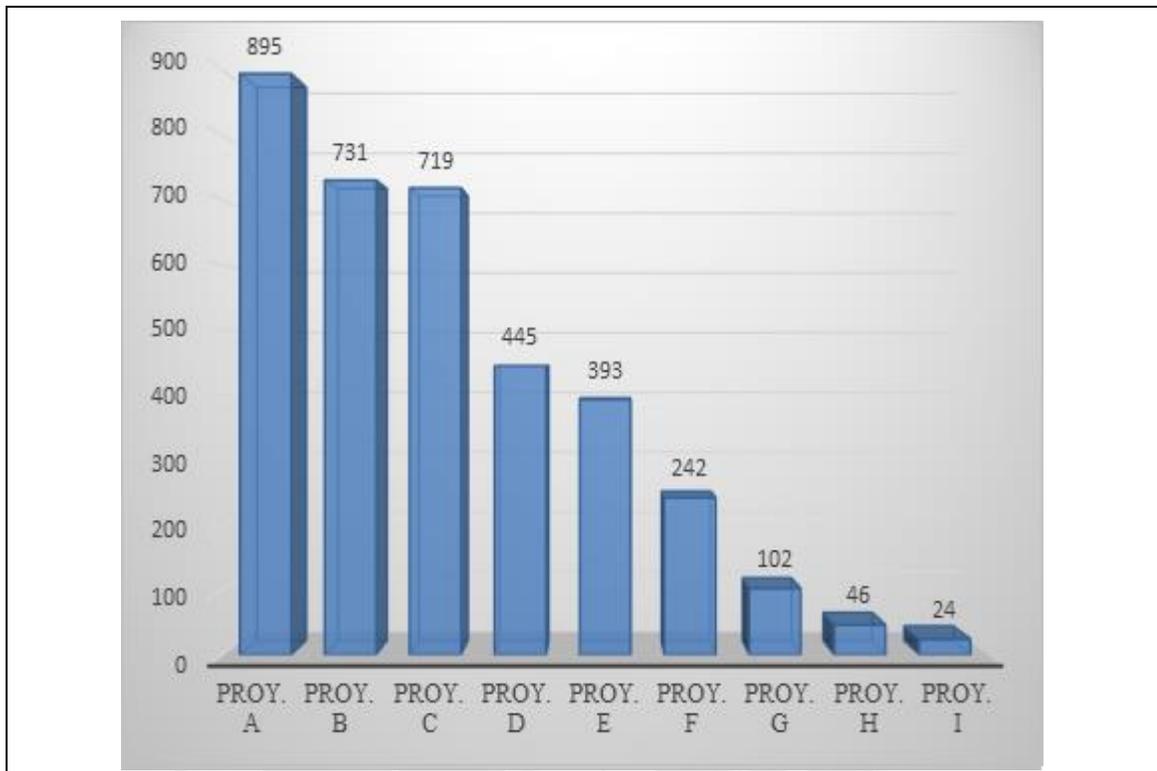
*Peter Drucker*

A continuación se describe los resultados obtenidos luego del análisis a la base de datos de solicitudes de información utilizadas para esta investigación.

### **7.1. Solicitaciones de Información por cada proyecto**

A continuación en la Figura 7.1 se observa la cantidad de consultas por cada proyecto. Como se observa en la imagen existen proyectos con un gran número de consultas y en otros muy pocas. Esto se debe a distintos factores como el tamaño del proyecto, el tipo de contratación adoptada, el grado de complejidad de la arquitectura u otros.

Es de esperar que para proyectos de grandes extensiones de terreno que incluyan varios metros construidos se presente un mayor número de consultas. Pero también existen proyectos distintos como el caso del Proyecto A donde se han generado un gran número de consultas porque el cliente decidió acelerar el proceso de diseño – construcción, con lo cual el intercambio de información entre constructor y supervisor es constante. En los demás proyectos el número de consultas únicamente ha estado relacionado al tamaño y complejidad del proyecto.



**Figura 7. 1. Número de Solicitudes de Información (RFI) por proyecto.**

Fuente: Elaboración propia

Luego de la revisión de las Solicitudes de Información se ha exceptuado algunas consultas, que en su contenido incluían las siguientes características:

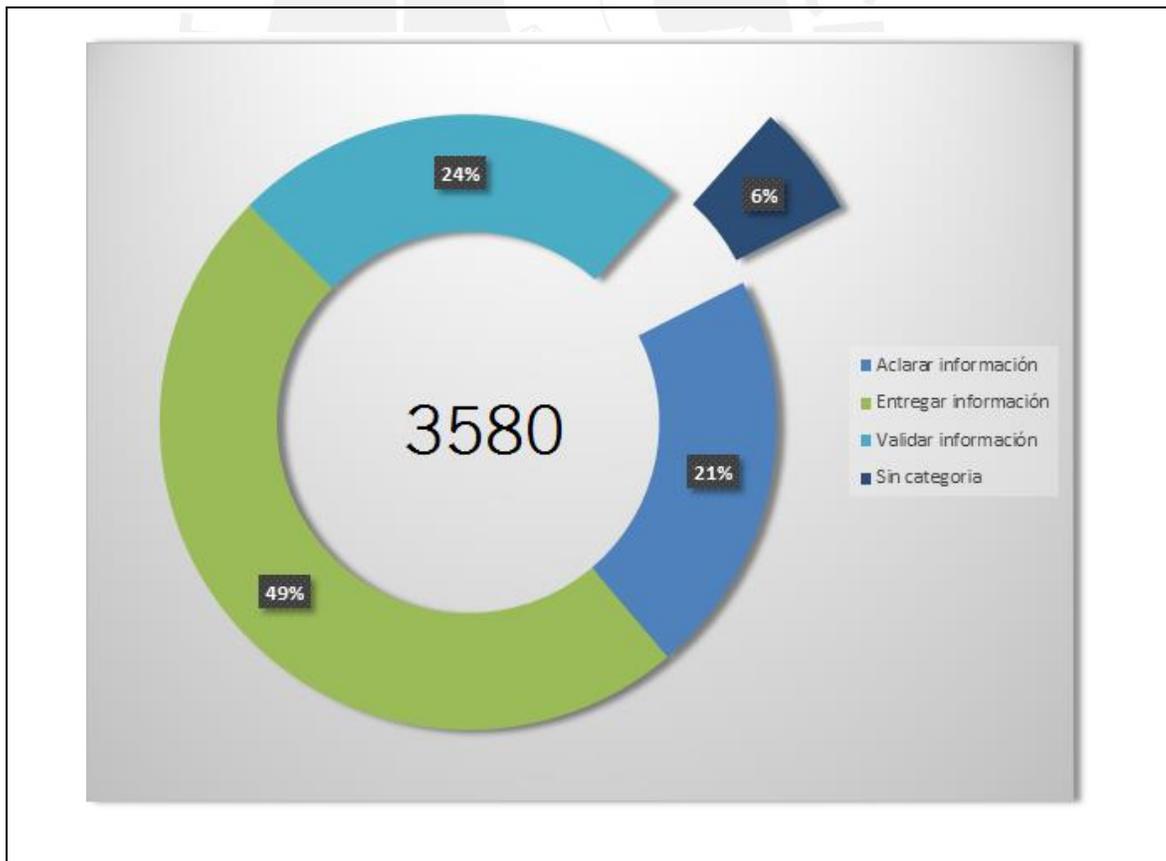
- a.1** Consultas que se realizan en base a planos de versiones antiguas. En este caso no son consideradas tampoco para su solución durante el proceso constructivo. Cada uno de los involucrados del proyecto debería estar al tanto de las modificaciones o actualizaciones dentro del proyecto.
- b.1** Consultas que contengan una descripción insuficiente del problema o que la consulta haya sido descrita en un documento adjunto.
- c.1** Información que actualmente ya es parte del proyecto. Se ha observado que algunos contratistas no revisan el total de los archivos del proyecto.

d.1 Consultas donde la clasificación inicial del tipo de elemento según UNIFORMAT se haya realizado de manera inadecuada. Por ejemplo, cuando se consulta sobre el armado de losas, en el proceso de acabados de losa.

e.1 Consultas repetidas o que hagan referencia sobre un mismo tema.

## 7.2. Resultados tipo o naturaleza de consulta

Luego de exceptuar las consultas según el criterio establecido anteriormente y de emplear la forma de clasificación de tipo o naturaleza de consulta establecido en el capítulo 6 de esta investigación se procedió a filtrar el total de consultas. El resultado final de este trabajo se resume en siguientes gráficas estadísticas de las Figuras 7.2 y 7.3.

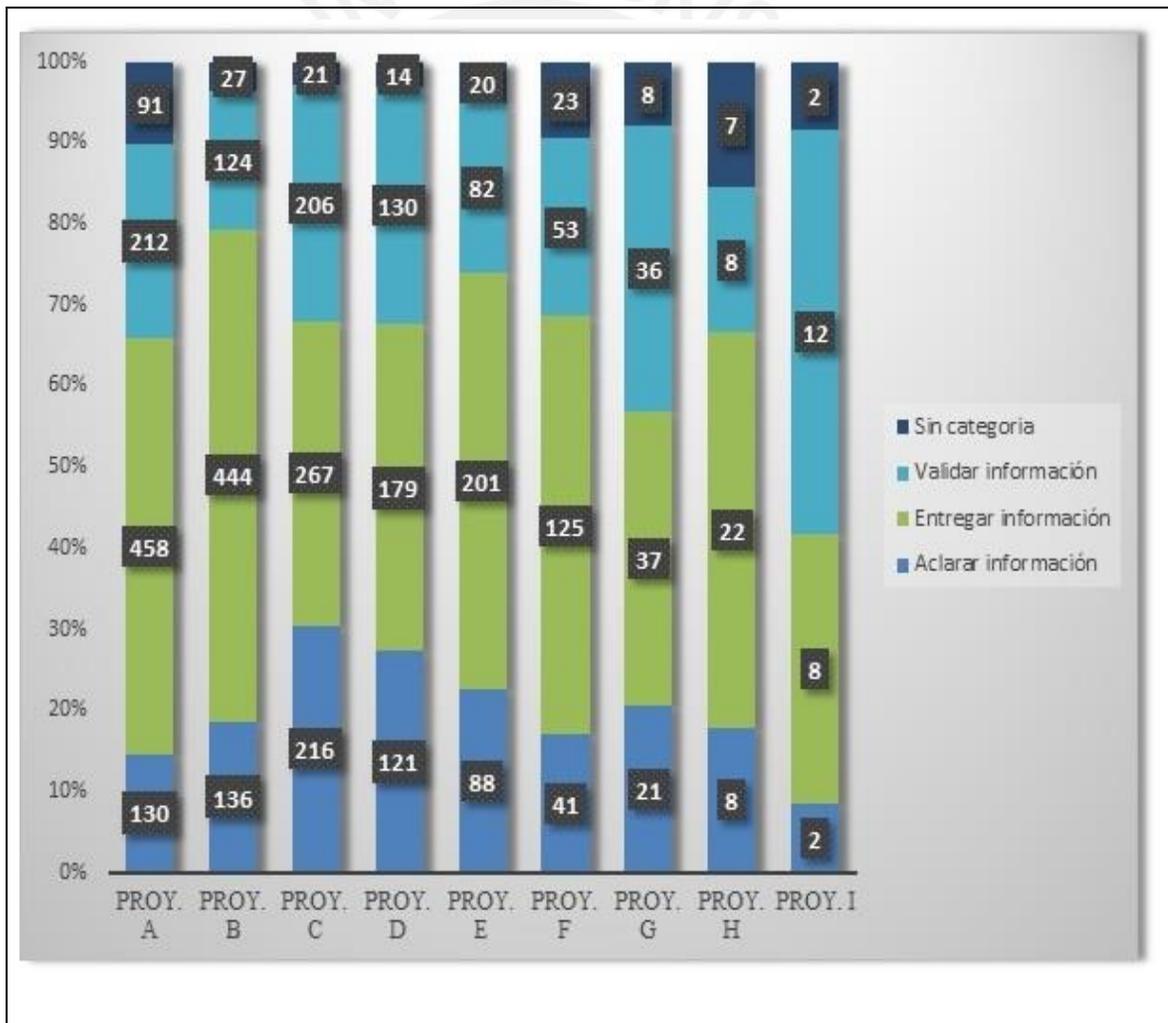


**Figura 7. 2. Clasificación de las consultas totales según naturaleza RFI's**

Fuente: Elaboración propia

En esta figura podemos observar que se excluye un 6% del total de información porque dichas consultas no cumplen con las consideraciones establecidas. Se observa también que aproximadamente el 50% del total de consultas son de tipo de entrega de información.

El 24 % que se muestra en el grafico es para validar información y 21% para aclarar información. De lo cual se infiere **que el mayor uso que se le da a los RFI's es para solicitar información correspondiente al alcance del proyecto.**



**Figura 7. 3. Clasificación según naturaleza consulta por proyecto**

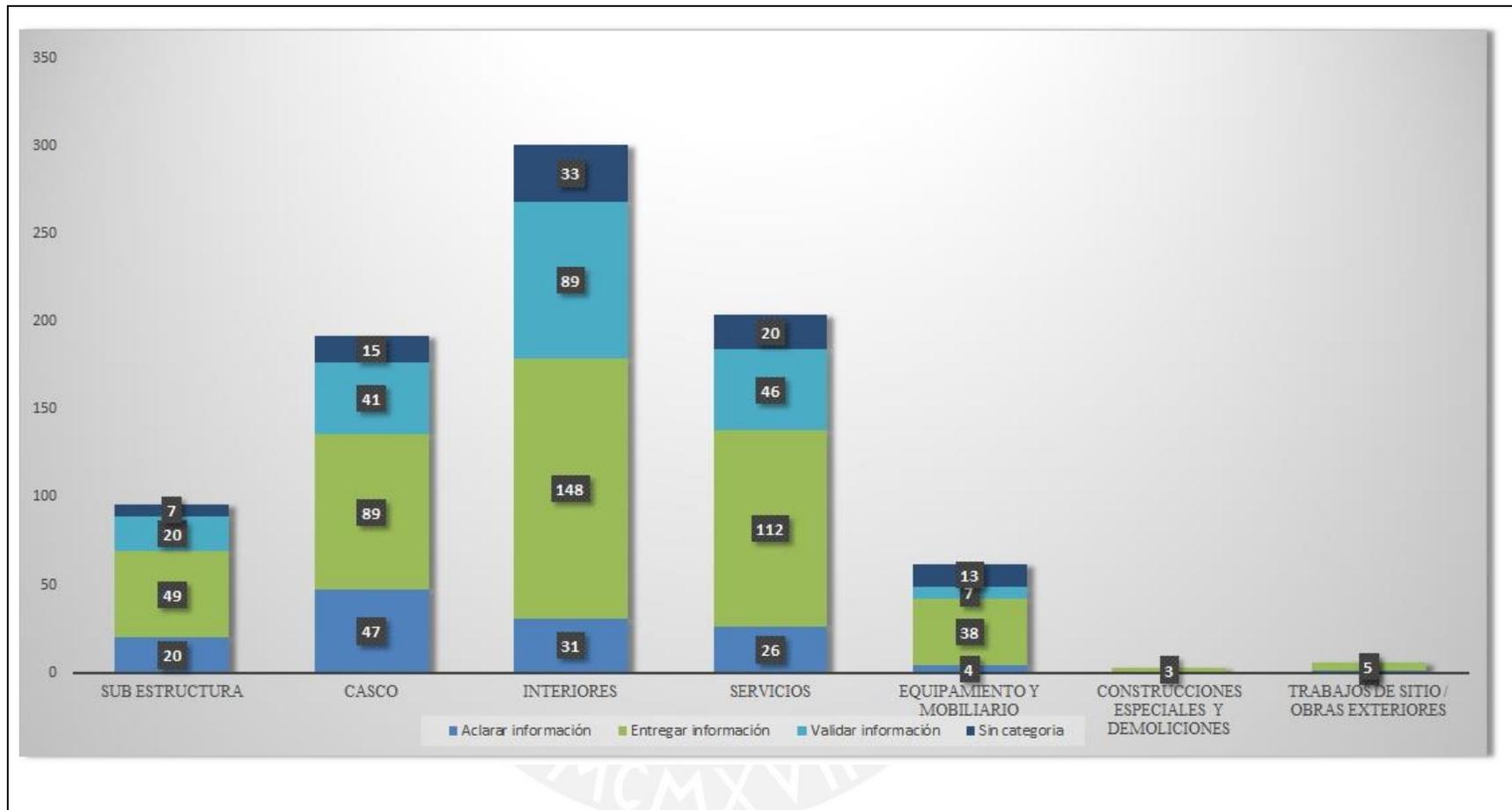
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 7.3 encontramos la clasificación según tipo de consulta por cada proyecto. Como se observa el proyecto A, cuenta con una mayor cantidad de consultas sin categoría, como es el proyecto con mayores consultas está sujeto a una mayor cantidad de consultas incorrectas.

Este procedimiento se ha realizado para cada uno de los proyectos revisados.

A continuación a manera de ejemplo se mostrará la clasificación de consultas según su naturaleza para el Proyecto “A” la cual la encontramos en la Figura 7.4.

En el grafico también se observa que la mayor cantidad de consultas se suscita en la etapa Interiores (trabajos de arquitectura), esta afirmación es similar a la indicada por Tilley (1997), quien indica que la mayor cantidad de consultas dentro de los proyecto de construcción se producen en esta dicha etapa, porque es ahí donde ese cuenta con un mayor número de detalles.



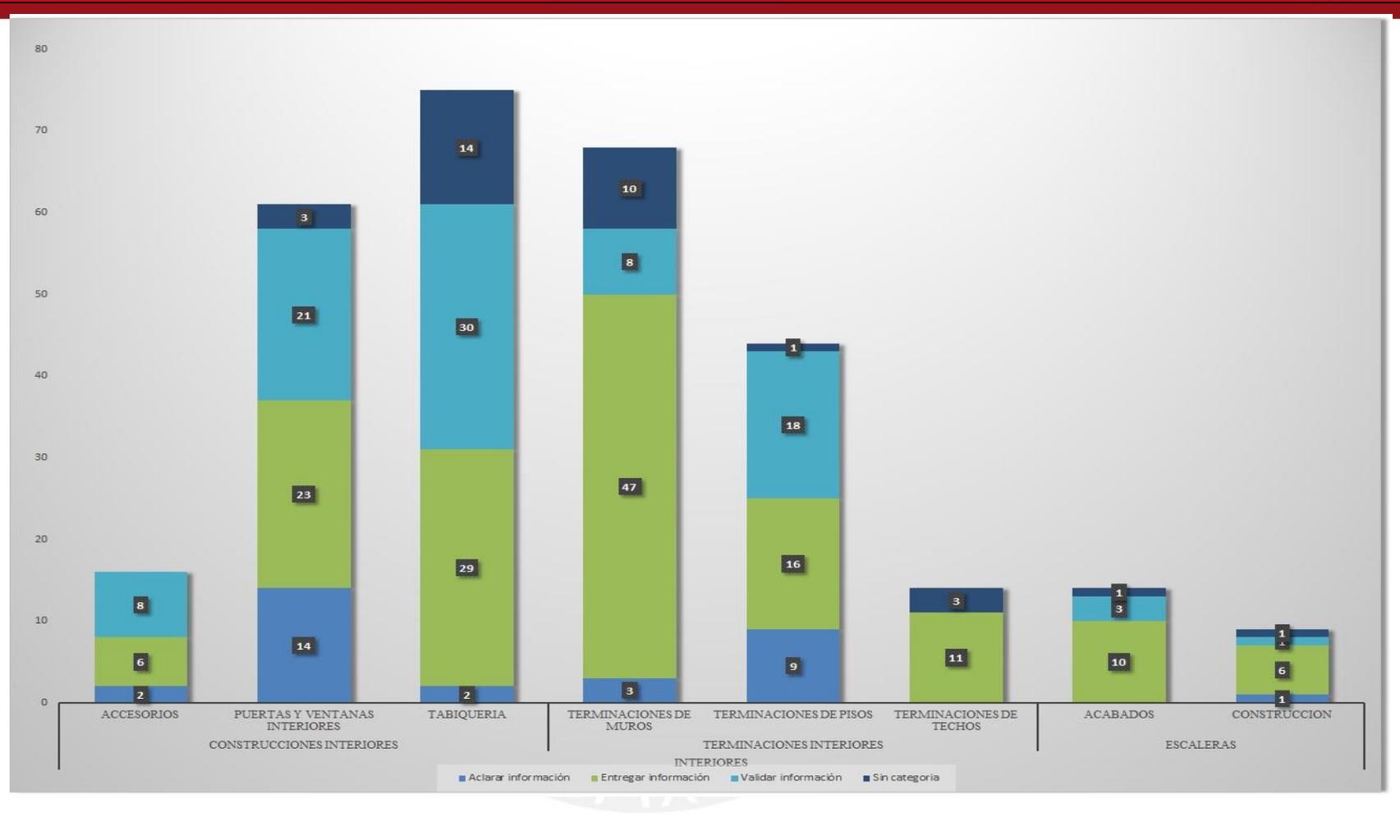
**Figura 7. 4. Clasificación según naturaleza de consultas en sistemas del proyecto A**

Fuente: Elaboración propia

Si seguimos ampliando la información y solo nos centramos en observar el sistema Interiores del mismo proyecto tendremos como resultado la Figura 7.5 en la cual podemos observar que el mayor número de consultas lo conforma información del tipo de **Entregar y Validar Información**, de lo cual podemos deducir que durante la construcción de este proyecto se ha realizado constantes cambios y actualizaciones a los documentos contractuales.

Esta afirmación es correcta, anteriormente se mencionó que por requerimientos del cliente dentro del Proyecto A se manejó en paralelo el proceso de ingeniería y construcción.





**Figura 7. 5. Clasificación según naturaleza de consulta dentro de Interiores del proyecto A**

Fuente: Elaboración propia

A modo de resumen para el proyecto A en la Tabla 7.1 se indican el porcentaje de consultas separadas y clasificadas por tipo de consulta y para cada elemento organizado según UNIFORMAT, este tema fue revisado en el capítulo 4 de esta investigación.

**Tabla 7. 1. Clasificación de elementos de construcción - Sub Estructura**

UNIFORMAT II	Aclarar información	Entregar información	Validar información	Sin categoría	Total Consultas
Sub estructura	2.23%	5.47%	2.23%	0.78%	10.73%
Cimentación	0.78%	1.79%	0.89%	0.22%	3.69%
Cimentación especial	0.11%	0.22%	0.00%	0.00%	0.34%
Cimentación normal	0.67%	1.45%	0.89%	0.22%	3.24%
Losa sobre terreno	0.00%	0.11%	0.00%	0.00%	0.11%
Construcción del Sótano	1.45%	3.69%	1.34%	0.56%	7.04%
Elementos horizontales	1.34%	1.79%	0.67%	0.22%	4.02%
Elementos verticales	0.11%	1.79%	0.67%	0.34%	2.91%
Reservorios enterrados	0.00%	0.11%	0.00%	0.00%	0.11%
Casco	5.25%	9.94%	4.58%	1.68%	21.45%
Súper estructura	5.03%	7.93%	4.13%	1.68%	18.77%
Azotea (estructuras de cubierta)	0.00%	0.00%	0.00%	0.11%	0.11%
Elementos horizontales	3.69%	4.02%	2.91%	0.78%	11.40%
Elementos inclinados rampas)	0.00%	0.22%	0.00%	0.00%	0.22%
Elementos verticales	1.34%	3.69%	1.23%	0.78%	7.04%
Cerramientos exteriores	0.22%	1.68%	0.45%	0.00%	2.35%
Muros exteriores	0.11%	1.56%	0.34%	0.00%	2.01%
Ventanas exteriores	0.11%	0.11%	0.11%	0.00%	0.34%
Cubiertas	0.00%	0.34%	0.00%	0.00%	0.34%
Coberturas de techo	0.00%	0.34%	0.00%	0.00%	0.34%
Interiores	3.46%	16.54%	9.94%	3.69%	33.63%
Construcciones Interiores	2.01%	6.48%	6.59%	1.90%	16.98%
Accesorios	0.22%	0.67%	0.89%	0.00%	1.79%
Puertas y ventanas interiores	1.56%	2.57%	2.35%	0.34%	6.82%
Tabiquería	0.22%	3.24%	3.35%	1.56%	8.38%
Escaleras	0.11%	1.79%	0.45%	0.22%	2.57%
Acabados	0.00%	1.12%	0.34%	0.11%	1.56%
Construcción	0.11%	0.67%	0.11%	0.11%	1.01%
Terminaciones Interiores	1.34%	8.27%	2.91%	1.56%	14.08%
Terminaciones de muros	0.34%	5.25%	0.89%	1.12%	7.60%
Terminaciones de pisos	1.01%	1.79%	2.01%	0.11%	4.92%

UNIFORMAT II	Aclarar Información	Entregar información	Validar información	Sin categoría	Total Consultas
Terminaciones de techos	0.00%	1.23%	0.00%	0.34%	1.56%
Servicios	2.91%	12.51%	5.14%	2.23%	22.79%
HVAC	0.45%	0.34%	0.11%	0.11%	1.01%
Otros sistemas HVAC y equipos	0.34%	0.00%	0.00%	0.11%	0.45%
Sistema de distribución	0.11%	0.11%	0.00%	0.00%	0.22%
Sistema de generación de frio	0.00%	0.22%	0.00%	0.00%	0.22%
Terminales y unidades compactas	0.00%	0.00%	0.11%	0.00%	0.11%
Instalaciones eléctricas	1.23%	5.81%	2.23%	0.89%	10.17%
Comunicación y seguridad	0.11%	1.34%	0.11%	0.00%	1.56%
Iluminación y cableado	0.34%	1.01%	0.56%	0.00%	1.90%
Otros servicios eléctricos	0.00%	1.45%	0.56%	0.22%	2.23%
Sistema eléctrico de distribución	0.78%	2.01%	1.01%	0.67%	4.47%
Instalaciones sanitarias	1.01%	5.36%	2.23%	1.23%	9.83%
Aparatos sanitarios	0.11%	0.67%	0.22%	0.00%	1.01%
Desecho sanitario (desagüe)	0.56%	2.12%	0.78%	0.67%	4.13%
Distribución sanitaria (agua)	0.34%	1.68%	0.89%	0.34%	3.24%
Otros sistemas	0.00%	0.89%	0.34%	0.22%	1.45%
Protección contra incendios	0.11%	0.56%	0.56%	0.00%	1.23%
Otros Sistemas de Protección Contra incendios	0.00%	0.45%	0.45%	0.00%	0.89%
Sistema de montantes y mangueras	0.11%	0.11%	0.11%	0.00%	0.34%
Transporte mecánico	0.11%	0.45%	0.00%	0.00%	0.56%
Elevadores y ascensores	0.11%	0.22%	0.00%	0.00%	0.34%
Escaleras y rampas mecánicas	0.00%	0.11%	0.00%	0.00%	0.11%
Otros sistemas de transporte	0.00%	0.11%	0.00%	0.00%	0.11%
Equipamiento y mobiliario	0.45%	4.25%	0.78%	1.45%	6.93%
Equipamiento	0.45%	3.69%	0.67%	1.23%	6.03%
Equipamiento comercial	0.00%	1.34%	0.00%	0.22%	1.56%
Equipamiento institucional	0.11%	0.45%	0.11%	0.34%	1.01%
Equipamiento otros	0.34%	1.90%	0.56%	0.67%	3.46%
Mobiliario	0.00%	0.56%	0.11%	0.22%	0.89%
Mobiliario fijo	0.00%	0.56%	0.11%	0.22%	0.89%
Construcciones especiales y demoliciones	0.00%	0.34%	0.00%	0.00%	0.34%
Construcciones especiales	0.00%	0.34%	0.00%	0.00%	0.34%
Estructuras especiales	0.00%	0.11%	0.00%	0.00%	0.11%
Sistemas de construcción especiales	0.00%	0.22%	0.00%	0.00%	0.22%
Trabajos de Sitio / Obras exteriores	0.11%	0.56%	0.00%	0.00%	0.67%

UNIFORMAT II	Aclarar Información	Entregar información	Validar información	Sin categoría	Total Consultas
Mejoras de sitio	0.11%	0.56%	0.00%	0.00%	0.67%
Obras ornamentales	0.11%	0.22%	0.00%	0.00%	0.34%
Paisajismo	0.00%	0.11%	0.00%	0.00%	0.11%
Veredas	0.00%	0.22%	0.00%	0.00%	0.22%
General	0.00%	0.45%	0.00%	0.00%	0.45%
General	0.00%	0.45%	0.00%	0.00%	0.45%
Obras provisionales	0.00%	0.22%	0.45%	0.00%	0.67%
Obras provisionales y preliminares	0.00%	0.22%	0.45%	0.00%	0.67%
Otros	0.11%	1.34%	0.56%	0.34%	2.35%
Servicios eléctricos de sitio	0.00%	0.56%	0.34%	0.11%	1.01%
Comunicación y seguridad de sitio	0.00%	0.11%	0.00%	0.00%	0.11%
Otros servicios eléctricos de sitio	0.00%	0.45%	0.22%	0.00%	0.67%
Sistema de utilización	0.00%	0.00%	0.11%	0.11%	0.22%
Servicios mecánicos de sitio	0.11%	0.78%	0.22%	0.22%	1.34%
Distribución de combustibles	0.00%	0.45%	0.11%	0.22%	0.78%
Distribución de frío	0.11%	0.11%	0.00%	0.00%	0.22%
Otros servicios mecánicos de sitio	0.00%	0.22%	0.11%	0.00%	0.34%
<b>Total Consultas</b>	<b>14.53%</b>	<b>51.62%</b>	<b>23.69%</b>	<b>10.17%</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados que se han obtenido son los que figuran en la tabla 7.1. Es hasta este punto se han obtenido resultados donde se puede identificar el tipo o naturaleza de consulta. Las conclusiones que se infieren a partir de estos resultados son aspectos genéricos sobre la información total.

El uso de este tipo de la clasificación está centrada en etiquetar las consultas, con la finalidad de mejorar el tiempo – respuesta y prioridad por consultas.

Se comentó anteriormente que al no contar inicialmente con un sistema similar de clasificación se encontraron varias consultas muy genéricas, que contenían gran cantidad de texto para solicitar cosas puntuales.

### **7.3. Resultados clasificación específica de consulta**

En el capítulo 6, de la presente investigación, se logró establecer un conjunto de matrices con consultas específicas por cada elemento constructivo. A continuación se mostrarán los resultados que se ha obtenido a raíz del segundo análisis al total de consultas.

Cabe recordar que la finalidad de este segundo análisis es determinar cuáles son las consultas recurrentes dentro de un proyecto de construcción. Luego de reconocer cuales son las consultas que se reiteran se propondrán algunas recomendaciones para mejorar la calidad de planos en futuros proyectos.

Se hace uso de la regla de Pareto. El 80% de las consultas producidas, son a causa del 20 % de los componentes mencionados. En la Tabla 7.2 podemos observar cuales son los elementos donde se tienen mayor cantidad de consultas. Es exactamente en estos componentes donde se deben concentrar los esfuerzos para realizar una correcta revisión de planos antes de empezar con la construcción de la obra.

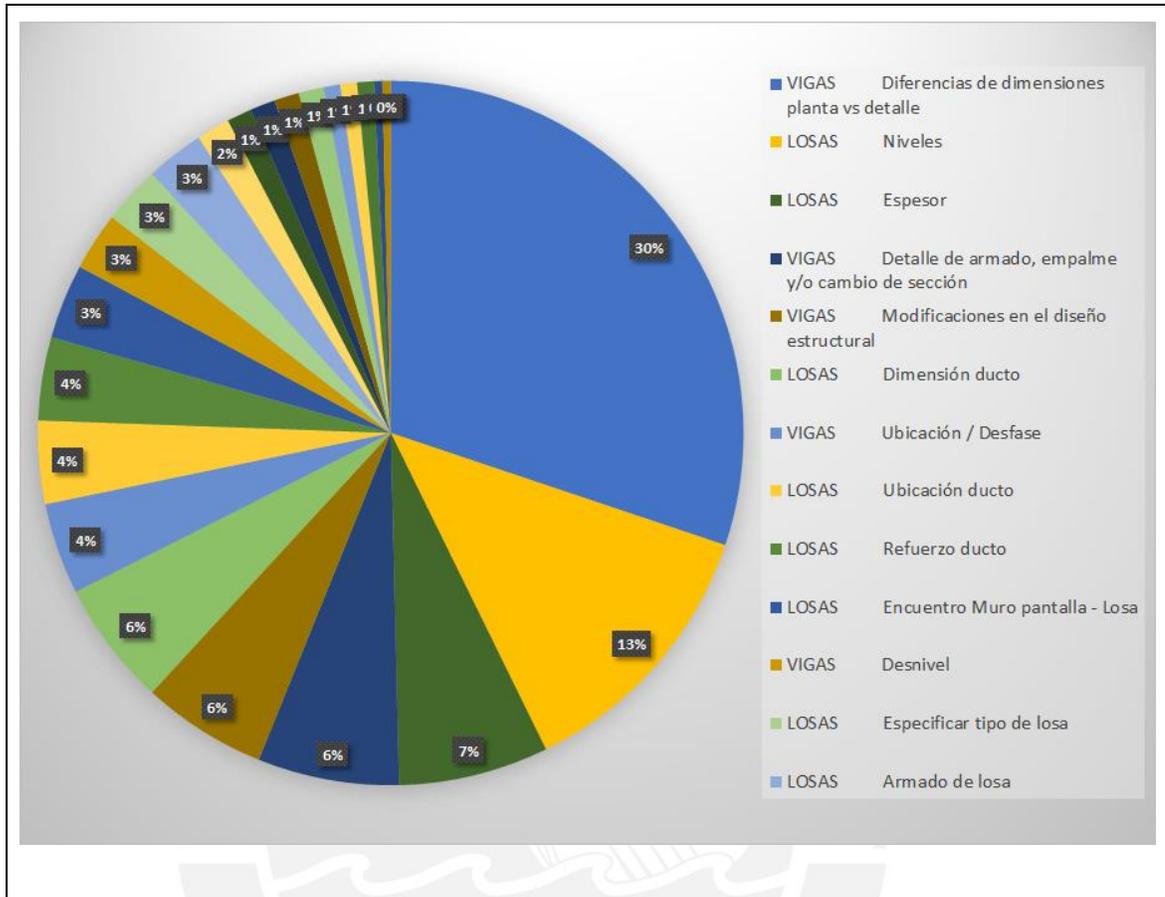
**Tabla 7. 2. Clasificación Pareto del total de consultas**

TIPO COMPONENTE	PORCENTAJE DE CONSULTAS
Elementos Horizontales	18.93%
Elementos Verticales	13.15%
Tabiquerías	11.05%
Sistema Eléctrico de Distribución	6.07%
Elementos Inclinados	5.35%
Terminaciones de pisos	5.13%
Terminaciones de muros	4.19%
Puertas Interiores	3.97%
Iluminación y Cableado de tomacorrientes y fuerza	3.76%
Desecho Sanitario	3.54%
Cimentación Normal	2.89%
Terminaciones de techos	2.89%
Aspersores ( <i>Sprinklers</i> )	2.89%

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla se puede observar que los tres primeros componentes concentran aproximadamente el 43% del total de consultas. En seguida se revisará cuáles son las consultas específicas recurrentes en cada uno de estos componentes.

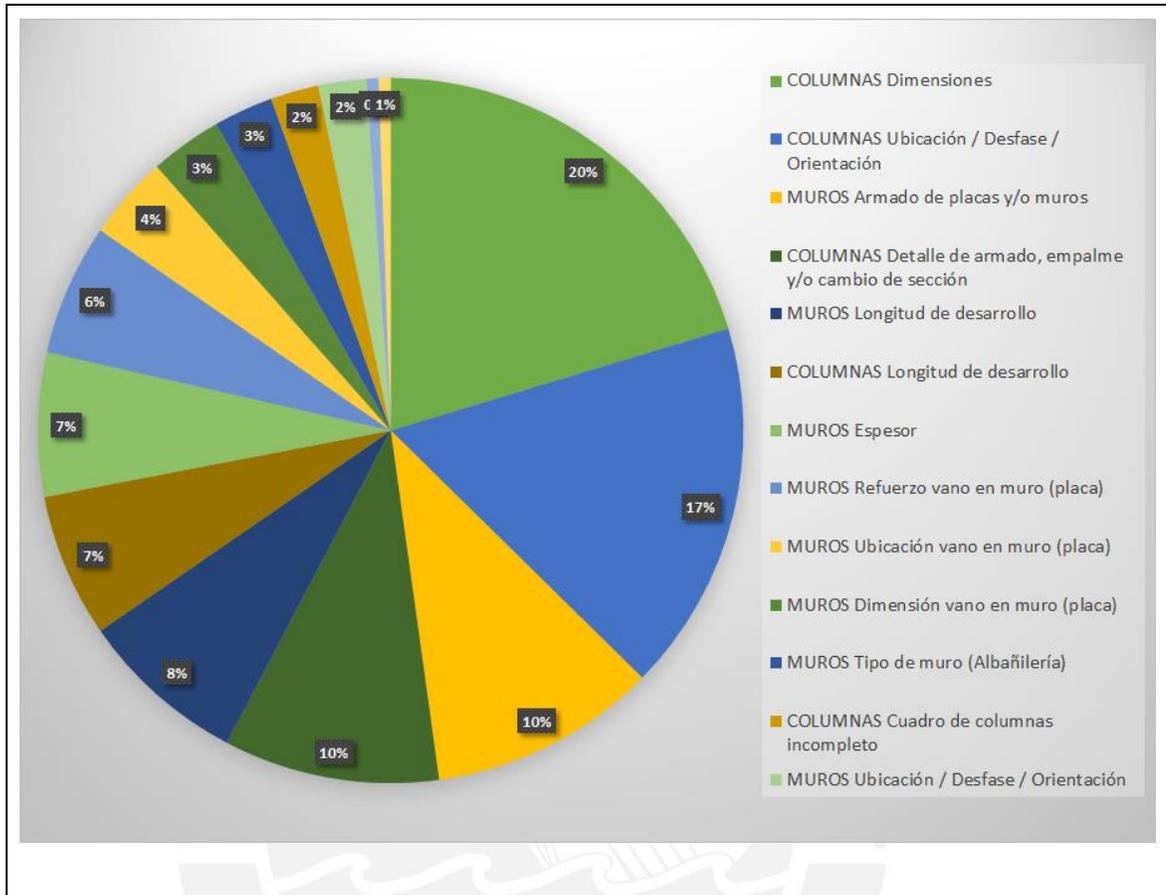
En la Figura 7.6 podemos observar que 30% del total de consultas en el componente **Elementos Horizontales es en referencia a las vigas**, específicamente las consultas se dan porque se encuentran diferencia entre las dimensiones indicadas en los planos de estructuras, entre la vista en planta y el detalle de viga (vista transversal). También, el 13% de consultas en este componente es referente al nivel indicado en las losas. Porque en muchos casos este valor se omite o no existe compatibilidad de medidas entre los planos de estructuras y arquitectura; lo mismo sucede con el 7% de estas consultas que se refiere al espesor de losas.



**Figura 7. 6. Clasificación específica de consulta - componente elementos horizontales**

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 7.7 podemos observar que el 20% del total de consultas en el componente: **Elementos Verticales** corresponde a la **diferencias en las dimensiones de las columnas** que se encuentran en los planos de las diferentes especialidades. Mientras que el 17% de las consultas hacen referencia a un desfase de columnas o en su defecto a un cambio de orientación del mismo. De la misma manera se observa que un 20% de consultas se dan porque **no cuenta con detalles del armado longitudinal de acero en columnas y placas**. Se necesita de este detalle longitudinal para tener clara la disposición, doblado y empalme de los aceros en cada cambio de sección y a lo largo de su desarrollo.

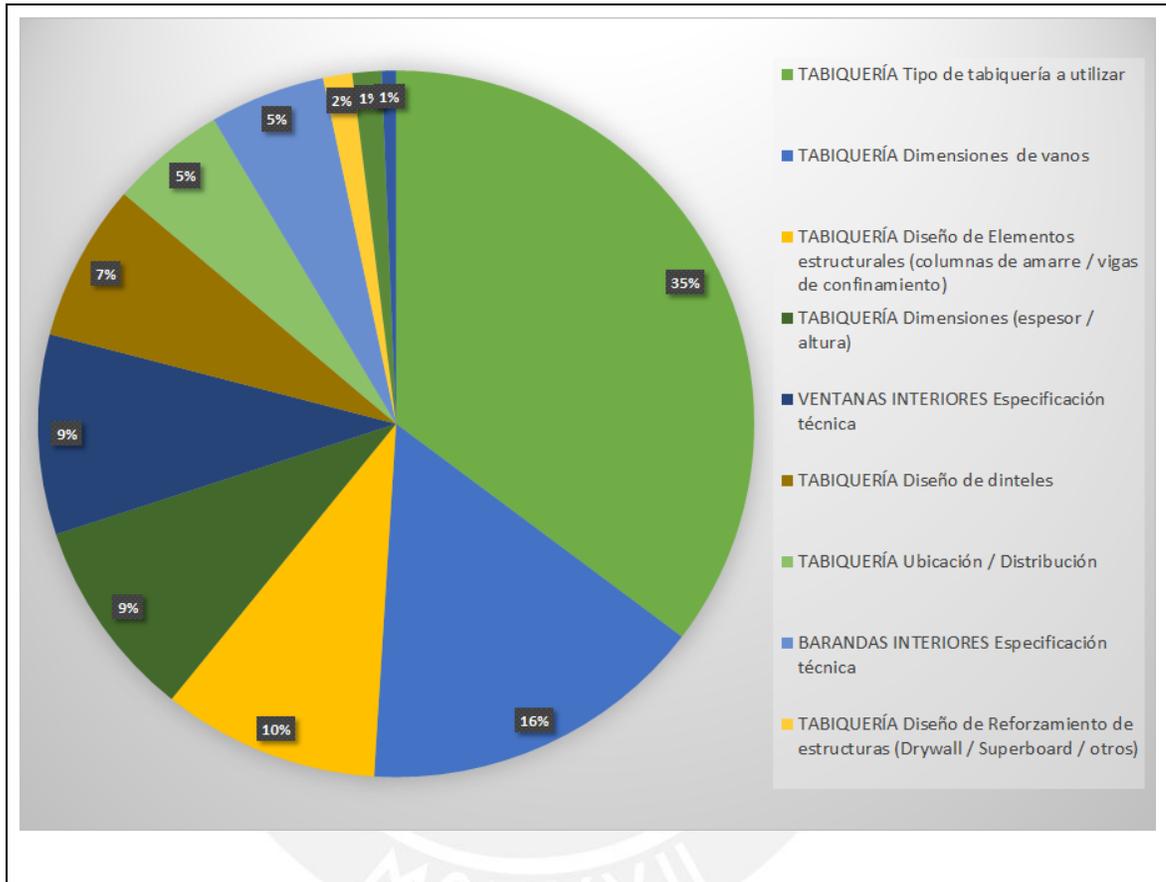


**Figura 7. 7. Clasificación específica de consulta - componente elementos verticales**

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 7.8 podemos observar que el 35% del total de consultas correspondientes al componente **Tabiquería** hacen referencia al tipo de tabique a utilizar. Esta cantidad de consultas se generan debido a que la información asociada a las especificaciones de cada tabique es distinta a las indicadas en planta en los planos de arquitectura. Del mismo modo se observa que 16% de las consultas son referentes a las dimensiones de los vanos en los tabiques. Se observa que las dimensiones indicadas en planta difieren de las proporcionadas en el cuadro de vanos. También que el 10% de consultas son concernientes sobre el diseño de columnas y de vigas de confinamiento.

En varios proyectos se deja a consideración del constructor utilizar columnetas y vigas de amarre típicas; pero, se debería indicar el diseño de estos elementos para muros superiores a 6 metros de altura o cuando sea necesario.



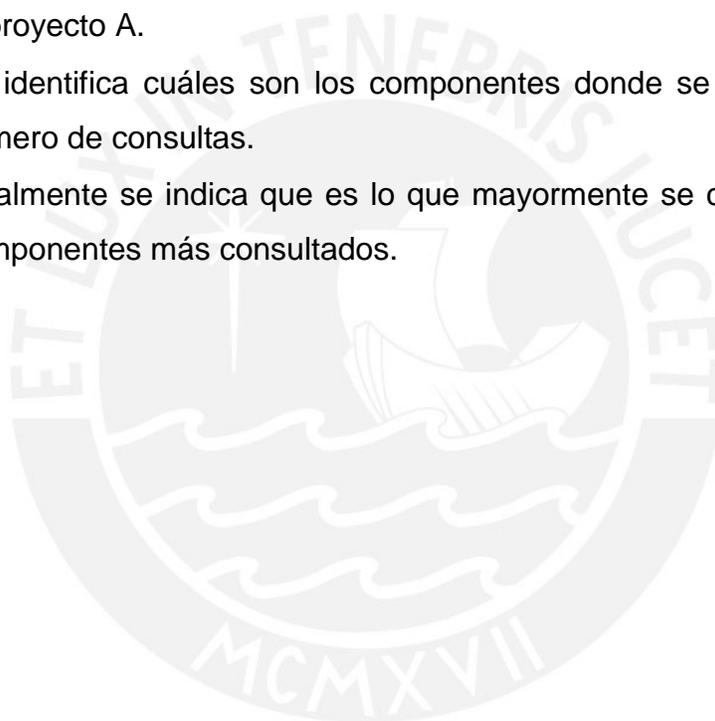
**Figura 7. 8. Clasificación específica de consulta - componente tabiquería**  
Fuente: Elaboración propia

Este desglose de información se podría realizar para cada uno de los componentes seleccionados en la Tabla 7.2, pero debido a la importancia de los resultados solo se han tomado estos tres ejemplos.

#### 7.4. Resumen del capítulo

El presente capítulo contiene los resultados obtenidos de la investigación.

- En la parte inicial se revisan la cantidad consultas que se manejaron por proyecto. luego a manera de ejemplo se toma los resultados obtenidos de la clasificación por naturaleza de consulta para el proyecto A.
- Luego de este primer procedimiento se muestran los resultados obtenidos se la clasificación por tipo de consulta específica también para el proyecto A.
- Se identifica cuáles son los componentes donde se registran el mayor número de consultas.
- Finalmente se indica que es lo que mayormente se consulta en los tres componentes más consultados.



## **CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **Revisión**

En la presente investigación se ha revisado temas relacionados a la forma, manejo e información importante contenida en las *Solicitaciones de Información* que se generan durante la construcción de un proyecto de edificaciones.

En la primera parte está la introducción general a la investigación. Seguidamente se revisaron los mecanismos de comunicación que son empleados recurrentemente dentro de los proyectos de construcción. En esta parte se mostraron cuáles son los flujos de comunicación que se generan entre los involucrados del proyecto, asimismo los tipos de información que transfieren en cada fase del proyecto.

En la segunda parte se revisaron las propuestas modernas para el manejo de información, se amplió información sobre el empleo de *Sistema de Gestión de Documentos Electrónicos*, que son sistemas modernos basados en el uso de Tecnologías de Información. Luego de ello, se expuso el tipo de clasificación de elementos más conveniente a emplear al momento de manejar proyectos de gran envergadura. En esta parte de la investigación se describen cada uno de los elementos y grupos de elementos. Luego, se revisan algunos conceptos de mejora continua que serán empleados con la finalidad de mejorar la calidad de planos.

En la tercera y última parte de la investigación se subdivide primero en el aporte de la investigación. El cual incluye la propuesta de clasificación por naturaleza de consulta, las matrices donde se identifican las consultas específicas y el plan de acción que incluye el *check list* para la mejora de la calidad de planos.

Luego se indican los resultados obtenidos después de realizar los análisis respectivos a la muestra empleada. Donde se determina cual es el 20% de componentes que generan el 80% de consultas. Del mismo modo, se determinad cuáles son los tres principales elementos consultas y las consultas específicas que se generan en cada uno de ellos.

En la parte final, se indica las conclusiones de la investigación y se determina algunas recomendaciones para futuros trabajos.



## Conclusiones

Una de las primeras conclusiones a la que se ha llegado con la investigación es que la administración de información por medios tradicionales es ineficiente, porque estos mecanismos no facilitan los trabajos necesarios para realizar estudios y obtener métricas que sean útiles para proponer mejoras.

En proyectos complejos donde se manejan grandes volúmenes de información, es necesario emplear medios que ahorren tiempo y que proporcionen confiabilidad (contar con la información actualizada en todo momento), es así que la mejor opción a utilizar son los Sistema de Gestión de Documentos Electrónicos (SGDE) dado que son mecanismos eficientes y con muchos beneficios para los usuarios.

El SGDE mejora la coordinación entre los involucrados del proyecto, facilita el manejo y transferencia de información y reduce el tiempo de respuesta porque es una plataforma basada en el uso de internet.

Del mismo se ha podido determinar cuáles son los principales problemas existentes en los documentos de los diferentes proyectos. Estos problemas son los que generan diariamente los grandes volúmenes de consultas. A continuación se indicarán cinco principales problemas ordenados de mayor a menor nivel de importancia.

### Problemas más comunes que se presentan

- Documentos contractuales incompletos o inadecuados.
- Errores u omisiones en planos del proyecto.
- Falta de comprensión de la información contractual por parte de los contratistas.
- Tiempo limitado para trabajar la fase de diseño de los proyectos.
- Cambio constante en el diseño del proyecto.

El autor de la investigación coincide con los estudios de otros autores (Alarcón y Mardones, 1998; Sadi y Sadiq, 2006; Couto, 2007) que han llegado a la conclusión que los **mayores problemas dentro de los proyectos de construcción se dan porque existen deficiencias en los documentos contractuales**. Por ello es ahí donde se deben proponer acciones de mejora.

La clasificación tipo UNIFORMAT revisada y empleada en esta investigación ha permitido obtener la base de datos de consultas a emplear, del mismo modo el definir todos y cada uno de los elementos constructivos que conforman este ordenamiento ha servido para posteriormente determinar las consultas específicas en cada caso.

La clasificación denominada “*Naturaleza de consulta*” sintetiza la información que está contenida en el cuerpo de cada consulta. En consecuencia resume que es lo que se quiere preguntar o comunicar en cada consulta. Este sencillo procedimiento de otorgarle palabras claves a cada consulta permite ahorrar más tiempo para entender lo que se está consultando. Del mismo modo permite establecer un orden de prioridades al responder cada una de las consultas.

La clasificación específica de consulta es la última categoría empleada, esta categoría ha permitido establecer cuáles son las consultas recurrentes por cada elemento constructivo.

La clasificación que proponemos también contribuye a establecer cuáles son los elementos donde se produce la mayor cantidad de consultas. En el caso del análisis realizado se puede determinar que el **mayor número de consultas se concentraba en elementos horizontales, elementos verticales y detalles de tabiquería**.

De esta misma base de datos analizados se muestra las 5 consultas más recurrentes encontradas anexadas al porcentaje total de consultas, estas son:

- I. 3.97% de consultas son referidas a las especificaciones técnicas de puertas (color, material u otros)
- II. 3.90% consultas son referidas al tipo de tabiquería a utilizar.
- III. 3.54% de las consultas se dan porque se encuentran incompatibilidades con la sección de vigas y su respectivo desarrollo.
- IV. 3.32% de las consultas se hacen en referencia a las especificaciones técnicas de tableros, planos de diseño, dimensiones y dispositivos internos.
- V. 2.67% de las consultas son en referencia al tipo de acabado que tendrán los pisos

La información obtenida de las consultas ha permitido desarrollar un listado de recomendaciones (Anexo III) que pretende mejorar el procedimiento de revisión de planos antes de que estos lleguen a obra.

Se ha trabajado también una nueva versión del aplicativo web para realizar los procedimientos rutinarios de solución de RFI's, esta nueva versión del aplicativo incluye las categorías revisadas en esta investigación. El uso correcto de esta nueva herramienta pretende optimizar los tiempos de respuesta y ordenar esta información para futuras investigaciones. Cabe resaltar que este aplicativo es de bajo presupuesto y puede ser utilizado en cualquier tipo de empresa.

## Recomendaciones

Para el proceso de análisis de información en esta investigación se ha empleado procedimientos de revisión manuales para la clasificación de datos, en un futuro sería recomendable hacer un procesos de minería de datos (*Data Mining*) para agilizar el muestreo de la información.

La información relacionada a la investigación proviene de industrias de construcción desarrolladas en diferentes países. Se espera que en los próximos años se cuente con información propia de nuestro mercado.

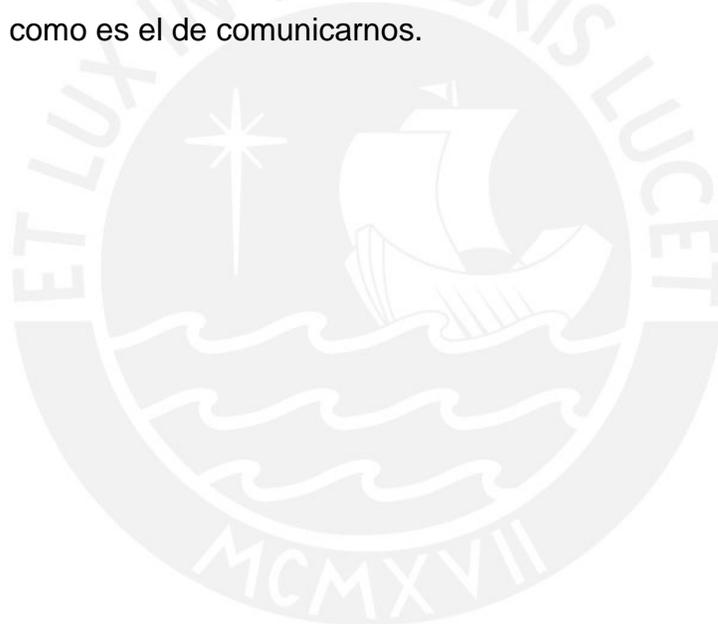
Para futuras investigaciones se recomienda emplear este tipo mecanismo de manejo de consultas apoyado gráficamente en un modelo 3D de la edificación, esto permitirá contar con mejor ubicación espacial de los elementos constructivos.

Actualmente para facilitar este procedimiento se emplean modelos BIM (*Building Information Modeling*) de edificios, para acelerar el proceso de compatibilización de planos. En un futuro se espera que se vincule la propuesta de mejora de revisión de planos con este procedimiento.

En la actualidad la empresa que brindó la información para ser empleada en este trabajo ha desarrollado una nueva versión del aplicativo para el manejo de consultas que está basado en los resultados a raíz de esta investigación. Este aplicativo está siendo utilizado por más de diez proyectos, se espera que cuanto se tenga una muestra superior a cincuenta proyectos se revalúen las categorías empleadas.

Esta investigación puede ser tomada como un *input* para empezar a conservar consultas que puedan servir como lecciones aprendidas para futuros proyectos. Este proceso de recopilación de información se debe dar con un formato establecido donde se incluya información resumida del problema – solución junto con documentos como planos, fotos u otros.

Finalmente al tratar esta investigación sobre un tema relacionado con los mecanismos de comunicación y de promover una cultura de calidad puede servir como referencia para cualquier otra industria o campo del conocimiento donde se quiera identificar cuáles son sus principales problemas a tareas cotidianos como es el de comunicarnos.



## CAPÍTULO IX: BIBLIOGRAFÍA

---

AHCOM Juanid.

- (2002). *Design – Construction Interface Dissonance*. College of Environmental Design, King Fahd University of Petroleum and Minerals. Arabia Saudita. Artículo web [Fecha de consulta: 18 de septiembre del 2013]  
<[http://faculty.kfupm.edu.sa/CEM/assaf/Students\\_Reports/D  
esign-Construction-Interface.doc](http://faculty.kfupm.edu.sa/CEM/assaf/Students_Reports/Design-Construction-Interface.doc)>

ALARCÓN L. y MARDONES D.

- (1998). *Improving the design – construction interface*. Proceedings IGLC. Guaruja, Brazil. Artículo web [Fecha de consulta: 23 de septiembre del 2013]  
<[http://www.ce.berkeley.edu/~tommelein/IGLC-  
6/AlarconAndMardones.pdf](http://www.ce.berkeley.edu/~tommelein/IGLC-6/AlarconAndMardones.pdf)>

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS

- (2009). *NORMA ASTM E1557. Standard Classification for Building Elements and Related Sitework – UNIFORMAT II*,  
<<http://www.astm.org/Standards/E1557.htm>>

ANDREWS William

- (2005). *RFI recomendations*, Modern Steel Construction [Fecha de consulta: 2 de septiembre del 2013]  
<[http://www.modernsteel.com/Uploads/Issues/October\\_200  
5/30746\\_rfi\\_web.pdf](http://www.modernsteel.com/Uploads/Issues/October_2005/30746_rfi_web.pdf)>

ASOCIACIÓN AMERICANA DE GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

- (2004) *FMI/CMAA Fifth Annual Survey of Owners*. Estudio de la Construcción en Estados Unidos [en línea] 2004, [Fecha de consulta: 23 de agosto del 2013]  
<[http://www.cmaafoundation.org/files/surveys/2004-  
survey.pdf](http://www.cmaafoundation.org/files/surveys/2004-survey.pdf)>

BJÖRK, BO-CHRISTER.

- (2002). *The Impact of Electronic Document Management on Construction Information Management*. Proceedings of the International Council for Research and Innovation in Building and Construction CIB w78 conference, Aarhus School of Architecture, 12 – 14 June 2002

BJÖRK, BO-CHRISTER

- (2003). *Electronic document management in construction - research issues and results*, ITcon Vol. 8, pg. 105-117, [Fecha de consulta: 26 de agosto de 2013]  
<[http://www.itcon.org/data/works/att/2003\\_9.content.04687.pdf](http://www.itcon.org/data/works/att/2003_9.content.04687.pdf)>

CHARETTE R. Y MAESHALL H.

- (1999). *UNIFORMAT II Elemental Classification for Building Specifications, cost estimating and Cost Analysis*, National Institute Of Standars And Technology [Fecha de consulta: 18 de septiembre del 2013]  
<<http://fire.nist.gov/bfrlpubs/build99/PDF/b99080.pdf>>

COUTO J.P.

- (2007). *Establishing measures to improve design quality in the Portuguese construction industry*. Departamento de Engenharia Civil, University of Minho, Guimarães, Portugal. Artículo web [Fecha de consulta: 24 de septiembre del 2013]  
<<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/8019>>

FERRADA, X., SERPELL, A..

- (2009) *La Gestión del Conocimiento y la Industria de la Construcción* Revista de la Construcción [en línea] 2009, 8.: [Fecha de consulta: 20 de agosto del 2013]  
< <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=127612575005> >

FORCADA MATHEU, Nuria

- (2005) *Life cycle document management system for construction*. Tesis de Doctorado en Ingeniería de la Construcción. Barcelona: Universidad Politécnica De Catalunya, Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Terrassa Departament d'Enginyeria de la Construcció [Fecha de consulta: 20 de julio del 2013] <<http://www.tesisenred.net/handle/10803/6160?show=full> >

HANVEY, C. L.

- (2007). *Design Documents and Design – Related Claims*. Interface Consulting, Artículo web [Fecha de consulta: 4 de septiembre de 2013] <<http://www.interface-consulting.com/articles/design-documents-and-design-related-claims/>>

HENDRICKSON, Chris

- (1998) “The Project Life Cycle”, *Project Management for Construction*. Pittsburgh: Department of Civil and Environmental Engineering, Carnegie Mellon University, Second Edition prepared for world wide web publication in 2000, Capitulo 2. [Fecha de consulta: 05 de agosto del 2013] <[http://pmbok.ce.cmu.edu/01\\_The\\_Owners'\\_Perspective.html](http://pmbok.ce.cmu.edu/01_The_Owners'_Perspective.html)>.

HERNÁNDEZ JOSÉ

- (2012). *Efectos que un ambiente de trabajo basado en facetas de la responsabilidad produce sobre la mejora continua: el orden y el cumplimiento de los estándares*. Tesis Doctoral para optar por el título de Doctor en Gobierno y Cultura de las Organizaciones. Universidad de Navarra, Instituto de Empresas y Humanismo. [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2013] <[http://dspace.unav.es/dspace/bitstream/10171/28183/1/TE\\_SIS%20FINAL%20v9.2.pdf](http://dspace.unav.es/dspace/bitstream/10171/28183/1/TE_SIS%20FINAL%20v9.2.pdf)>

HJELT, MATHIAS; BJÖRK, BO-CHRISTER.

(2006). *Experiences of EDM usage in construction projects*. ITcon Vol. 11, Special Issue e-Commerce in construction , pg. 113-125, [Fecha de consulta: 26 de agosto de 2013]  
<[http://www.itcon.org/data/works/att/2006\\_9.content.06879.pdf](http://www.itcon.org/data/works/att/2006_9.content.06879.pdf)>

HSU, ROBERTA L

(2006). Potential efficiency gains in the construction industry from the proper use of information technology. Thesis (M. Eng.)--Massachusetts Institute of Technology, Dept. of Civil and Environmental Engineering [Fecha de consulta: 02 de agosto de 2013]  
<<http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/34598#files-area>>

IMAI, M.

(1986). *Kaizen: The key to Japan's competitive success*. New York: Random House Business Division.

IMAI, M.

(1989). *Kaizen: La clave de la ventaja competitiva japonesa*. México, D.F.: CECSA.

KARLEN, I.

(1982) *Information methodology-information management*, Information study group, CIB Publications 65, Stockholm, 1982, 134– 175.

KWAKYE, A.A

(1997) *Construction Project Administration: In practice*. CIOB textbook series, Chartered Institute of Building Series, Great Britain, Longman [co-published with] the Chartered Institute of Building.

MAJID, A., ZAIMI, M., BABA, M., MOHAMED, M., Y HAKIM, A.

(2006) *Knowledge Management Framework for the Malaysian Construction Consulting Companies*. IRPA project vote no. 7432 <<http://eprints.utm.my/4121/1/74230.pdf>>

MAQSOOD, T.

(2006) *The Role of Knowledge Management in Supporting Innovation and Learning in Construction*. Tesis para optar al grado de Doctor en Filosofía, School of Business Information Technology, RMIT University.  
<<http://researchbank.rmit.edu.au/eserv/rmit:6223/Maqsood.pdf>>

MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS

(2013) *Estadísticas/ Política Economía y Social/ Productivas y reales/ Producto Bruto Interno (variación porcentual real)*. [Fecha de consulta: 07 de agosto del 2013]  
<[http://www.mef.gob.pe/index.php?option=com\\_content&view=article&id=266%3Aestadisticas&catid=136%3Aestadisticas&Itemid=100236&lang=es](http://www.mef.gob.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=266%3Aestadisticas&catid=136%3Aestadisticas&Itemid=100236&lang=es)>

MUNDAY, M.

(1978) *Education for information management in the construction industry*, HMSO, London, Report of a study by the University of Strathclyde for the Department of the Environment and the National Consultative Council of the Building and Civil Engineering Industries Standing Committee on computing and Data Coordination.

NEYRA GARCÍA, Luis

(2008) *Asegurando el valor en proyectos de construcción: un estudio de las técnicas y herramientas utilizadas en la etapa de diseño*. Tesis de bachillerato para optar por el título de Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Especialidad de Ingeniería Civil. [Fecha de consulta: 10 de agosto del 2013].  
<  
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/157>>

NITITHAMYONG, P.; Y SKIBNIEWSKI, M.

- (2004) Web-based construction project management systems: how to make them successful Automation in Construction, Vol. 13, pp. 491-506.

OHSAKI Y. y M. MIKUMO,

- (1985) *Computer-aided Engineering in the Construction Industry*, Engineering with Computers, vol. 1, no. 2, pp 87-88 [Fecha de consulta: 16 de agosto del 2013].  
<<http://link.springer.com/article/10.1007%2F01200067#page-1>>.

PATHIRAGE, C.; AMARATUNGA, D.; Y HAIGH, R.

- (2006) *Developing a business case to manage tacit knowledge within construction organizations*. Proceedings of Congress "Construction in the XXI century: Local and global challenges", Roma.

SADI A y SADIG A.

- (2006). *Causes of delay in large construction projects*. Construction Engineering and Management Department, King Fahd University of Petroleum and Minerals. Arabia Saudita. Artículo web [Fecha de consulta: 18 de septiembre del 2013]  
<[http://ipac.kacst.edu.sa/edoc/2006/156957\\_1.pdf](http://ipac.kacst.edu.sa/edoc/2006/156957_1.pdf)>

SALDIAS SILVA, Rodolfo

- (2010) *Estimación de los beneficios de realizar una coordinación digital de proyectos con tecnologías BIM*. Tesis de bachillerato para optar por el título de Ingeniero Civil, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas departamento de Ingeniería Civil.  
<[http://www.tesis.uchile.cl/bitstream/handle/2250/103904/cf-saldias\\_rs.pdf?sequence=3](http://www.tesis.uchile.cl/bitstream/handle/2250/103904/cf-saldias_rs.pdf?sequence=3)>

SOMMERVILLE, J.; Y CRAIG, N.

(2006) Implementing IT in Construction, Gran Bretaña: Taylor and Francis.

TILLEY, P.A. Y BARTON, R.

(1997). “Design and documentation deficiency - causes and effects”. Proceedings of the First International Conference on Construction Process Reengineering, Gold Coast, Australia, p. 703-712. Artículo web [Fecha de consulta: 26 de septiembre del 2013]  
<[http://www.fep.up.pt/disciplinas/PGI914/Ref\\_topico1/Indicators\\_of\\_Design\\_Deficiency.pdf](http://www.fep.up.pt/disciplinas/PGI914/Ref_topico1/Indicators_of_Design_Deficiency.pdf)>

