

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



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

**PRIMER ESTUDIO DEL NIVEL DE ADOPCIÓN BIM EN**  
**PROYECTOS DE EDIFICACIÓN EN LIMA METROPOLITANA Y**  
**CALLAO**

Tesis para obtener el Título de **INGENIERO CIVIL**, que presenta el bachiller:

**Gerson Aníbal Tapia Nieto**

**Asesorado por:**

PhD. (C) Danny Eduardo Murguía Sánchez

Lima, 22 de junio de 2018

## **DEDICATORIA**

*Dedicado a mi padre, Anibal Antonio Tapia, quien con su ejemplo y apoyo me ha permitido reconocer el verdadero valor de la educación y siempre esforzarme al máximo para lograr mis objetivos.*

*Dedicado a mi madre, María Victoria Nieto, quien con su amor incondicional y enseñanzas me ha permitido reconocer los objetivos más significativos en la vida.*

*Agradecimiento especial a mi asesor, Danny Murguía, por la oportunidad de desarrollar investigación en temas de gestión de la construcción, pasión que compartimos.*



## RESUMEN

La adopción de nuevas tecnologías debe traer beneficios significativos y sostenibles para los usuarios, esto es especialmente importante cuando se trata de soluciones de negocio. Además, es importante tener claro que adoptar nuevas tecnologías requiere de cambios en los procesos tradicionales, lo que normalmente involucra a distintas partes y miembros de una organización (Roger 1995). En el caso de la industria de la construcción, Building Information Modeling (BIM) ha dado un enfoque innovador a la manera de generar y gestionar el diseño, construcción y operación de proyectos de edificación, lo que ha generado el interés de organizaciones y empresas de toda escala a adoptar BIM en sus proyectos.

En el año 2007, la organización norteamericana McGraw-Hill Construction realizó un reporte en el que determinó que el nivel de adopción BIM en la industria de la construcción en Estados Unidos alcanzaba el 28%. Para el 2009 y 2012, el nivel de adopción BIM subió a 49% y 71%, respectivamente. Asimismo, se identificaron las aplicaciones y procesos BIM más utilizados en el medio, así como también sus dificultades de implementación, lo que estableció un estado actual BIM que ayudó a la industria a establecer una línea base con miras a mejoras BIM en el futuro.

Para obtener el nivel de adopción BIM y sus variables derivadas, McGraw-Hill Construction (2007) basó sus resultados en respuestas obtenidas a través de encuestas virtuales enviadas a profesionales de distintas especialidades involucrados en la industria de la construcción. La base de datos fue suministrada por asociaciones como la American Society of Civil Engineers (ASCE), American Institute of Architects (ASA), entre otras. En otras palabras, se usó como marco muestral una base de datos de correos electrónicos de profesionales involucrados en la industria de la construcción. Este tipo de reportes se han realizado en varios países de distintos continentes, tal como es el caso de Estados Unidos, Brasil, Korea del Sur, Japón, Chile y otros. En todos los casos se aplicó la misma metodología.

La presente investigación, *Primer estudio del nivel de adopción BIM en proyectos de edificación en Lima Metropolitana y Callao*, busca ser el termómetro BIM al cierre del año 2017. Es decir, presentar el nivel de adopción BIM a la actualidad con el fin de establecer una línea base con miras al futuro de BIM en Perú. Además, esta investigación aplica una metodología distinta, la cual utiliza principios de muestreo a a partir del censo de obras de edificaciones urbanas publicado por la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) en su publicación "El mercado de edificaciones urbanas en Lima Metropolitana y Callao 2017: 22º estudio" (2017).

## TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Título : Primer estudio del nivel de adopción BIM en proyectos de edificación en Lima Metropolitana y Callao

Área : Construcción y Gestión

Asesor : Danny Eduardo Murguía Sánchez

Alumno : GERSON ANIBAL TAPIA NIETO

Código : 2006.7210.412

Tema N° : # 301

Fecha : Lima, 27 de marzo del 2018



### 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

*Building Information Modeling* (BIM) brinda un enfoque innovador en la manera de gestionar el diseño, construcción y operación de proyectos de edificación, y ha generado el interés de algunos profesionales de la industria construcción. Sin embargo, la difusión de innovaciones tecnológicas puede tomar décadas, ya que se requiere de la aceptación individual de la tecnología y de cambios en los procesos de las empresas (Rogers 1995).

La presente investigación busca medir por primera vez el nivel actual de adopción BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao, y contrastar los resultados con la teoría de difusión de innovaciones (Rogers 1995). De manera específica, el estudio medirá qué aplicaciones BIM son utilizadas y la percepción de su impacto en los proyectos. Estudios de adopción BIM se realizan en Chile (Loyola 2016), Estados Unidos (SmartMarket Report 2012) y el Reino Unido (NBS 2017). Este estudio creará una línea base del uso de BIM en proyectos de edificación y llenará el vacío de estudios formales sobre el nivel de adopción de BIM en Perú.

### 2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1 Objetivo principal

Medir el nivel de adopción BIM en Lima Metropolitana y Callao al cierre del año 2017 en edificaciones urbanas.

#### 2.2 Objetivos específicos

- Medir el nivel de adopción de BIM de acuerdo con los siguientes criterios:
  - Ubicación según clasificación de sectores urbanos de Lima
  - Tipo de edificación
  - Actividad principal de empresa a cargo de la construcción del proyecto
  - Tamaño de empresa
- Medir el nivel de adopción de modelado 3D de especialidades.
- Medir el uso de aplicaciones de BIM.
- Medir el nivel de difusión de BIM.
- Contrastar los resultados con la teoría de difusión de innovaciones

*Gt*

*af*

i

### 3. MÉTODO

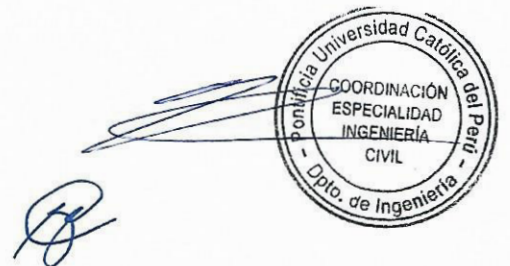
1. Revisión bibliográfica: revisión de publicaciones internacionales sobre adopción BIM y artículos académicos sobre difusión de innovaciones y de BIM.
2. Trabajo de gabinete y de campo:
  - Diseño de encuesta: Identificar las variables que delimitan el estado actual del uso de BIM en proyectos de edificación urbana.
  - Diseño de muestra: se identifican los proyectos según el estudio “El mercado de edificaciones urbanas en Lima Metropolitana y Callao 2015” de la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) y se aplicarán principios de muestreo por conglomerados en dos etapas combinado con estratificación.
  - Fase “Piloto”: elaboración de encuestas “piloto” para evaluar el entendimiento y pertinencia de la encuesta y encontrar oportunidades de mejora.
  - Toma de datos: visita a 300 obras de edificación con el objetivo de encuestar a gerentes de proyectos, ingenieros residentes y, en última instancia, asistentes de residente.
3. Procesamiento de datos: la data es limpiada y las encuestas válidas son analizadas aplicando métodos de estadística descriptiva.
4. Presentación de resultados: se presentan los resultados de la Encuesta BIM 2017 y se comparan con estudios internacionales similares.

### 4. REFERENCIAS

- Cámara Peruana de la Construcción e Instituto de la Construcción y el Desarrollo (2015). *El mercado de edificaciones urbanas en Lima Metropolitana y el Callao 2015: XX estudio*. Lima: CAPECO.
- Kassem, M., y Succar, B. (2015). Macro BIM adoption: Conceptual structures. *Automation in Construction*, 57(2015) 64-79.
- Kassem, M., y Succar, B. (2017). Macro BIM adoption: Comparative market analysis. *Automation in Construction*, 81(2017) 286-299.
- Loyola, M. (2016). Encuesta nacional BIM 2016 Informe de resultados. Santiago: Universidad de Chile.
- L. Scheaffer, R., Mendenhall III, W., y Lyman Ott, L. (2007). *Muestreo de elementos*, XI Edición. España: Thomson
- NBS. (2017). *National BIM Report 2017*. Reino Unido: Riba Enterprises.
- Rogers, E. (1995). *Diffusion of innovations*, IV Edición. New York: Free Press.
- SmartMarket Report. (2012). *The Business Value of BIM in North America: Multi-year trend analysis and user ratings (2007-2012)*. Bedford: McGraw Hill construction.

#### NOTA

Extensión máxima: 100 páginas.



# TABLA DE CONTENIDOS

<b>Lista de tablas</b> .....	<b>VII</b>
<b>Lista de gráficos</b> .....	<b>X</b>
<b>Lista de figuras</b> .....	<b>XII</b>
<b>Lista de anexos</b> .....	<b>XV</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	
1.1. Justificación.....	1
1.2. Objetivo general.....	1
1.3. Objetivos específicos.....	1
1.4. Método de trabajo.....	2
<b>2. TEORÍA DE DIFUSIÓN DE INNOVACIONES</b>	
2.1. Introducción.....	3
2.2. Difusión de innovaciones.....	5
2.2.1. Definición.....	5
2.2.2. Elementos en la difusión de innovaciones.....	5
2.2.2.1. La innovación.....	5
2.2.2.2. Canales de comunicación.....	6
2.2.2.3. Tiempo.....	6
2.2.2.4. Sistema social.....	6
2.2.3. Categoría de adoptantes de innovaciones.....	7
2.2.3.1. Innovadores: “Audaces”.....	8
2.2.3.2. Adoptantes tempranos: “Respetables”.....	8
2.2.3.3. Mayoría temprana: “Prudentes”.....	8
2.2.3.4. Mayoría tardía: “Escépticos”.....	8
2.2.3.5. Rezagados: “Tradicionales”.....	8
<b>3. BIM: INNOVACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN</b>	
3.1. Modelo de macro-adopción BIM.....	9
3.1.1. Campo de tecnología.....	10
3.1.2. Campo de procesos.....	10
3.1.3. Campo de políticas.....	10
3.2. BIM en proyectos de edificación.....	11
3.2.1. Edificio de Alto Rendimiento ( <i>High Performance Building</i> ).....	12
3.2.1.1. Análisis de rendimiento en el proceso de diseño.....	12
3.2.1.2. Herramientas de análisis de rendimiento en el proceso de diseño.....	13

#### **4. ESTUDIOS DE ADOPCIÓN BIM**

4.1. Norteamérica: El valor comercial de BIM en Norteamérica (2007-2012).	15
4.1.1. Adopción BIM.....	15
4.1.1.1. Adopción BIM por regiones.....	16
4.1.1.2. Adopción BIM por tipo y tamaño de empresa.....	17
4.1.2. Nivel de compromiso BIM.....	17
4.1.3. Nivel de especialización BIM.....	18
4.1.4. Nivel de experiencia usando BIM.....	19
4.1.5. Beneficios percibidos de usar BIM.....	20
4.1.6. Metodología de investigación aplicada.....	21
4.2. Reino Unido: NBS Reporte Nacional BIM 2017.....	21
4.2.1. Mandato BIM Nivel 2 en el Reino Unido.....	21
4.2.2. Adopción BIM.....	21
4.2.2.1. Adopción BIM por tamaño de empresa u organización.....	22
4.2.3. Niveles de BIM adoptado.....	23
4.2.4. Madurez BIM.....	23
4.2.5. Metodología de investigación aplicada.....	24
4.3. Chile: Encuesta Nacional BIM 2016.....	24
4.3.1. Adopción BIM.....	24
4.3.2. Herramientas BIM usadas.....	24
4.3.3. Usos de BIM.....	25
4.3.4. Beneficios del uso de BIM.....	25
4.3.5. Metodología de investigación aplicada.....	26

#### **5. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN APLICADA: ADOPCIÓN BIM EN LIMA METROPOLITANA Y CALLAO 2017**

5.1. Diseño de encuesta BIM 2017.....	27
5.1.1. Secciones de la encuesta.....	27
5.1.1.1. Datos generales del encuestado.....	28
5.1.1.2. Percepción BIM del encuestado.....	28
5.1.1.3. Aceptación BIM del encuestado.....	28
5.1.1.4. Adopción BIM del proyecto.....	28
5.1.1.5. Datos generales del proyecto.....	28
5.1.2. Fases de diseño de la encuesta.....	29
5.1.2.1. Diseño de encuesta preliminar.....	29
5.1.2.2. Fase “Piloto”.....	29
5.1.2.3. Diseño de encuesta final.....	29

5.2. Diseño de muestral.....	30
5.2.1. Universo de estudio.....	30
5.2.2. Marco muestral.....	30
5.2.3. Unidades del marco muestral.....	33
5.2.4. Estratificación y conglomerados del marco muestral.....	33
5.2.5. Tamaño de la muestra.....	36
5.2.6. Selección de la muestra.....	37
5.3. Toma de datos.....	39
5.3.1. Método de recolección.....	39
5.3.2. Periodo de recolección.....	40
5.3.3. Ubicación de proyectos.....	40
5.3.4. Respuestas de encuestas.....	40
<b>6. RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN: ADOPCIÓN BIM EN LIMA METROPOLITANA Y CALLAO 2017</b>	
6.1. Nivel de adopción BIM.....	41
6.1.1. En Lima Metropolitana y Callao.....	41
6.1.2. En tipos de edificación.....	42
6.1.3. En micro, pequeña, mediana y gran empresa.....	43
6.1.4. En constructoras y promotoras/constructoras.....	44
6.1.5. En sectores urbanos.....	45
6.1.5.1. Lima Top.....	46
6.1.5.2. Lima Moderna.....	47
6.1.5.3. Lima Centro.....	48
6.1.5.4. Lima Este.....	48
6.1.5.5. Lima Norte.....	49
6.1.5.6. Lima Sur.....	50
6.1.5.7. Callao.....	50
6.2. Responsables a cargo del modelado 3D de especialidades.....	51
6.2.1. Especialidad de arquitectura.....	52
6.2.2. Especialidad de estructura: volumetría concreta.....	54
6.2.3. Especialidad de estructura: acero.....	55
6.2.4. Especialidad de instalaciones: IIEE e IISS.....	56
6.2.5. Especialidad de instalaciones mecánicas.....	58
6.3. Aplicaciones BIM usadas.....	59
6.3.1. Visualización de modelos 3D.....	61
6.3.2. Compatibilización de estructuras.....	62
6.3.3. Compatibilización de instalaciones.....	63



6.3.4. Diseño colaborativo.....	64
6.3.5. Planos 2D a partir de modelos 3D.....	65
6.3.6. Metrados y presupuestos.....	66
6.3.7. Simulación de la construcción 4D.....	66
6.3.8. Control de avance de obra.....	67
6.3.9. Control de calidad de obra.....	68
6.3.10. Prefabricación de componentes.....	69
6.4. Principales subcontratos (SC) con los que se realizan coordinaciones con BIM.....	70
6.4.1. Coordinaciones con SC de instalaciones.....	72
6.4.2. Coordinaciones con SC de encofrado.....	73
6.4.3. Coordinaciones con SC de mobiliaria.....	74
6.4.4. Coordinaciones con SC de vidrios.....	74
6.4.5. Coordinaciones con SC de acero de refuerzo.....	75
6.5. Etapa de inicio de compatibilización con BIM.....	76
6.6. Resultados de implementación BIM en proyectos de edificación en Lima Metropolitana y Callao.....	77
<b>7. CONCLUSIONES.....</b>	<b>78</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>80</b>
<b>9. ANEXOS.....</b>	<b>82</b>

## **LISTA DE TABLAS**

Tabla 5-1. Marco muestral de edificaciones urbanas 2017 en Lima Metropolitana y Callao: vivienda (Fuente: CAPECO)

Tabla 5-2. Marco muestral de edificaciones urbanas 2017 en Lima Metropolitana y Callao (Fuente: Propia)

Tabla 5-3. Marco muestral: estratos y conglomerados (Fuente: Propia)

Tabla 5-4. Muestra obtenida (Fuente: Propia)

Tabla 6-1. Nivel de adopción BIM en edificaciones urbanas en Lima Metropolitana y Callao el 2017

Tabla 6-2. Nivel de adopción BIM por tipo de proyectos en Lima Metropolitana y Callao en el 2017

Tabla 6-3. Nivel de adopción BIM de acuerdo al tamaño de empresa a cargo de la construcción de proyectos de edificación en Lima Metropolitana y Callao en el 2017

Tabla 6-4. Nivel de adopción BIM de acuerdo al rol de la empresa a cargo de la construcción del proyecto de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao en el 2017

Tabla 6-5. Nivel de adopción BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Top el 2017

Tabla 6-6. Nivel de adopción BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Moderna el 2017

Tabla 6-7. Nivel de adopción BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Centro el 2017

Tabla 6-8. Nivel de adopción BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Este el 2017

Tabla 6-9. Nivel de adopción BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Norte el 2017

Tabla 6-10. Nivel de adopción BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Sur el 2017

Tabla 6-11. Nivel de adopción BIM en proyectos de edificación urbana en Callao el 2017

Tabla 6-12. Proyectos de edificación urbana que adoptaron BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 y realizaron el modelo 3D de arquitectura

Tabla 6-13. Responsables de realizar el modelo 3D de arquitectura en proyectos que adoptaron BIM

Tabla 6-14. Proyectos de edificación urbana que adoptaron BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 y realizaron el modelo 3D de la volumetría del concreto

Tabla 6-15. Responsables de realizar el modelo 3D de la volumetría de concreto en proyectos que adoptaron BIM

Tabla 6-16. Proyectos de edificación urbana que adoptaron BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 y realizaron el modelo 3D del acero

Tabla 6-17. Responsables de realizar el modelo 3D del acero en proyectos que adoptaron BIM

Tabla 6-18. Proyectos de edificación urbana que adoptaron BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 y realizaron el modelo 3D de instalaciones eléctricas y sanitarias

Tabla 6-19. Responsables de realizar el modelo 3D de instalaciones eléctricas y sanitarias en proyectos que adoptaron BIM

Tabla 6-20. Proyectos de edificación urbana que adoptaron BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 y realizaron el modelo 3D de instalaciones mecánicas

Tabla 6-21. Responsables de realizar el modelo 3D de instalaciones mecánicas en proyectos que adoptaron BIM

Tabla 6-22. Nivel de uso de aplicaciones BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao en el 2017

Tabla 6-23. Nivel de implementación de visualización de modelos 3D en proyectos urbanos que han adoptado BIM

Tabla 6-24. Nivel de implementación de compatibilización de estructuras en proyectos urbanos que han adoptado BIM

Tabla 6-25. Nivel de implementación de compatibilización de instalaciones en proyectos urbanos que han adoptado BIM

Tabla 6-26. Nivel de implementación de diseño colaborativo en proyectos urbanos que han adoptado BIM

Tabla 6-27. Nivel de implementación de generación de planos 2D a partir de modelos 3D en proyectos urbanos que han adoptado BIM

Tabla 6-28. Nivel de implementación de generación de metrados y presupuestos a partir de modelos 3D en proyectos urbanos que han adoptado BIM

Tabla 6-29. Nivel de implementación de simulación de la construcción 4D en proyectos

Tabla 6-30. Nivel de implementación de control de avance de obra en proyectos urbanos que han adoptado BIM

Tabla 6-31. Nivel de implementación de control de calidad de obra en proyectos urbanos que han adoptado BIM

Tabla 6-32. Nivel de implementación de prefabricación de componente en proyectos urbanos que han adoptado BIM

Tabla 6-33. Grado de aplicación BIM con subcontratos en proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao en el 2017

Tabla 6-34. Proyectos que han adoptado BIM y lo aplican para realizar coordinaciones con el subcontrato de instalaciones (IIEE, IISS e IIMM)

Tabla 6-35. Proyectos que han adoptado BIM y lo aplican para realizar coordinaciones con el subcontrato de encofrado

Tabla 6-36. Proyectos que han adoptado BIM y lo aplican para realizar coordinaciones con el subcontrato de mobiliario

Tabla 6-37. Proyectos que han adoptado BIM y lo aplican para realizar coordinaciones con el subcontrato de vidrios

Tabla 6-38. Proyectos que han adoptado BIM y lo aplican para realizar coordinaciones con el subcontrato de acero

Tabla 6-39. Fase de inicio de compatibilización con BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao 2017

Tabla 6-40. Resultados percibidos de adoptar BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao 2017



## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 5-1. Métodos de recolección de data

Gráfico 6-1. Nivel de adopción BIM en edificaciones urbanas en Lima Metropolitana y Callao el 2017

Gráfico 6-2. Nivel de adopción BIM por tipo de proyectos en Lima Metropolitana y Callao en el 2017

Gráfico 6-3. Nivel de adopción BIM de acuerdo al tamaño de empresa a cargo de la construcción de proyectos de edificación en Lima Metropolitana y Callao en el 2017

Gráfico 6-4. Nivel de adopción BIM de acuerdo al rol de la empresa a cargo de la construcción del proyecto de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao en el 2017

Gráfico 6-5. Nivel de adopción BIM en proyectos de edificación urbana en el 2017 en cada sector urbano

Gráfico 6-6. Nivel de adopción BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Top el 2017

Gráfico 6-7. Nivel de adopción BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Moderna el 2017

Gráfico 6-8. Nivel de adopción BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Centro el 2017

Gráfico 6-9. Nivel de adopción BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Este el 2017

Gráfico 6-10. Nivel de adopción BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Norte el 2017

Gráfico 6-11. Nivel de adopción BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Sur el 2017

Gráfico 6-12. Nivel de adopción BIM en proyectos de edificación urbana en Callao el 2017

Gráfico 6-13. Nivel de modelado 3D de especialidades en proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao en el 2017

Gráfico 6-14. Distribución de responsabilidad (consultor externo, equipo BIM in-house o proyectista) del modelado 3D de cada especialidad en proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao en el 2017.

Gráfico 6-15. Proyectos de edificación urbana que adoptaron BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 y realizaron el modelo 3D de arquitectura

Gráfico 6-16. Responsables de realizar el modelo 3D de arquitectura en proyectos que adoptaron BIM

Gráfico 6-17. Proyectos de edificación urbana que adoptaron BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 y realizaron el modelo 3D de la volumetría de concreto

Gráfico 6-18. Responsables de realizar el modelo 3D de la volumetría de concreto en proyectos que adoptaron BIM

Gráfico 6-19. Proyectos de edificación urbana que adoptaron BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 y realizaron el modelo 3D del acero

Gráfico 6-20. Responsables de realizar el modelo 3D del acero en proyectos que adoptaron BIM

Gráfico 6-21. Proyectos de edificación urbana que adoptaron BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 y realizaron el modelo 3D de instalaciones eléctricas y sanitarias

Gráfico 6-22. Responsables de realizar el modelo 3D de instalaciones eléctricas y sanitarias en proyectos que adoptaron BIM

Gráfico 6-23. Proyectos de edificación urbana que adoptaron BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 y realizaron el modelo 3D de instalaciones mecánicas

Gráfico 6-24. Responsables de realizar el modelo 3D de instalaciones mecánicas en proyectos que adoptaron BIM

Gráfico 6-25. Nivel de uso de aplicaciones BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao en el 2017

Gráfico 6-26. Nivel implementación de aplicaciones BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao en el 2017

Gráfico 6-27. Nivel de implementación de visualización de modelos 3D en proyectos urbanos que han adoptado BIM

Gráfico 6-28. Nivel de implementación de compatibilización de estructuras en proyectos urbanos que han adoptado BIM

Gráfico 6-29. Nivel de implementación de compatibilización de instalaciones en proyectos urbanos que han adoptado BIM

Gráfico 6-30. Nivel de implementación de diseño colaborativo en proyectos urbanos que han adoptado BIM

Gráfico 6-31. Nivel de implementación de generación de planos 2D a partir de modelos 3D en proyectos urbanos que han adoptado BIM

Gráfico 6-32. Nivel de implementación de generación de metrados y presupuestos a partir de modelos 3D en proyectos urbanos que han adoptado BIM

Gráfico 6-33. Nivel de implementación de simulación de la construcción 4D en proyectos urbanos que han adoptado BIM

Gráfico 6-34. Nivel de implementación de control de avance de obra en proyectos urbanos que han adoptado BIM

Gráfico 6-35. Nivel de implementación de control de calidad de obra en proyectos urbanos que han adoptado BIM

Gráfico 6-36. Nivel de implementación de prefabricación de componente en proyectos urbanos que han adoptado BIM

Gráfico 6-37. Grado de aplicación BIM con subcontratos en proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao en el 2017

Gráfico 6-38. Nivel de uso BIM con subcontratos en proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao en el 2017

Gráfico 6-39. Proyectos que han adoptado BIM y lo aplican para realizar coordinaciones con el subcontrato de instalaciones (IIEE, IISS e IIMM)

Gráfico 6-40. Proyectos que han adoptado BIM y lo aplican para realizar coordinaciones con el subcontrato de encofrado

Gráfico 6-41. Proyectos que han adoptado BIM y lo aplican para realizar coordinaciones con el subcontrato de mobiliario

Gráfico 6-42. Proyectos que han adoptado BIM y lo aplican para realizar coordinaciones con el subcontrato de vidrios

Gráfico 6-43. Proyectos que han adoptado BIM y lo aplican para realizar coordinaciones con el subcontrato de acero

Gráfico 6-44. Fase de inicio de compatibilización con BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao 2017

Gráfico 6-45. Resultados percibidos de adoptar BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao 2017



## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 2-1. Proceso de difusión de una innovación: % adopción - Tiempo (Fuente: Difusión de innovaciones, Rogers 1983)

Figura 2-2. Curva S y curva en forma de campana de adopción de innovaciones (Fuente: Difusión de innovaciones, Rogers 1983)

Figura 2-3. Categoría de adoptantes (Fuente: Difusión de innovaciones, Rogers 1983)

Figura 3-1. Campos y niveles de macro adopción BIM

Figura 3-2. Análisis de rendimiento de un proyecto a realizarse por etapas anteriores a la construcción, para la reducción de incertidumbre en el rendimiento de un proyecto (Fuente: Tech Lab)

Figura 3-3. Objetivos del análisis de rendimiento de un proyecto (Fuente: Tech Lab)

Figura 3-4. Herramientas aplicadas para análisis de rendimiento energético y ambiental en relación a su etapa de uso en el proceso de diseño (Attia, 2009)

Figura 4-1. Nivel de adopción BIM en Norteamérica (Fuente: McGraw-Hill Construction)

Figura 4-2. Nivel de adopción BIM por regiones en Norteamérica (Fuente: McGraw-Hill Construction)

Figura 4-3. Nivel de adopción BIM de acuerdo al tipo y tamaño de organización (Fuente: McGraw-Hill Construction)

Figura 4-4. Puntuación para el cálculo del nivel de compromiso BIM (Fuente: McGraw-Hill Construction)

Figura 4-5. Nivel de compromiso BIM en empresas u organizaciones en Norteamérica (Fuente: McGraw-Hill Construction)

Figura 4-6. Nivel de especialización BIM en Norteamérica (Fuente: McGraw-Hill Construction)

Figura 4-7. Nivel de experiencia usando BIM en Norteamérica (Fuente: McGraw-Hill Construction)

Figura 4-8. Beneficios a corto plazo percibidos por usuarios BIM en Norteamérica (Fuente: McGraw-Hill Construction)

Figura 4-9. Beneficios a largo plazo percibidos por usuarios BIM en Norteamérica (Fuente: McGraw-Hill Construction)

Figura 4-10. Nivel de adopción en el Reino Unido al 2017 (Fuente: NBS)

Figura 4-11. Niveles de adopción BIM en el tiempo en el Reino Unido (Fuente: NBS)

Figura 4-12. Nivel de adopción BIM por tamaño de empresa-organización (Fuente: NBS)

Figura 4-13. Adopción de BIM de acuerdo a niveles (Fuente: NBS)

Figura 4-14. Nivel de madurez BIM en el Reino Unido (Fuente: NBS)



Figura 4-15. Nivel de adopción BIM en Chile al 2016 (Fuente: Universidad de Chile)

Figura 4-16. Herramientas BIM usadas en Chile al 2016 (Fuente: Universidad de Chile)

Figura 4-17. Usos de BIM y su frecuencia de aplicación en Chile al 2016 (Fuente: Universidad de Chile)

Figura 4-18. Percepción de beneficios del uso de BIM en Chile al 2016 (Fuente: Universidad de Chile)

Figura 5-1. Esquema de metodología de investigación aplicada para estimar el nivel de adopción BIM en Lima Metropolitana y Callao (Fuente: Propia)

Figura 5-2. Principales secciones de Encuesta BIM 2017 (Fuente: Propia)

Figura 5-3. Fases de diseño de encuesta BIM 2017



## **LISTA DE ANEXOS**

ANEXO II. Encuesta BIM 2017 (Preliminar)

ANEXO II. Encuesta BIM 2017

ANEXO III. Ubicación de proyectos

ANEXO IV: Resultados de Encuesta BIM 2017



## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Justificación:**

Dentro de la industria de la construcción, Building Information Modeling (BIM) es considerada una innovación. Sin embargo, la adopción de innovaciones tecnológicas requiere de cambios en los procesos tradicionales. En este sentido, la teoría de Difusión de Innovaciones de Everett Rogers (1995) plantea un modelo teórico que permite entender el proceso de adaptación de una innovación dentro de un sistema.

Por lo tanto, la presente investigación pretende medir el nivel actual de adopción de BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao, junto con sus principales aplicaciones y resultados obtenidos, para crear una línea base del uso de BIM en nuestro medio. Del mismo modo, complementar el nivel de adopción obtenido con el modelo de Difusión de Innovaciones de Rogers (1995), el cual permite identificar el nivel de difusión de BIM en nuestro medio. Por último, se pretende llenar el vacío de estudios formales sobre el nivel de adopción de BIM en Perú.

### **1.2. Objetivo general**

Medir el nivel de adopción de BIM en Lima Metropolitana y Callao al cierre del año 2017 en edificaciones urbanas, esto aplicando principios de muestreo por conglomerados en dos etapas combinado con estratificación.

### **1.3. Objetivos específicos**

- Medir el nivel de adopción de BIM en proyectos de edificación urbana en Lima metropolitana y Callao al cierre del año 2017, de acuerdo a los siguientes criterios:
  - Ubicación según clasificación de sectores urbanos de Lima Metropolitana y Callao: Lima Top, Lima Moderna, Lima Este, Lima Centro, Lima Norte, Lima Sur y Callao.
  - Tipo de edificación: vivienda, oficina y otros.
  - Actividad principal de la empresa a cargo de la construcción del proyecto: constructora y promotora/constructora.
  - Tamaño de la empresa a cargo de la construcción del proyecto: micro, pequeña, mediana y grande.
- Medir el nivel de adopción de modelado 3D de especialidades en proyectos de edificación urbana al cierre del año 2017.

- Medir el uso de aplicaciones de BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao.
- Medir el nivel de difusión de BIM en Lima Metropolitana y Callao al cierre del año 2017.
- Contrastar los resultados con la teoría de difusión de innovaciones.

#### **1.4. Método de trabajo**

- i. Revisión bibliográfica. Esta primera etapa consiste en la revisión de publicaciones sobre BIM y su adopción a nivel macro, se extrae y recopila información relevante para el sustento de la investigación.
- ii. Planteamiento del método de trabajo.
  - ii.1. Diseño de encuesta. Identificar las variables que delimitan el estado actual del uso de BIM en proyectos de edificación urbana, con ello obtener la Encuesta BIM 2017.
  - ii.2. Diseño de muestra. Definir un marco muestral de edificaciones urbanas en Lima Metropolitana y Callao 2017, a partir de la información publicada en “El mercado de edificaciones urbanas en Lima Metropolitana y Callao 2015: 20° Edición” de la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO). Se aplicarán principios de muestreo por conglomerados en dos etapas combinado con estratificación.
  - ii.3. Fase “Piloto”. Aplicar la Encuesta BIM 2017 preliminar a una muestra de diez (10) proyectos de edificación urbana. La finalidad es mejorar la versión diseñada, a partir de los resultados obtenidos y obtener la Encuesta BIM 2017 final.
  - ii.4. Toma de datos: visitas a obras. Las encuestas respondidas se consideran válidas si son directamente tomadas en obra, ya que garantizan la veracidad y unicidad de información. Asimismo, las encuestas están dirigidas a responsables de proyectos: gerentes de proyectos, ingenieros residentes y, en última instancia, asistentes de residente.
  - ii.5. Tratamiento de resultados. Los resultados de la Encuesta BIM 2017 son analizados aplicando métodos de estadística descriptiva e inferencial. Asimismo, se realiza una limpieza de la data recolectada.

## **2. TEORÍA DE DIFUSIÓN DE INNOVACIONES**

### **2.1. INTRODUCCIÓN**

#### **Caso de innovación en salud fallida: consumir agua hervida**

##### **Lugar de estudio: Los Molinos, Ica, Perú**

El agua en Los Molinos se encontraba contaminada y el pueblo no contaba con un sistema sanitario, el cual no se instalaba debido a que no era factible económicamente. Como consecuencia, la incidencia de fiebre tifoidea y otras enfermedades transmitidas por el consumo de agua no hervida era una constante en el pueblo. Ante esto, el servicio público de salud de Perú intentó introducir innovaciones en salud a los pobladores a través de una campaña que duró dos años. Esta campaña trató que los pobladores adopten la costumbre de hervir el agua antes de consumirla, la cual mejoraría la salud y alargaría la vida de los pobladores.

La agencia a cargo de ejecutar la campaña gozaba de buena reputación en América Latina. Ya antes había fomentado en otros países la instalación de letrinas, quema de basura diaria, control de moscas en el hogar y hervir el agua antes de su consumo. Introducir este tipo de innovación involucraba cambios en la manera de pensar y comportarse de los pobladores de Los Molinos, que no entendían como se relacionaba la enfermedad con el saneamiento. Ellos relacionan alimentos calientes con enfermedad, es decir, solo la persona enferma bebe agua caliente (hervida), si es que se encuentra sana debe beber agua fría (no hervida). Esta creencia era bastante popular en Los Molinos y vista casi como una norma.

Los Molinos está ubicada en la región costera de Perú y contaba con 200 familias en esa época. La campaña estaba dirigida a amas de casa. La agencia nombró a Nelida como trabajadora local de salud, su tarea consistía en persuadir a las amas de casa de incorporar a su patrón de comportamiento diario el hervir el agua antes de su consumo, esto a través de visitas diarias. Además, se organizaron charlas públicas a cargo de médicos sobre el consumo de agua hervida y sus beneficios. A pesar de todo esto, la campaña fracasó. Al culminar la campaña, solo se logró que 11 familias adopten la innovación: hervir el agua, lo que representaba el 5% de la población.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede clasificar en tres tipos a las amas de casa de Los Molinos: adoptantes A, adoptantes B y no adoptantes. El tipo de adoptantes A está formado por amas de casa que sufren regularmente de alguna enfermedad a causa de consumir agua no hervida o infecciones debido a gérmenes. Por lo tanto, la razón por la que este grupo ha adoptado la innovación es por interés

propio, lo que supera costumbres locales. El tipo de adoptante B es el grupo de amas de casa que han sido persuadidas, es decir, es el grupo en el que la campaña hizo que cambien su manera de pensar y comportarse, sin necesidad de sufrir regularmente de infecciones o enfermedades. Este grupo está formado por familias que no son originarias de Los Molinos, por lo tanto, la comunidad y sus costumbres no son una referencia importante en este grupo. Por último, las no adoptantes representan la mayoría de amas de casa, que no entendieron la teoría de los gérmenes y cómo afectan al ser humano y su salud.

En contraste a los resultados de Los Molinos, en otras poblaciones de Perú se logró que hasta el 20% de amas de casa adopten la innovación. Por lo tanto, las razones por la que la campaña de difusión en Los Molinos haya fallado se debe en parte importante a razones de orden cultural, en este caso la creencia de que solo la persona enferma debe consumir agua hervida (WELLIN, 1955).

En el caso presentado anteriormente, elaborado por Edward Wellin en el Libro *Health, Culture and Community* en 1995, la innovación consistía en hervir el agua antes de consumirla. En aquella época, se deseaba que los pobladores de Los Molinos adopten la innovación correspondiente a la industria de la salud. Una idea sencilla y cuyos beneficios son aparentemente fácil de comprender, falló. Esto nos da a entender que por más simple que sea una nueva idea, su proceso de difusión es complejo y lleva tiempo en adoptarse, ya que está afectada a componentes sociales, culturales y otros, tal como nos enseña el caso de Los Molinos.

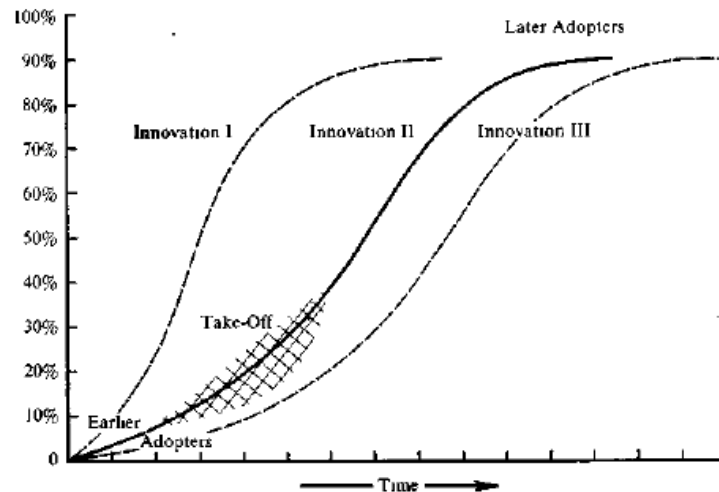
Por lo tanto, se entiende que el proceso de difusión para la adopción de BIM en proyectos de edificación dentro de la industria de la construcción, está sujeta a elementos socio-culturales y técnicos. Por ende, entender y estudiar el proceso de difusión de innovaciones es fundamental para la investigación y entender los resultados obtenidos.

## 2.2. DIFUSIÓN DE INNOVACIONES

### 2.2.1. Definición

Se define difusión de innovación al proceso de comunicación de una nueva idea en el tiempo, a través de ciertos canales dentro de un sistema social (Rogers, 1981).

Figura 2-1. Proceso de difusión de una innovación: % adopción - Tiempo (Fuente: *Difusión de innovaciones, Rogers 1983*)



La figura 1 muestra como una innovación tiende en el tiempo a ser adoptada dentro de un sistema social. Las curvas representan como el porcentaje de adoptantes crece conforme pasa el tiempo. La innovación I ha sido aceptada en menor tiempo que la innovación II e innovación III. La parte inferior de cada curva representa el porcentaje de primeros adoptantes y los tramos finales de las curvas representan los últimos adoptantes. Es importante mencionar que la difusión y adopción de una innovación no es necesariamente deseable para todos dentro de un sistema social.

### 2.2.2. Elementos en la difusión de innovaciones

#### 2.2.2.1. La innovación

Una innovación es una idea, práctica u objeto que es percibido como nuevo por un individuo o unidad adoptante. Por lo tanto, el lapso de tiempo desde que se usó o descubrió por primera vez no es relevante, sino su percepción de novedad (Rogers, 1995).

### **2.2.2.2 Canales de comunicación**

Se define comunicación como el proceso en el que los participantes involucrados comparten información entre ellos para alcanzar mutuo entendimiento. Entonces, la esencia del proceso de difusión es el intercambio de información, la comunicación.

Un canal de comunicación es el medio por el que el mensaje o información va de un individuo a otro. Existen canales de medios masivos y canales interpersonales. El canal de medios masivos es el medio en el que el mensaje o información de la innovación llega a grandes o medianas masas de individuos, por ejemplo, la televisión, radio, revistas, periódicos, etc. Por otro lado, un canal interpersonal es el medio que involucra estar frente a frente con el individuo o unidad adoptante (Rogers, 1995).

### **2.2.2.3. Tiempo**

El tiempo es un elemento importante dentro del proceso de difusión de innovaciones, influye en la toma de decisión de adopción o rechazo de la innovación, a mayor tiempo de toma de decisión mayor conocimiento de la innovación y sus efectos; y, además, determina la categoría del adoptante (Whitrow, 1980).

### **2.2.2.4. Sistema social**

Un sistema social son unidades interrelacionadas que están comprometidas en la resolución conjunta de problemas para lograr un objetivo común. Los miembros de un sistema social pueden ser individuos, grupos informales u organizaciones, todos distintos a los otros (Rogers, 1983).

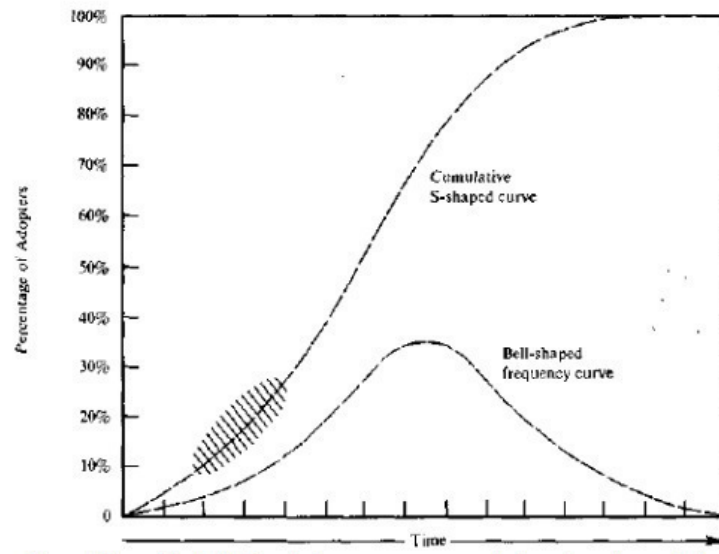
### **2.2.3. Categoría de adoptantes**

No todas las unidades dentro de un sistema social adoptan una innovación, tampoco lo hacen al mismo tiempo. Por lo tanto, los adoptantes pueden ser clasificados de acuerdo al tiempo en el que empezaron a usar la innovación, pero es mejor clasificarlos por categorías que agrupan a las unidades del sistema de acuerdo a su tendencia a adoptar innovaciones.

Investigaciones pasadas muestran que la curva de adopción de una innovación sigue una distribución normal (Campana de Gauss) cuando se muestra la frecuencia de adoptantes anualmente, es decir, porcentaje de adoptantes por año. Por otro lado, cuando una curva muestra el porcentaje acumulado conforme pasan los años, entonces se tendría una curva "S" (Ver Figura 2).

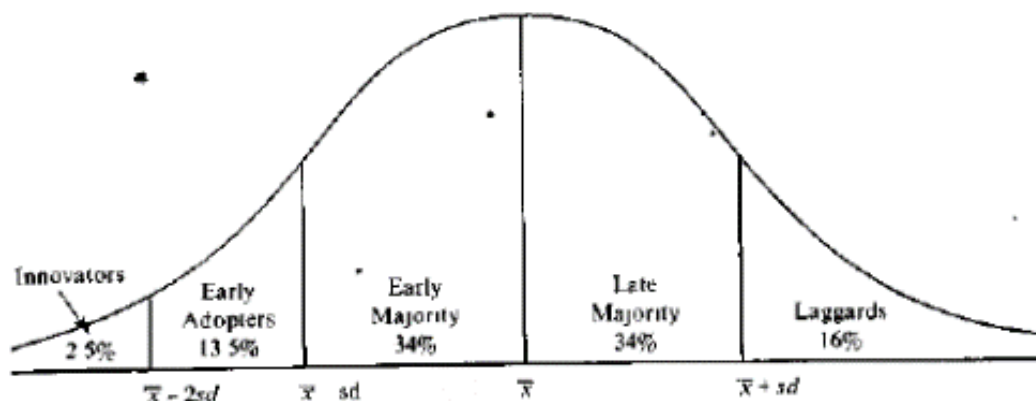


Figura 2-2. Curva S y curva en forma de campana de adopción de innovaciones  
(Fuente: *Difusión de innovaciones, Rogers 1983*)



La curva en forma de campana, la cual sigue una distribución normal, nos permite dividir el sistema social adoptante en categorías, esto de acuerdo a su tendencia a adoptar una innovación. En este sentido, las unidades del sistema social que se encuentran al inicio de la curva son los que poseen mayor grado innovador a las que se encuentran en los tramos siguientes, ya que adoptan una innovación más temprano. La figura 3 muestra las categorías de adoptantes basados en la curva de distribución normal.

Figura 2-3. Categoría de adoptantes (Fuente: *Difusión de innovaciones, Rogers 1983*)



### 2.2.3.1. Innovadores: “audaces”

Esta categoría de adoptantes concentra a individuos o unidades dentro de un sistema social obsesionados con la innovación. Se aventuran a adoptar nuevas ideas. Otra

característica importante dentro de esta categoría es que este grupo posee recursos financieros sustanciales como para asumir posibles pérdidas. Asimismo, poseen la capacidad para comprender y aplicar conocimiento complejo.

#### **2.2.3.2. Adoptantes tempranos: “respetables”**

Esta categoría de adoptantes tiene el mayor grado de liderazgo dentro de un sistema social, usuarios buscan su consejo o información que puedan dar. Su principal rol es disminuir el nivel de incertidumbre frente a la innovación (Rogers, 1995).

#### **2.2.3.3. Mayoría temprana: “prudentes”**

Esta categoría adopta una innovación antes de que la media del sistema social adoptante lo haga. La decisión de adoptar la innovación es relativamente más larga (Rogers, 1995).

#### **2.2.3.4. Mayoría tardía: “escépticos”**

Adoptan la innovación después que la media adoptante. La decisión de adoptar tiende a deberse a una necesidad económica o presión del medio social (Rogers, 1995).

#### **2.2.3.5. Rezagados: “tradicionales”**

Una característica en esta categoría de adoptantes es que toman como punto de referencia el pasado. La decisión de adoptar una innovación sorprende a los demás dentro del sistema social (Rogers, 1995).

### **3. BIM: INNOVACIÓN EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN**

En la actualidad, Building Information Modelling (BIM) es sinónimo de innovación en la industria de la construcción. BIM puede definirse como el conjunto de tecnologías, procesos y políticas aplicadas para el desarrollo colaborativo del diseño, construcción y operación de un proyecto, la cual se encuentra plasmada en modelos dentro de un espacio virtual, los cuales contienen información acerca de cantidad de materiales, cronograma, costo, etc.

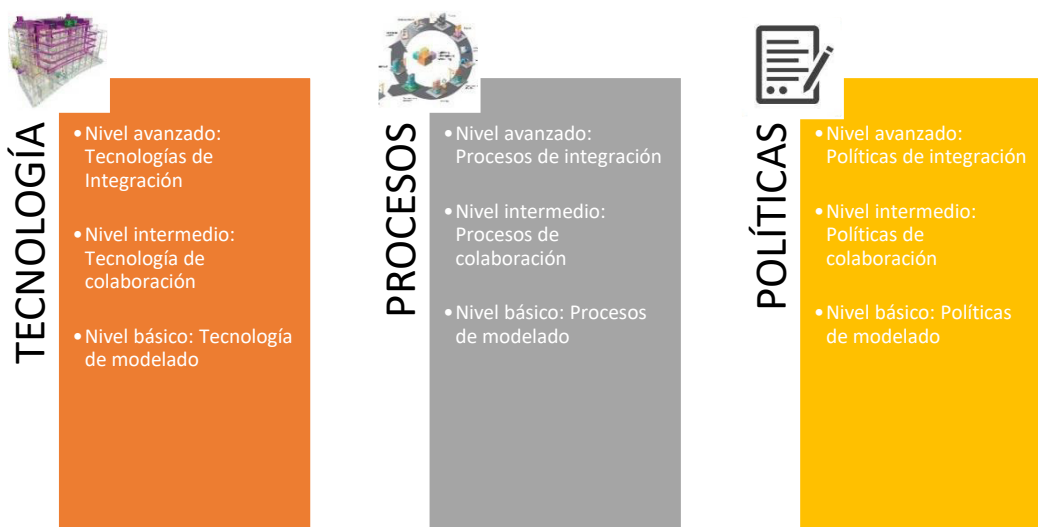
Por lo tanto, BIM en realidad es gestión visual de la información que genera un impacto positivo en los resultados del proyecto: tiempo y costo.

#### **3.1. MODELO DE MACRO-ADOPCIÓN BIM**

Un modelo de macro-adopción tiene como principal objetivo brindar conceptos teóricos que promuevan la correcta adopción de una innovación, en el caso de la presente investigación, de BIM. Del mismo modo, estos conceptos ayudan a potenciar los beneficios de la adopción.

Para la correcta adopción de BIM es necesario entender que no solo se trata de una tecnología, sino también de procesos y políticas (Bilal, 2015). Cada uno de estos campos puede dividirse en tres niveles: básico, intermedio y avanzado, las cuales ayudan a definir el nivel de adopción BIM con mayor precisión dentro de un sistema social. La Figura 3-1 muestra los niveles de cada área de adopción BIM, que se entienden como indicadores de adopción.

Figura 3-1. Campos y niveles de macro adopción BIM



Como se muestra en la figura anterior, cada campo de adopción BIM muestra tres niveles: básico, intermedio y avanzado. El nivel básico está relacionado a la acción de modelado; el nivel intermedio, a colaboración de información; y el avanzado, a integración entre todas las partes de un proyecto. Es decir, el modelado, la colaboración y la integración de la información del proyecto define con mayor precisión el nivel de adopción BIM en un sistema social (empresa, organización, medio local, país, etc).

### **3.1.1. Campo de tecnología**

Este campo representa las actividades e involucrados relacionados al desarrollo, venta y soporte de softwares, hardwares y sistemas de redes.

Tecnologías de modelado (Nivel básico): Mide el nivel la adopción de softwares BIM dentro de un proyecto.

Tecnologías de colaboración (Nivel Intermedio): Mide el nivel de adopción de softwares que trabajan en base a modelos BIM dentro de un proyecto con la finalidad de obtener el diseño, construcción, operación, gestión y/o mantenimiento.

Tecnologías de integración (Nivel avanzado): Mide el nivel de adopción de redes de intercambio de información entre miembros del mismo proyecto u otros. Por ejemplo, servidores.

### **3.1.2. Campo de procesos**

Este campo representa las actividades e involucrados relacionados a la procura, diseño, construcción, operación, gestión y mantenimiento.

Tecnologías de modelado (Nivel básico): Mide el nivel del flujo de trabajo derivado de la realización de modelos BIM, a través de entregables BIM en un proyecto.

Tecnologías de colaboración (Nivel Intermedio): Mide el nivel del flujo de trabajo derivados de uso de softwares que trabajan en base a modelos BIM en un proyecto.

Tecnologías de integración (Nivel avanzado): Mide el nivel del flujo de trabajo derivados del uso de redes de intercambio de información entre miembros del mismo proyecto u otros.

### **3.1.3. Campo de políticas**

Este campo representa las actividades e involucrados relacionados al desarrollo de protocolos y marcos regulatorios BIM.

Tecnologías de modelado (Nivel básico): Mide el nivel de adopción de estándares BIM dentro de un proyecto en relación al modelado.

Tecnologías de colaboración (Nivel Intermedio): Mide el nivel de adopción de políticas de colaboración entre distintos proyectos o distintas áreas del mismo.

Tecnologías de integración (Nivel avanzado): Mide el nivel de adopción de políticas de integración entre distintos proyectos, empresas u organizaciones dentro de un sistema social.

Tabla 3-1. Matriz de macro-adopción BIM (Fuente: Bilal, 2009)

		CAMPOS DE MACRO-ADOPCIÓN BIM		
		TECNOLOGÍAS	PROCESOS	POLÍTICAS
NIVELES DE MACRO-ADOPCIÓN BIM	Estado de Integración (Nivel avanzado)	Tecnologías de integración	Procesos de integración	Políticas de integración
	Estado de Colaboración (Nivel Intermedio)	Tecnologías de colaboración	Procesos de colaboración	Políticas de colaboración
	Estado de Modelado (Nivel básico)	Tecnologías de modelado	Procesos de modelado	Políticas de modelado

### 3.2. BIM EN PROYECTOS DE EDIFICACIÓN URBANA

En esta sección se muestra el alcance que adoptar BIM puede traer a un proyecto de edificación urbana. Tal como como ya se conoce, BIM permite gestionar la información de un proyecto en todo su ciclo de vida, permitiendo obtener resultados positivos en relación a costo y plazo. Sin embargo, el potencial de BIM se obtiene cuando no solo se desea obtener beneficios relacionados a la construcción, sino también cuando el proyecto tiene un rendimiento eficiente durante su tiempo de vida, esto en relación a su consumo de energía, consumo de agua, iluminación, ventilación, etc. A un proyecto de edificación que garantiza mediante mediciones un rendimiento de vida eficiente se le conoce como un Edificio de Alto Rendimiento o *High Performance Building*.

### **3.2.1. Edificio de alto rendimiento**

Un edificio de alto rendimiento es la traducción al español de lo que se conoce como *High Performance Building* en inglés. Los edificios de alto rendimiento se caracterizan por ser eficientes en el uso de energía; por lo tanto, requieren un enfoque de diseño distinto al tradicional. Para lograr esto, la adopción de BIM es necesaria en todas las fases del ciclo de vida del proyecto de edificación urbana, ya que se requiere estimar el rendimiento del edificio por medio del uso de modelos y simulaciones BIM.

#### **3.2.1.1. Análisis de rendimiento en el proceso de diseño**

La razón por la que un diseño tradicional no es compatible con el desarrollo de edificios de alto rendimiento es, principalmente, porque no proporciona mediciones ni evaluaciones del rendimiento.

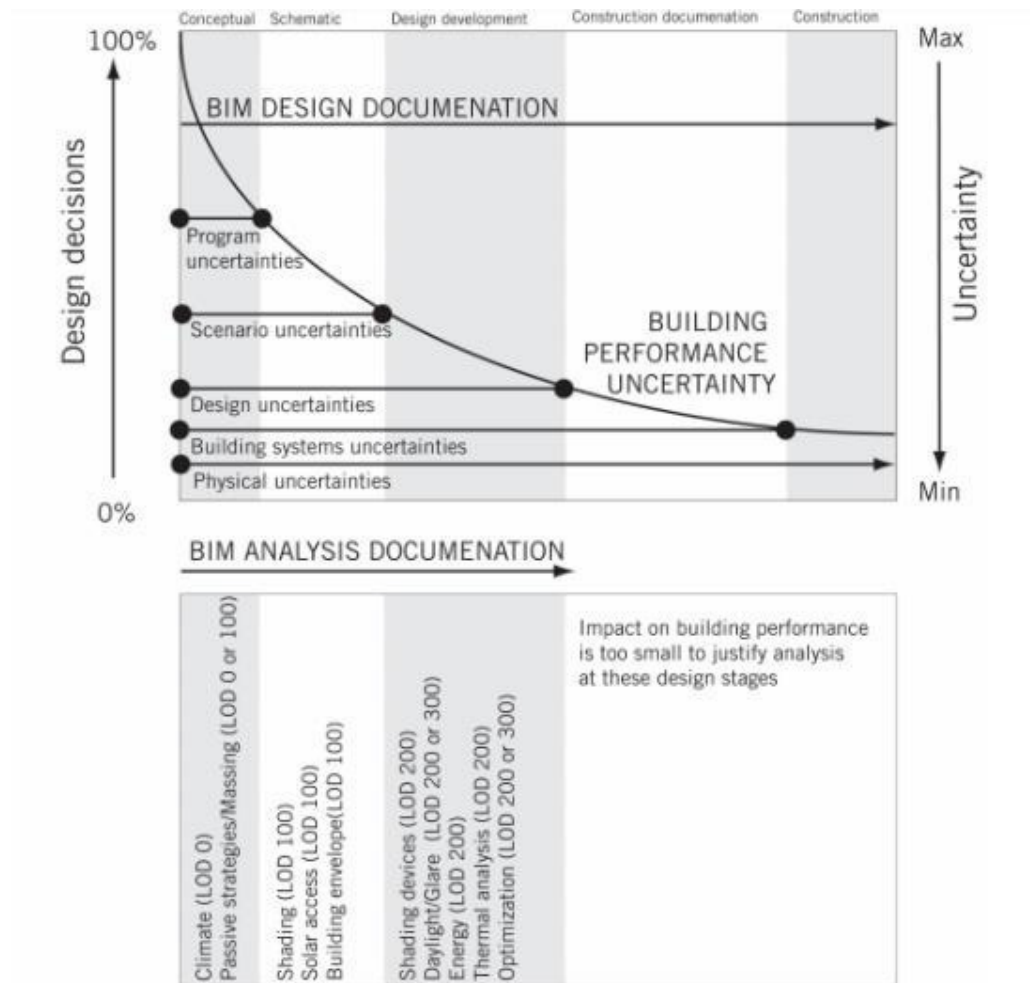
Un edificio de alto rendimiento debe considerar en su diseño algunos de los siguientes criterios:

- Topografía,
- Exposición solar y acceso a la luz del día
- La radiación solar
- Características climáticas: viento, temperatura, humedad
- Estructuras e infraestructuras circundantes

Por lo tanto, los modelos y simulaciones BIM deben contener la información empírica mencionada y otros relevantes.

La Figura 3-2 relaciona los análisis de rendimientos básicos que el proyecto de alto rendimiento requiere con la etapa antes del inicio de la construcción en la que deben realizarse: fase conceptual, fase esquemática, desarrollo del diseño, generación de documentación para la construcción y construcción. En la fase conceptual, el análisis debe centrarse en los aspectos de diseño más grandes, como la información climática, la orientación, estrategias pasivas y acumulación de edificios. Luego, en la fase esquemática, el análisis debe explorar los métodos de sombreado, el acceso solar y las opciones de diseño de envolvente del edificio. Durante el desarrollo del diseño, optimización de dispositivos de sombreado, estudios de luz natural y deslumbramiento, energía detallada y análisis térmico. Las siglas LOD (*Level of Development*) indican el nivel de madurez BIM que requiere el análisis, que está relacionado a la información contenida en los modelos BIM. Por lo tanto, la curva muestra que el uso de BIM en las fases anteriores a la construcción, disminuye la incertidumbre del rendimiento de un proyecto.

Figura 3-2. Análisis de rendimiento de un proyecto a realizarse por etapas anteriores a la construcción, para la reducción de incertidumbre en el rendimiento de un proyecto (Fuente: Tech Lab)



### 3.2.1.2. Herramientas de análisis de rendimiento en el proceso de diseño

De acuerdo a los resultados de una encuesta realizada recientemente, se identificaron las herramientas en la práctica arquitectónica más aplicadas para los análisis de rendimiento de un proyecto de edificación, ECOTECT, HEED, Energy 10, Design Builder, eQuest, DOE-2, Green Building Studio, IES VE, Energy Plus y Energy Plus-Sketch Up Plugin (OpenStudio), los relacionó con las etapas de diseño antes de la construcción (Attia, 2009).

Figura 3-4. Herramientas aplicadas para análisis de rendimiento energético y ambiental en relación a su etapa de uso en el proceso de diseño (Attia, 2009)

	Conceptual	Schematic	Design development	BIM-compatible
Green Building Studio	████████████████████			✓
Energy 10	████████████████████			
HEED	████████████████████			
Design Builder	████████████████████			
ECOTECH	████████████████████████████			✓
eQUEST		████████████████████████████		
IES VE		████████████████████████████████		✓
Energy Plus+SketchUp		████████████████████████████████████		
Energy Plus		████████████████████████████████████		





#### **4. ESTUDIOS DE ADOPCIÓN BIM EN OTROS PAÍSES**

Estimar el nivel de adopción de una innovación es de gran utilidad con miras al futuro, ya que permite identificar puntos débiles en la metodología de adopción de los usuarios y, con ello, plantear mejoras que potencien los resultados. Con respecto a BIM, muchos países han desarrollado investigaciones para determinar su nivel de adopción. Sin embargo, una de las principales críticas a estas investigaciones es que sus metodologías aplicadas carecen de representatividad de la población; es decir, las muestras obtenidas no representan a la población en estudio.

El presente capítulo muestra los resultados obtenidos de investigaciones de adopción de BIM realizadas en distintos países y sus metodologías aplicadas; específicamente, investigaciones realizadas en Estados Unidos, Reino Unido y Chile, países en los que BIM muestra un nivel de desarrollo importante.

##### **4.1. NORTEAMÉRICA: EL VALOR COMERCIAL DE BIM EN NORTEAMÉRICA: ANÁLISIS DE VARIOS AÑOS Y CALIFICACIONES DE USUARIOS (2007-2012)**

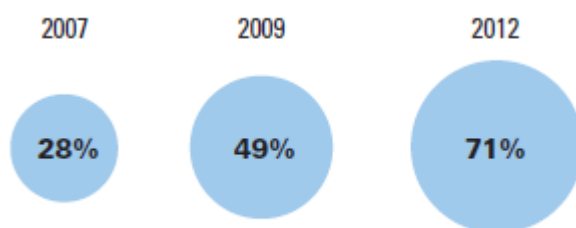
En el 2012, la organización McGraw-Hill Construction, a través de su área de investigación y análisis, realizó un estudio de mercado que estableció el nivel de adopción de BIM en Norteamérica al año 2007 y su posterior crecimiento de adopción al año 2012. Asimismo, propuso índices para medir el nivel de compromiso de usuarios BIM; el nivel de especialización de BIM; el nivel de experiencia usando BIM; y las calificaciones que los usuarios perciben de usar BIM.

###### **4.1.1. Adopción BIM**

En el año 2007, la organización McGraw-Hill Construction identificó a BIM como un potencial transformador de la industria de la construcción, dando un enfoque distinto a la fase de diseño y construcción de proyectos. Sin embargo, esto requería por parte de los usuarios adoptar nuevas tecnologías y realizar cambios en las empresas u organizaciones.

Al año 2007, se estimó que el 28% de la industria de la construcción en Norteamérica adoptaron BIM en sus proyectos, el cual fue incrementando a 49% en el año 2009 y 71% al año 2012.

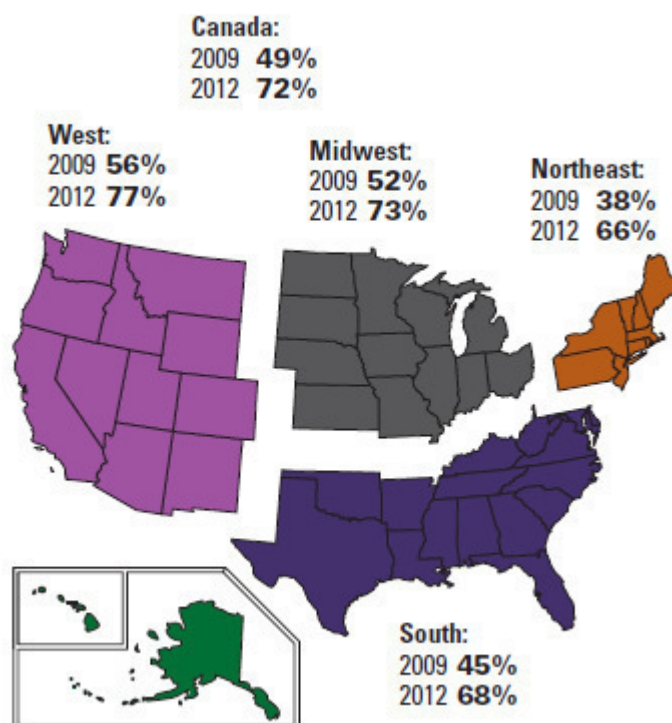
Figura 4-1. Nivel de adopción BIM en Norteamérica (Fuente: McGraw-Hill Construction)



#### 4.1.1.1. Adopción BIM por regiones

Norteamérica se divide en 5 regiones: Oeste, Medio-oeste, Nor-este, Sur y Canadá. En la región Oeste, el nivel de adopción BIM incrementó del 56% al año 2009 a 77% al año 2012; en la región Medio-oeste, de 52% al año 2009 a 73% al año 2012; en el Nor-este, de 38% al 2009 a 66% al 2012; en el Sur, de 45% al año 2009 a 68% al año 2012; por último, en Canadá, de 49% al año 2009 al 72% al año 2012.

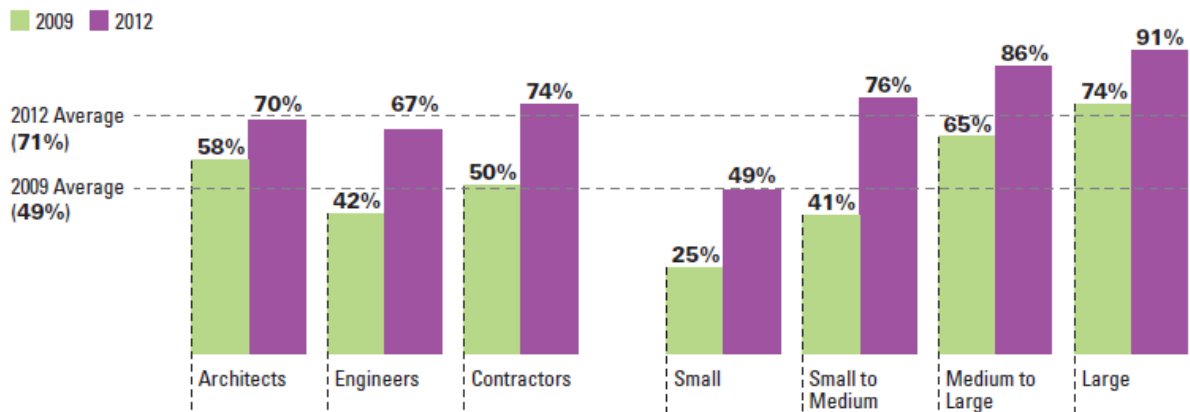
Figura 4-2. Nivel de adopción BIM por regiones en Norteamérica (Fuente: McGraw-Hill Construction)



#### 4.1.1.2. Adopción BIM por tipo y tamaño de empresa-organización

El estudio presenta que el nivel de adopción BIM en contratistas (constructores) al año 2012 es de 74%, mientras que en estudios de diseño es de 70% en arquitectos y 67% ingenieros. En lo que respecta a tamaño de la organización, el 91% de grandes empresas han adoptado BIM; medianas, el 86%; pequeñas a medianas, el 76%; y pequeñas, solo el 49%.

Figura 4-3. Nivel de adopción BIM de acuerdo al tipo y tamaño de organización  
(Fuente: McGraw-Hill Construction)



#### 4.1.2. Nivel de compromiso BIM

El nivel de compromiso BIM propuesto en esta investigación mide el nivel de experiencia, especialización y uso de BIM en cada unidad evaluada. La Figura 4-4 muestra el sistema de puntuación que se utilizó para cuantificar este índice.

Figura 4-4. Puntuación para el cálculo del nivel de compromiso BIM (Fuente: McGraw-Hill Construction)

Experience		Expertise		Implementation	
1 year	1 point	Beginner	1 point	Light (Under 15%)	1 point
2 years	2 points	Moderate	3 points	Moderate (15% to 30%)	3 points
3 years	3 points	Advanced	6 points	Heavy (31% to 60%)	5 points
4 years	4 points	Expert	10 points	Very Heavy (Over 60%)	8 points
5 years	5 points				
Over 5 years	9 points				

El nivel de experiencia se estima de acuerdo a la cantidad de años que la unidad evaluada viene usando BIM; el nivel de experiencia se determina de acuerdo al nivel de especialización que el contestante evaluado considera posee; y el nivel de implementación es el porcentaje de proyectos que la empresa u organización que el contestante representa viene aplicando BIM. Entonces, de acuerdo a estas consideraciones se obtuvo que la mayoría de evaluados posee un nivel de compromiso BIM “medio” con un 32% (ver Figura 4-5).

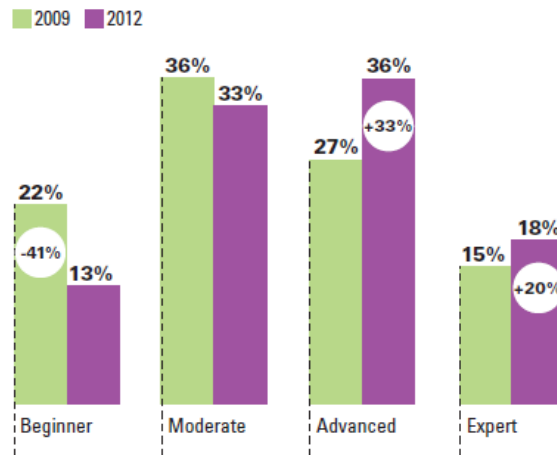
Figura 4-5. Nivel de compromiso BIM en empresas u organizaciones en Norteamérica (Fuente: McGraw-Hill Construction)

Tiers of BIM Engagement (E-Level)	Range of Scores for Each E-Level	Percent of All Respondents in Each E-Level
Very High	27	13%
High	19 to 26	24%
Medium	11 to 18	32%
Low	3 to 10	31%

#### 4.1.3. Nivel de especialización BIM

Tal como se muestra en la Figura 4-4, el nivel de especialización se mide por medio de la percepción del participante con respecto a su especialización de BIM: iniciante, moderado, avanzado y experto. En el 2009, el 36% de contestantes consideraba tener un nivel moderado de especialización en BIM, siendo este el grupo con mayor porcentaje; en el 2012, el grupo con mayor representatividad fueron los que consideraban tener un nivel de especialización avanzado, representando un 36% (ver Figura 4-6).

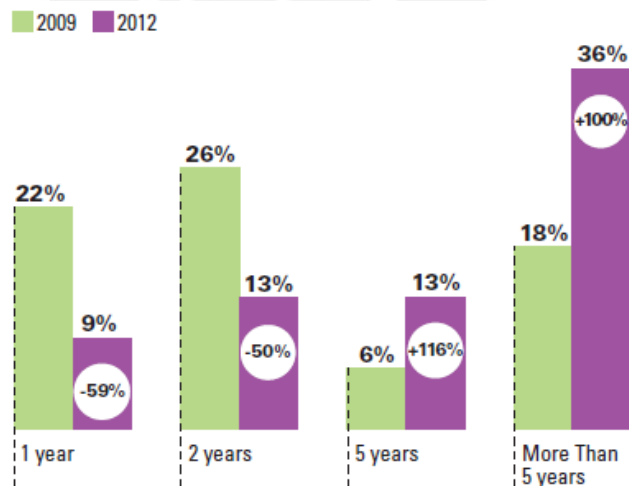
Figura 4-6. Nivel de especialización BIM en Norteamérica (Fuente: McGraw-Hill Construction)



#### 4.1.4. Nivel de experiencia usando BIM

El nivel de experiencia usando BIM se midió por medio de la cantidad de años que el contestante viene usando BIM, las categorías se muestran en la Figura 4-4. En el año 2009, el 26% de usuarios BIM poseía dos años de experiencia, siendo esta categoría la de mayor representatividad; Para el año 2012, el 36% de usuarios BIM poseían más de 5 años de experiencia en BIM.

Figura 4-7. Nivel de experiencia usando BIM en Norteamérica (Fuente: McGraw-Hill Construction)



#### 4.1.5. Beneficios percibidos de usar BIM

La Figura 4-8 muestra los beneficios percibidos por los usuarios de BIM en el corto plazo; la Figura 4-9, los beneficios percibidos a largo plazo.

Figura 4-8. Beneficios a corto plazo percibidos por usuarios BIM en Norteamérica  
(Fuente: McGraw-Hill Construction)

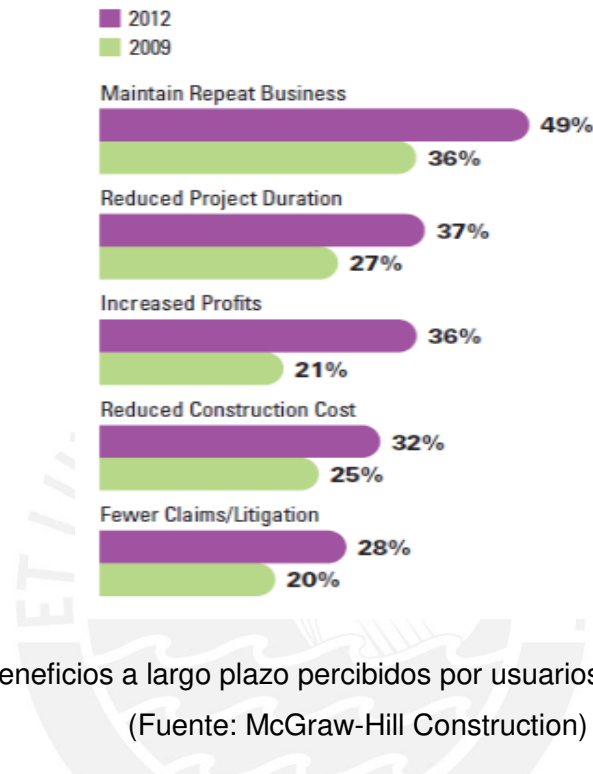
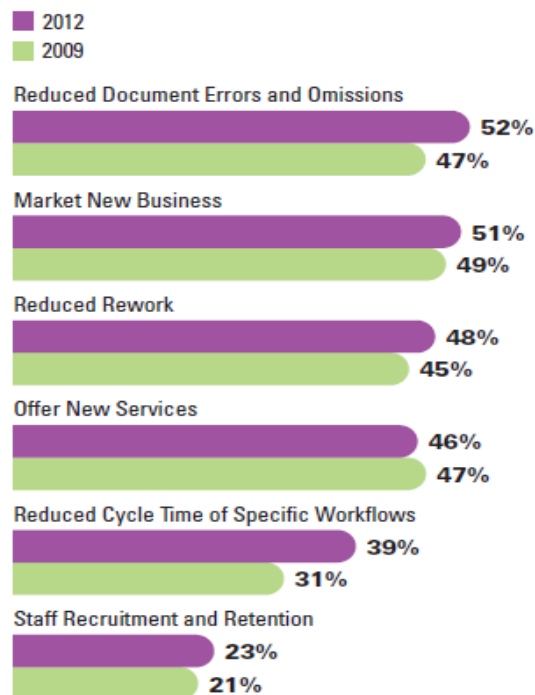


Figura 4-9. Beneficios a largo plazo percibidos por usuarios BIM en Norteamérica  
(Fuente: McGraw-Hill Construction)



#### **4.1.6. Metodología de investigación aplicada**

Este estudio de adopción de BIM fue basado en respuestas de encuestas virtuales enviadas a distintos profesionales dentro de la industria de la construcción, las cuales fueron contestadas entre agosto y septiembre del 2012. La encuesta clasificó a los contestantes entre usuarios BIM y no usuarios BIM. La muestra obtenida fue de 582 respuestas y la lista de contactos fue dada por asociaciones como ASA (American Statistical Association), ASCE (American Society of Civil Engineers), AIA (American Institute of Architects), entre otras. De acuerdo al estudio, se trabajó con un 95% de confianza y se estimó un margen de error de 5%.

#### **4.2. REINO UNIDO: NBS REPORTE NACIONAL BIM 2017**

La organización NBS realizó en el 2017 su primer reporte BIM desde que el gobierno del Reino Unido declarase el mandato BIM en abril del 2016, el cuál propone que los proyectos públicos adopten BIM en un nivel 2 con la intención de reducir sus costos en un 20%.

##### **4.2.1. Mandato BIM Nivel 2 en el Reino Unido**

Este nivel de adopción BIM se distingue por el trabajo colaborativo basado en 3D BIM, como mínimo. Todo software CAD aplicado por cualquier participante del proyecto del sector público, contratista y subcontrato, debe ser capaz de ser exportado a formatos de archivos comunes, como IFC o COBie. Para facilitar la implementación de BIM, el gobierno del Reino Unido ha publicado los siguientes estándares de adopción BIM: PAS 1192-2, PAS 1192-3; PAS 1192-6; PAS 1192-6.

##### **4.2.2. Adopción BIM**

Al año 2017 en el Reino Unido, el 62% de empresas u organizaciones han adoptado BIM en sus proyectos; el 35% tiene conocimiento de BIM; y solo el 3% no tiene conocimiento alguno sobre BIM.

Figura 4-10. Nivel de adopción en el Reino Unido al 2017 (Fuente: NBS)

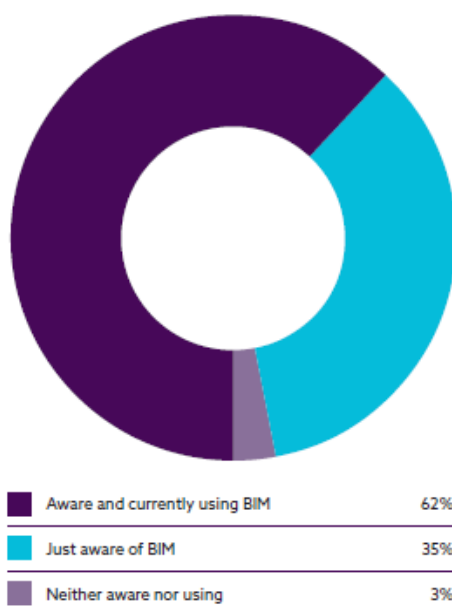
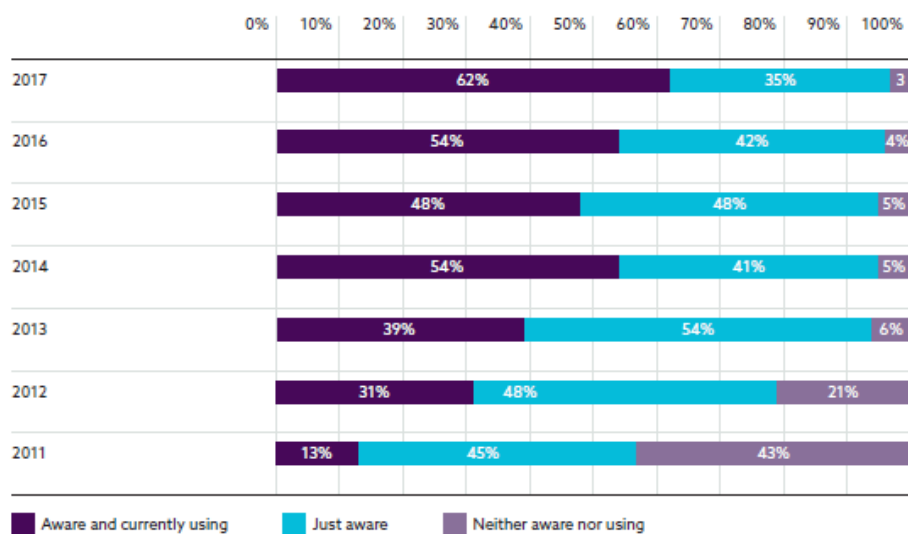


Figura 4-11. Niveles de adopción BIM en el tiempo en el Reino Unido (Fuente: NBS)

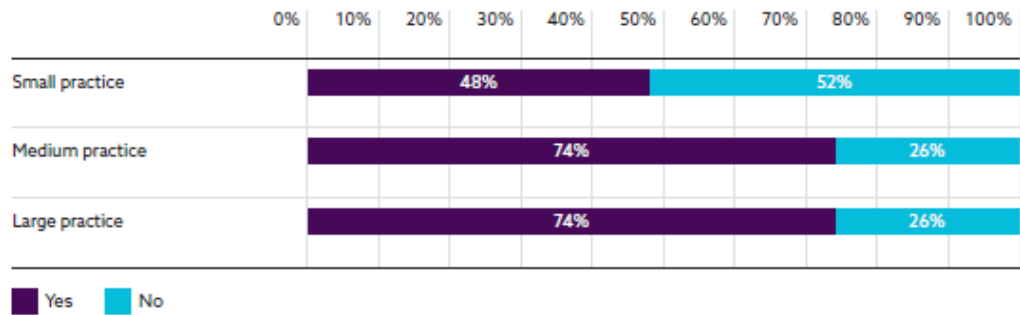


#### 4.2.2.1. Adopción BIM por tamaño de empresa u organización

El 74% de empresas u organizaciones medianas y grandes han adoptado BIM; por otro lado, solo el 48% de pequeñas lo ha hecho.



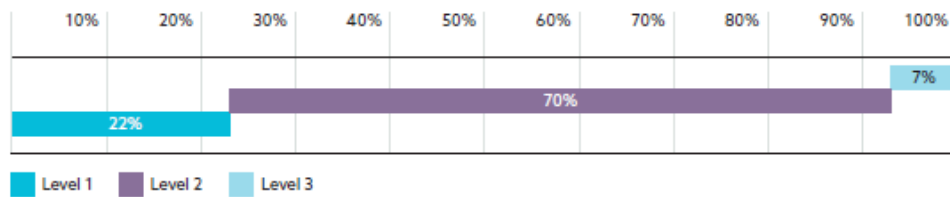
Figura 4-12. Nivel de adopción BIM por tamaño de empresa-organización (Fuente: NBS)



#### 4.2.3. Niveles de BIM adoptado

Dado que en el Reino Unido existe el mandato de que en proyectos públicos se adopte BIM en un nivel 2, toma importancia conocer el nivel de adopción BIM en empresas u organizaciones. El 22% de contestantes ha adoptado BIM en un nivel 1; el 70%, en un nivel 2; y solo un 7%, en un nivel 3.

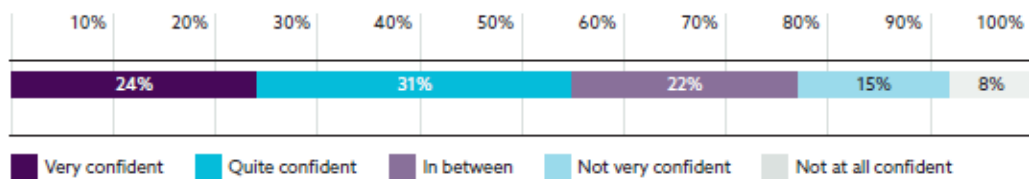
Figura 4-13. Adopción de BIM de acuerdo a niveles (Fuente: NBS)



#### 4.2.4. Madurez BIM

Se define BIM como el nivel de especialización; es decir, la habilidad de una empresa u organización para trabajar con BIM. Se muestra que el 24% de contestantes están muy confiados de sus habilidades con BIM; el 31%, confiados; el 22%, más o menos confiados; el 15%, no muy confiados; y 8%, nada confiados.

Figura 4-14. Nivel de madurez BIM en el Reino Unido (Fuente: NBS)



#### 4.2.5. Metodología de investigación aplicada

Los resultados de este estudio se basan en respuestas de una encuesta virtual generada por NBS. No se muestra la metodología aplicada.

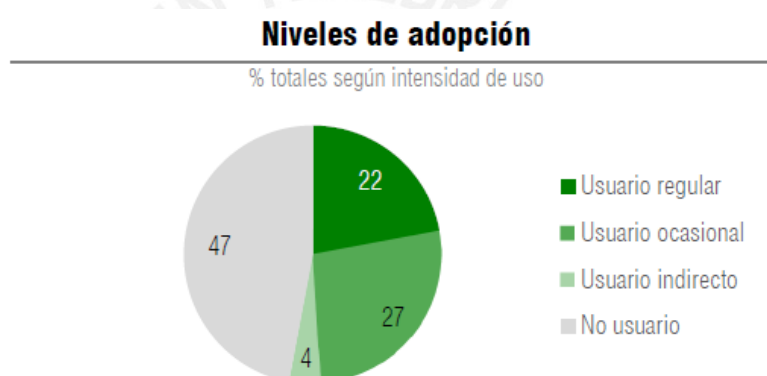
#### 4.3. CHILE: ENCUESTA NACIONAL BIM 2016, INFORME DE RESULTADOS

Este informe, a cargo de la Universidad de Chile, tuvo como principal objetivo dar a conocer el estado actual del uso de la tecnología Building Information Modelling (BIM) en Chile al 2016.

##### 4.3.1. Adopción BIM

El 53% de contestantes afirma haber adoptado BIM, la Figura 4-15 clasifica a los usuarios BIM de acuerdo a su intensidad de uso de BIM.

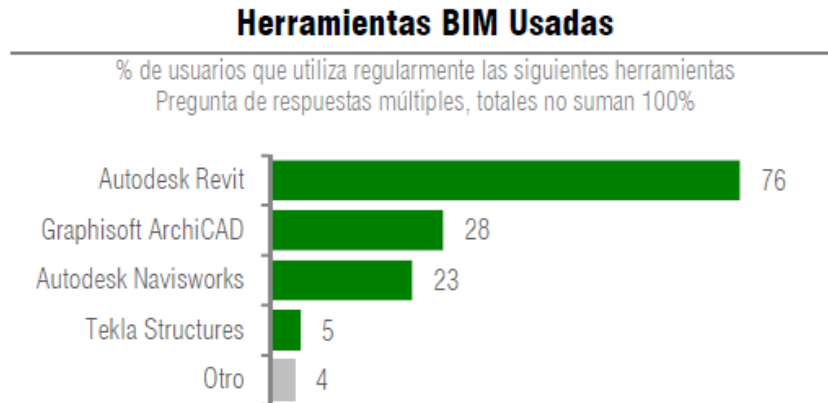
Figura 4-15. Nivel de adopción BIM en Chile al 2016 (Fuente: Universidad de Chile)



##### 4.3.2. Herramientas BIM usadas

El 76% de usuarios BIM usa Revit de Autodesk; el 28%, Graphisoft de ArchiCAD; el 23%, Naviswork de Autodesk; el 5%, Tekla Structures; y el 4%, otras herramientas.

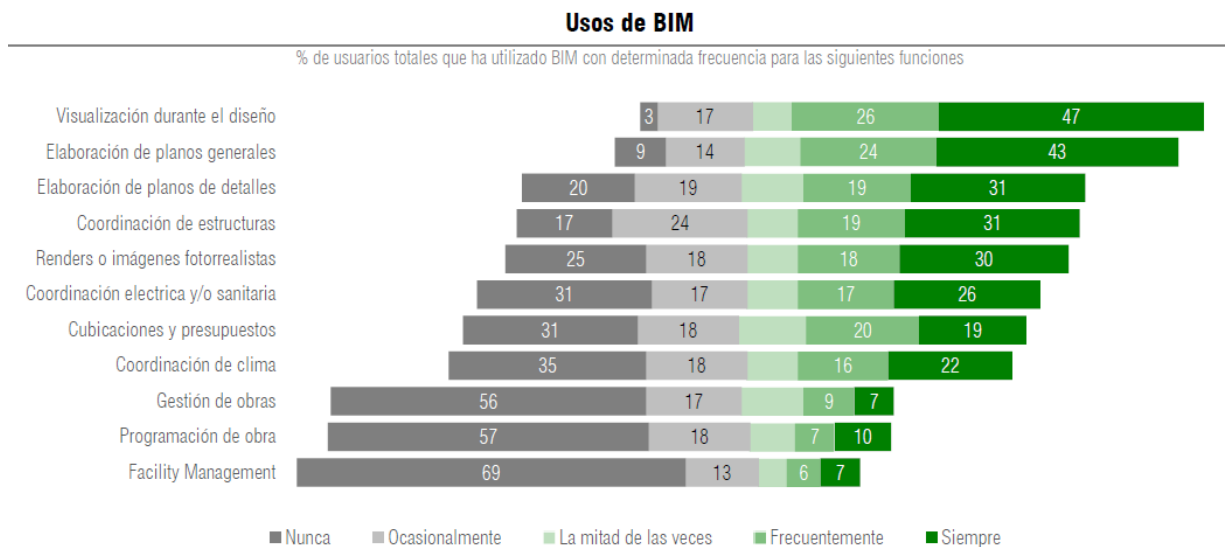
Figura 4-16. Herramientas BIM usadas en Chile al 2016 (Fuente: Universidad de Chile)



#### 4.3.3. Usos de BIM

La Figura 4-17 muestra los principales usos que se le dan a BIM y su nivel de frecuencia de uso.

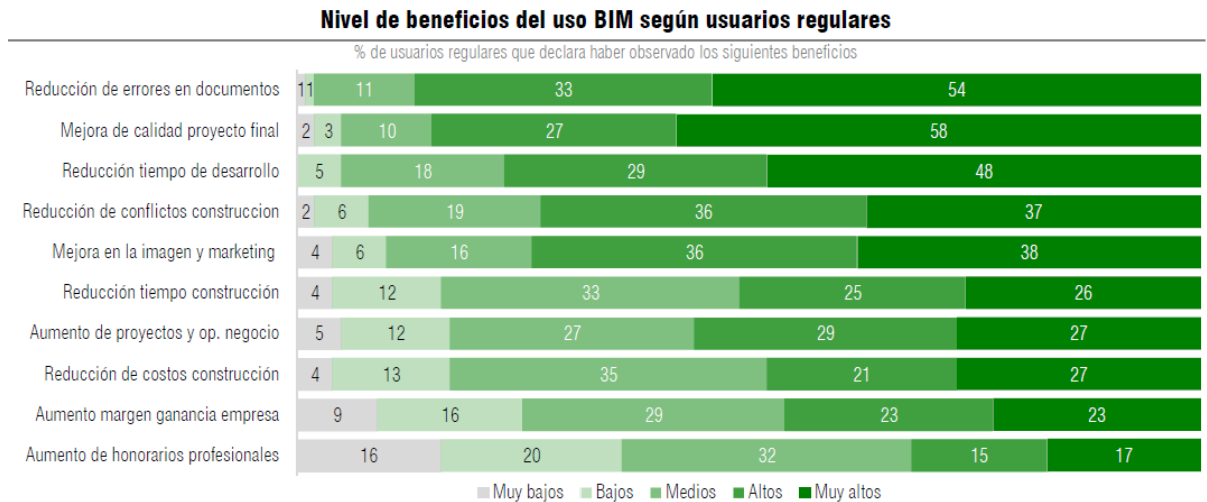
Figura 4-17. Usos de BIM y su frecuencia de aplicación en Chile al 2016 (Fuente: Universidad de Chile)



#### 4.3.4. Beneficios del uso de BIM

La Figura 4-18 muestra la percepción de los principales beneficios de usar BIM en los proyectos.

Figura 4-18. Percepción de beneficios del uso de BIM en Chile al 2016 (Fuente: Universidad de Chile)



#### 4.3.5. Metodología de investigación aplicada

La investigación estuvo a cargo de la Universidad de Chile. La encuesta fue realizada a través de internet y contó con un total de 1338 respuestas, las cuales corresponden a profesionales y técnicos registrados en organizaciones colaboradoras, tales como el Colegio de Constructores Civiles, el Colegio de Arquitectos, el Colegio de Ingenieros, entre otros. La recepción de respuestas fue de abril a mayo del 2016. La muestra obtenida arrojó un margen de error del 3% y nivel de confianza del 95%.

## **5. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN APLICADA: ADOPCIÓN BIM EN LIMA METROPOLITANA Y CALLAO**

A diferencia de estudios descritos en el capítulo 4, la presente investigación pretende estimar el nivel de adopción BIM por medio de principios de muestreo, siendo la población a analizar los proyectos de edificación urbana que se construyeron en el 2017 en Lima Metropolitana y Callao. De esta manera, el nivel de adopción BIM estimado corresponderá al porcentaje de proyectos de edificación que han aplicado BIM en su etapa de diseño y/o construcción en el 2017; es decir, el nivel de adopción BIM en Lima Metropolitana y Callao al año 2017.

La Figura 5-1 muestra la metodología a aplicar para poder estimar de manera precisa el nivel de adopción BIM, la cual, a diferencia de estudios realizados en otros países, aplica principios estadísticos de muestreo.

Figura 5-1. Esquema de metodología de investigación aplicada para estimar el nivel de adopción BIM en Lima Metropolitana y Callao (Fuente: Propia)



### **5.1. DISEÑO DE ENCUESTA BIM 2017**

#### **5.1.1. Secciones de la encuesta**

El diseño de la encuesta consolida información pertinente del encuestado y el proyecto, a través de cinco secciones: datos generales del encuestado, percepción BIM, aceptación BIM, adopción BIM y datos generales del proyecto, las tres primeras

secciones estudian a la persona entrevistada y las dos últimas secciones estudian al proyecto de edificación urbana.

Figura 5-2. Principales secciones de Encuesta BIM 2017 (Fuente: Propia)



#### **5.1.1.1. Datos generales del encuestado**

Identifican datos pertinentes del encuestado, tales como profesión, cargo, experiencia profesional, experiencia en proyectos con BIM y conocimiento sobre BIM, esto con el fin de relacionarlos con las secciones de percepción y aceptación BIM.

#### **5.1.1.2. Percepción BIM del encuestado**

Mide el nivel de conocimiento y percepción del encuestado acerca de BIM.

#### **5.1.1.3. Aceptación BIM del encuestado**

Mide el nivel de aceptación del uso de tecnología BIM del encuestado.

#### **5.1.1.4. Adopción BIM del proyecto**

Identifica las principales variables BIM en el proyecto, tales como el modelado 3D, aplicaciones BIM usadas en el proyecto, principales subcontratos con los que se coordina con BIM, resultados percibidos de usar BIM y etapa en el proyecto en la que se inicia el uso de BIM.

#### **5.1.1.5. Datos generales del proyecto**

Identifican variables relevantes al proyecto, tales como ubicación, tipo de proyecto, características del proyecto (cantidad de pisos, sótanos y área construida).

### 5.1.2. Fases de diseño de la encuesta

Para obtener el diseño final de la Encuesta BIM 2017 se plantearon tres fases: diseño preliminar, fase “piloto” y diseño final.

Figura 5-3. Fases de diseño de encuesta BIM 2017



#### 5.1.2.1. Diseño de encuesta preliminar

La encuesta BIM 2017 preliminar se muestra en el Anexo I.

#### 5.1.2.2. Fase “Piloto”

Esta fase consiste en ir a un total de 10 obras antes de la toma de datos, con el fin de modificar la encuesta BIM 2017 preliminar de acuerdo a observaciones dadas por parte del entrevistado. Se obtuvieron las siguientes críticas:

- Enunciados ambiguos
- Enunciados repetitivos
- Falta de información necesaria dentro de algunas secciones
- Falta de opciones de respuestas

Tomando en consideración las observaciones mencionadas, se diseñó la encuesta BIM 2017 final.

#### 5.1.2.3. Diseño de encuesta final

La encuesta BIM 2017 final se muestra en el Anexo II.

## 5.2. DISEÑO MUESTRAL

Teniendo en consideración el tamaño de la población objeto de estudio y la naturaleza de la información que se requiere para medir el nivel de adopción BIM, es necesario aplicar principios de investigación por muestreo.

### 5.2.1. Universo de estudio

La población en estudio está constituida por la totalidad de edificaciones urbanas en proceso de construcción durante el periodo de recolección de información en la zona geográfica de Lima Metropolitana y Callao. Se considera en proceso de construcción desde iniciado el movimiento de tierras hasta la entrega del proyecto sin ocupar. Además, se consideraron proyectos de ampliación de edificaciones urbanas con área construida mínima de 500 m<sup>2</sup> que involucren rediseño o modificación estructural y de instalaciones en edificaciones. Por otro lado, se excluyeron del estudio viviendas unifamiliares y multifamiliares que no posean licencia de funcionamiento pública.

### 5.2.2. Marco muestral

Es necesario un marco muestral que detalle todos los elementos de la población para seleccionar una muestra probabilística que sea representativa. El marco muestral utilizado en la presente investigación es del tipo de áreas, las cuales son superficies geográficas bien delimitadas. Estas unidades de áreas son los conglomerados y en este caso son distrito – grupo en Lima Metropolitana y Callao.

Dado que el marco muestral obtenido está sectorizado en primera instancia por sectores urbanos y luego por distrito - grupo, se trata de una muestra por conglomerados en dos etapas combinado con estratificación.

Tabla 5-1. Marco muestral de edificaciones de vivienda 2017 en Lima Metropolitana y Callao (Fuente: CAPECO)

<b>Distrito</b>	<b>Edificaciones de Vivienda</b>
1. Miraflores	105
2. San Isidro	42
3. La Molina	7
4. Santiago de Surco	124
5. San Borja	46
6. Barranco	31
7. Jesús María	52



8. Lince	33
9. Magdalena	54
10. Pueblo Libre	49
11. San Miguel	77
12. Surquillo	42
13. Cercado de Lima	24
14. Breña	29
15. La Victoria	20
16. San Luis	3
17. Ate	31
18. Cieneguilla	1
19. Chaclacayo	3
20. Lurigancho	5
21. Santa Anita	6
22. El Agustino	3
23. San Juan de Lurigancho	15
24. Carabaylo	19
25. C6mas	36
26. Los Olivos	51
27. Puente Piedra	4
28. San Mart3n de Porres	5
29. Anc6n	2
30. Santa Rosa	2
31. Chorrillos	30
32. Lur3n	8
33. San Juan de Miraflores	10
34. Villa El Salvador	4
35. Pucusana	4
36. Punta Hermosa	11
37. Punta Negra	2
38. San Bartolo	14
39. Santa Mar3a del Mar	4
40. Bellavista	10
41. Callao	10
42. La Perla	5
43. Ventanilla	2
<b>Total</b>	<b>1035</b>

El marco muestral de la cantidad de obras de edificación urbana total se estima a partir del ratio de obras que se obtiene del censo de obras realizado por CAPECO en el 2015.

Tabla 5-2. Marco muestral de edificaciones urbanas 2017 en Lima Metropolitana y Callao (Fuente: Propia)

		<b>VIV2017</b>	<b>TOTAL2017</b>
1	Miraflores	105	133
2	San Isidro	42	58
3	La Molina	7	9
4	Santiago de Surco	124	136
5	San Borja	46	53
6	Jesús María	52	60
7	Lince	33	54
8	Magdalena del mar	54	64
9	Pueblo Libre	49	53
10	San Miguel	77	82
11	Surquillo	42	47
12	Barranco	31	34
13	Cercado de Lima	24	24
14	Breña	29	34
15	La Victoria	20	37
16	Rímac	0	0
17	San Luis	3	3
18	Ate	31	36
19	Cieneguilla	1	1
20	Chaclacayo	3	3
21	Lurigancho	5	6
22	Santa Anita	6	7
23	El agustino	3	3
24	San Juan de Lurigancho	15	19
25	Carabayllo	19	23
26	Cómas	36	42
27	Independencia	0	0

28	Los Olivos	51	57
29	Puente Piedra	4	4
30	San Martín de Porres	5	6
31	Ancón	2	2
32	Santa Rosa	2	2
33	Chorrillos	30	35
34	Lurín	8	8
35	Pachacámac	0	0
36	San Juan de Miraflores	10	11
37	Villa El Salvador	4	5
38	Villa María del Triunfo	0	0
39	Pucusana	4	4
40	Punta Hermosa	11	11
41	Punta Negra	2	2
42	San Bartolo	14	14
43	Santa María del Mar	4	4
44	Bellavista	10	10
45	Callao	10	14
46	Carmen de la Legua	0	0
47	La Perla	5	6
48	La Punta	0	0
49	Ventanilla	2	2
		1035	<b>1218</b>

### 5.2.3. Unidades del marco muestral

La unidad de análisis es un proyecto de edificación urbana dentro de la zona geográfica en estudio. Las Encuesta BIM 2017 está dirigida a Gerentes de Proyectos, Ingenieros Residentes y, en última instancia, a asistentes de residente.

### 5.2.4. Estratificación y conglomerados del marco muestral

Un marco muestral eficiente requiere de una estratificación en áreas homogéneas llamados estratos. En el caso de la presente investigación, estos estratos son sectores urbanos: Lima Top, Lima Moderna, Lima Centro, Lima Este, Lima Norte, Lima Sur y Callao, los cuales están formados por distritos - grupos (conglomerados)

que están agrupados en base a su ubicación geográfica en Lima Metropolitana y Callao.

El tamaño del marco muestral consta de 1,218 obras de edificación urbana que forman 63 conglomerados. Lima Top representa el 32%; Lima Moderna, el 32%; Lima Centro, 8%; Lima Este, el 6%, Lima Norte, el 11%; Lima Sur, el 8%; y Callao, el 3%. Entonces, los estratos de la muestra a obtener deben guardar representación porcentual semejante a las del marco muestral (porcentajes obtenidos de la Tabla 5-2).

Tabla 5-3. Marco muestral: estratos y conglomerados (Fuente: Propia)

ESTRATO	CONGLOMERADO	
SECTOR URBANO(SU)	DISTRITO	GRUPO
Lima Top	1. Miraflores	A
	2. Miraflores	B
	3. Miraflores	C
	4. San Isidro	A
	5. San Isidro	B
	6. La Molina	A
	7. La Molina	B
	8. Santiago de Surco	A
	9. Santiago de Surco	B
	10. Santiago de Surco	C
	11. San Borja	A
	12. San Borja	B
	13. San Borja	C
	14. Barranco (AyB)	A
Lima Moderna	1. Jesús María	A
	2. Jesús María	B
	3. Jesús María	C
	4. Lince	A
	5. Magdalena del mar (AyB)	A
	6. Magdalena del mar	C
	7. Pueblo Libre	A
	8. Pueblo Libre	B
	9. Pueblo Libre	C

	10. San Miguel	A
	11. San Miguel	B
	12. San Miguel	C
	13. Surquillo	A
	14. Surquillo	B
	15. Surquillo	C
Lima Centro	1. Cercado de Lima	A
	2. Cercado de Lima	B
	3. Breña	A
	4. Breña	B
	5. Breña	C
	6. La Victoria	A
	7. San Luis	A
Lima Este	1. Ate	A
	2. Cieneguilla	A
	3. Chaclacayo	A
	4. Lurigancho	A
	5. Santa Anita	A
	6. El Agustino	A
	7. San Juan de Lurigancho	A
Lima Norte	1. Carabaylo	A
	2. C6mas	A
	3. Los Olivos	A
	4. Los Olivos	B
	5. Los Olivos	C
	6. Puente Piedra	A
	7. San Mart6n de Porres	A
	8. Anc6n / Independencia	A
Lima Sur	1. Chorrillos	A
	2. Chorrillos	C
	3. Lurin/Pachacamac/VES	A
	4. San Juan de Miraflores	A
	5. Pucusana	A
	6. Punta Hermosa/Punta Negra	A
	7. San Bartolo	A
	8. Santa Mar6a del Mar	A

Callao	1. Bellavista	A
	2. Callao	A
	3. La Perla	A
	4. Ventanilla	A

### 5.2.5. Tamaño de la muestra

La muestra diseñada es probabilística porque las unidades de muestreo han sido seleccionadas mediante métodos aleatorios; estratificada, porque la población ha sido dividido en estratos con el fin de optimizar la representatividad; de áreas o conglomerados, debido a que la probabilidad de elección de la población está asociada a áreas geográficas; y bietápica, porque la selección de unidades se realiza en dos etapas, primero seleccionando la cantidad de conglomerados y luego la cantidad de unidades dentro de los conglomerados seleccionados.

Dado que se conoce el tamaño de la población, el cálculo del tamaño de la muestra (n) se estimará aplicando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2 + \frac{Z^2 \cdot p \cdot q}{N}}$$

Donde:

N: Tamaño de la población estimado (1218)

Z: Nivel de confianza (95%; 1.96)

p: %<sub>asumido</sub> de proyectos de edificación urbana que han adoptado BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 (15%)

q: %<sub>asumido</sub> de proyectos de edificación urbana que no han adoptado BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 (85%)

e: margen de error asumido (5%)

Entonces,

$$n = 305$$

Por lo tanto, son 305 proyectos de edificación urbana, como mínimo, a los que se deben realizar la encuesta BIM 2017.

### 5.2.6. Selección de la muestra

La muestra resultante fue seleccionada en dos etapas: en primera instancia se seleccionó cierta cantidad de conglomerados (distrito-grupo) y en segunda instancia la cantidad de obras dentro de los conglomerados seleccionados. Las etapas de selección partieron del principio de llegar a un total de 300 obras de edificación urbana (mayor al tamaño de muestra calculado, para obtener exceso de información), las cuales fueron distribuidas de manera proporcional al tamaño del estrato (sector urbano).

La primera etapa consistió en definir la cantidad de conglomerados (distritos-grupos) a llegar por estrato. La selección de la cantidad de conglomerados fue de forma sistemática simple. Del mismo modo, en la segunda etapa se definieron la cantidad de obras a encuestar por conglomerado (distrito-grupo), esta fue proporcional al tamaño del estrato.

Tabla 5-4. Muestra obtenida (Fuente: Propia)

ESTRATO	CONGLOMERADO		Encuestas	Encuestas	
SECTOR URBANO(SU)	DISTRITO	GRUPO	por grupo	por estrato	%
Lima Top	1. Miraflores	A	4	130	40%
	2. Miraflores	B	21		
	3. Miraflores	C	1		
	4. San Isidro	A	20		
	5. San Isidro	B	2		
	6. La Molina	A	1		
	7. La Molina	B	0		
	8. Santiago de Surco	A	21		
	9. Santiago de Surco	B	20		
	10. Santiago de Surco	C	0		
	11. San Borja	A	16		
	12. San Borja	B	7		
	13. San Borja	C	0		
	14. Barranco (AyB)	A	17		
Lima Moderna	1. Jesús María	A	3	84	26%
	2. Jesús María	B	2		

	3. Jesús María	C	2		
	4. Lince	A	9		
	5. Magdalena del mar (AyB)	A	24		
	6. Magdalena del mar	C	4		
	7. Pueblo Libre	A	12		
	8. Pueblo Libre	B	0		
	9. Pueblo Libre	C	1		
	10. San Miguel	A	5		
	11. San Miguel	B	12		
	12. San Miguel	C	0		
	13. Surquillo	A	5		
	14. Surquillo	B	3		
	15. Surquillo	C	2		
Lima Centro	1. Cercado de Lima	A	9	23	7%
	2. Cercado de Lima	B	0		
	3. Breña	A	11		
	4. Breña	B	0		
	5. Breña	C	0		
	6. La Victoria	A	3		
	7. San Luis	A	0		
Lima Este	1. Ate	A	7	13	4%
	2. Cieneguilla	A	0		
	3. Chaclacayo	A	0		
	4. Lurigancho	A	0		
	5. Santa Anita	A	2		
	6. El Agustino	A	3		
	7. San Juan de Lurigancho	A	1		
Lima Norte	1. Carabayllo	A	2	25	8%
	2. Cómas	A	6		
	3. Los Olivos	A	4		
	4. Los Olivos	B	7		
	5. Los Olivos	C	0		
	6. Puente Piedra	A	0		
	7. San Martín de Porres	A	4		
	8. Ancón / Independencia	A	2		
Lima Sur	1. Chorrillos	A	3	34	11%



	2. Chorrillos	C	10		
	3. Lurin/Pachacamac/VES	A	3		
	4. San Juan de Miraflores	A	8		
	5. Pucusana	A	0		
	6. Punta Hermosa/Punta Negra	A	2		
	7. San Bartolo	A	8		
	8. Santa María del Mar	A	0		
Callao	1. Bellavista	A	4	14	4%
	2. Callao	A	8		
	3. La Perla	A	0		
	4. Ventanilla	A	2		
			323		

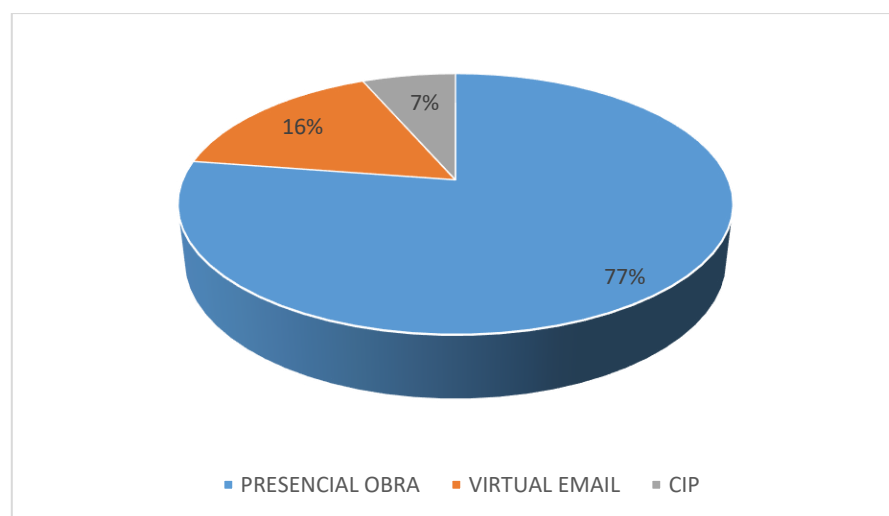
### 5.3. TOMA DE DATOS

#### 5.3.1. Método de recolección

La recolección de información se realizó aplicando un esquema de estructura vertical, conformada por un responsable de investigación (consultor) y dos asistentes (encuestadores), de esta manera se garantiza la calidad de la información recolectada. A cada asistente se le asignó cierta cantidad de conglomerados. El método en el que se llegó a la muestra de diseño seleccionada fue a través de tres medios: virtual email, CIP y presencial obra.

- Virtual email: Se obtuvo una base de datos de correos electrónicos que responden a proyectos de edificación urbanas específicos y localizados, las respuestas de estos correos responden al medio virtual.
- CIP (Colegio de Ingenieros del Perú): La Encuesta BIM 2017 fue realizada a los participantes de un curso dictado por el CIP. De toda la información obtenida por este medio se filtraron solo las que cumplían con los criterios del universo en estudio.
- Presencial obra: Este medio consistió en obtener respuestas a pie de obra, es decir, ir a la misma obra y encuestar al responsable.

Gráfico 5-1. Métodos de recolección de data



### 5.3.2. Periodo de recolección

El periodo de recolección de información fue del 02 de octubre al 29 de diciembre del año 2017. Por otro lado, el periodo de revisión fue del 01 de enero al 30 de abril del año 2018.

### 5.3.3. Ubicación de proyectos

El Anexo III muestra la ubicación de los proyectos que son parte de la muestra seleccionada

### 5.3.4. Respuesta de encuestas

El Anexo IV muestra las respuestas a las Encuesta BIM 2017 sin procesamiento

## **6. RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN: ADOPCIÓN BIM EN LIMA METROPOLITANA Y CALLAO 2017**

La muestra diseñada ha permitido llegar a obras urbanas de todo tipo: edificios de vivienda multifamiliar, vivienda masiva, oficinas, centros comerciales, hoteles, centros educativos, centros de salud y otras, tales como estaciones de transporte masivo, mejoramiento de mercados locales, centros de ceremonia, restaurantes e iglesias. Por lo tanto, los resultados del uso de BIM en la presente investigación consideran todo el universo de edificaciones urbanas.

### **6.1. NIVEL DE ADOPCIÓN BIM**

Para fines de la investigación, se ha considerado que un proyecto ha adoptado BIM, si ha utilizado alguna de sus aplicaciones: visualización de modelos 3D; modelado 3D de alguna de las especialidades del proyecto; metrados y presupuestos a partir de modelos 3D; compatibilización de especialidades; planificación 4D de obra; control de obra con BIM; prefabricación de componentes a partir de coordinaciones con BIM; y la generación de planos 2D a partir de modelos 3D.

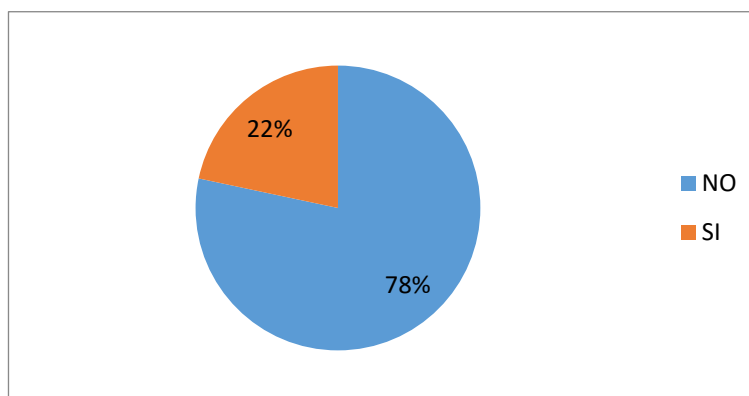
#### **6.1.1. Nivel de adopción BIM en Lima Metropolitana y Callao**

De los proyectos de edificación urbana que se construyeron en Lima Metropolitana y Callao el 2017, el 22% de proyectos ha adoptado BIM.

Tabla 6-1. Nivel de adopción BIM en edificaciones urbanas en Lima Metropolitana y Callao el 2017

<b><u>Aplicó BIM en proyecto</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>	<b><u>Porcentaje</u></b>
Si	70	22%
No	253	78%
<b>Total</b>	<b>323</b>	<b>100%</b>

Gráfico 6-1. Nivel de adopción BIM en edificaciones urbanas en Lima Metropolitana y Callao el 2017



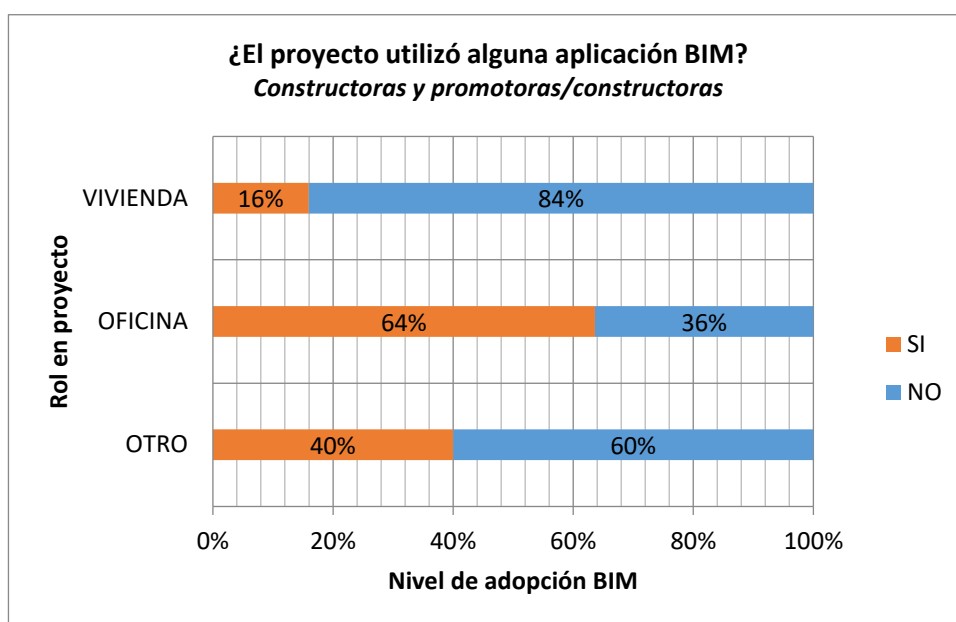
### 6.1.2. Adopción BIM por tipos de edificación urbana

Para efectos prácticos, las edificaciones urbanas se han clasificado en tres tipos: vivienda, oficina y otro. En proyectos de vivienda el nivel de adopción BIM es de 16%; en proyectos de oficina, 64%; y en “otros”, 40%. Por lo tanto, los proyectos de oficina muestran el mayor nivel de adopción BIM.

Tabla 6-2. Nivel de adopción BIM por tipo de proyectos en Lima Metropolitana y Callao en el 2017

Tipo de edificación urbana	Adoptó BIM Si	%	Adoptó BIM No	%	Subtotal
Vivienda	41	16%	216	84%	257
Oficina	7	64%	4	36%	11
Otro	22	40%	33	60%	55
<b>Total</b>	<b>64</b>		<b>244</b>		<b>323</b>

Gráfico 6-2. Nivel de adopción BIM por tipo de proyectos en Lima Metropolitana y Callao en el 2017



### 6.1.3. Adopción BIM en micro, pequeña, mediana y gran empresa

De acuerdo al gobierno peruano, existen cuatro tipos de empresas según su tamaño: microempresa, pequeña empresa, mediana empresa y gran empresa. Esta clasificación obedece a la cantidad de personal contratado y al volumen de facturación anual. Sin embargo, para efectos prácticos de la investigación, se ha clasificado las empresas solo en función a la cantidad de personal administrativo y operativo contratado, sin contar obreros.

Cuadro 6-1. Clasificación de empresas según su tamaño

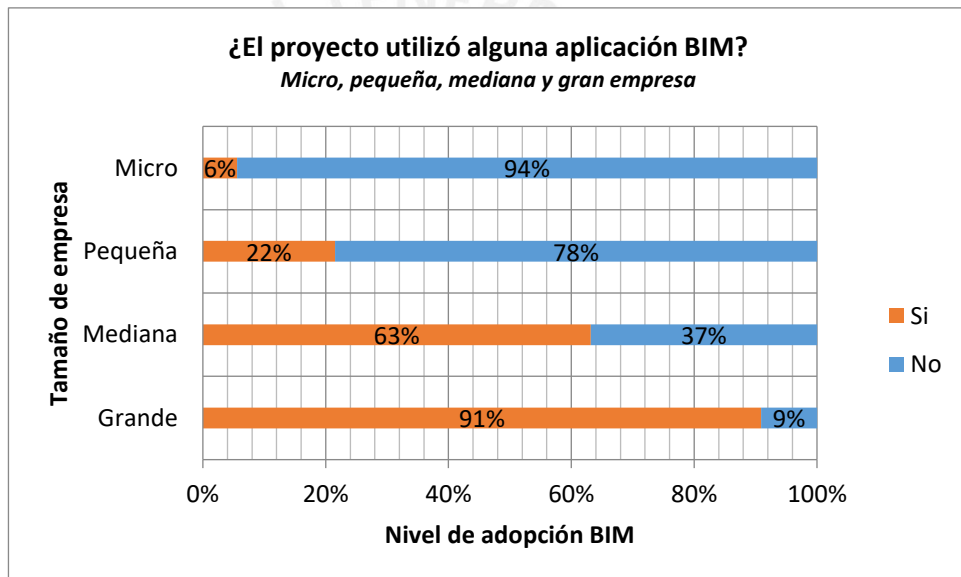
<u>Tamaño de empresa</u>	<u>Cantidad de personal contratado</u>
Microempresa	1 a 10
Pequeña empresa	11 a 49
Mediana empresa	50 a 250
Gran empresa	Más de 250

Los resultados muestran que el 91% de empresas grandes han adoptado BIM, mientras que microempresas, solo el 6%.

Tabla 6-3. Nivel de adopción BIM de acuerdo al tamaño de empresa a cargo de la construcción de proyectos de edificación en Lima Metropolitana y Callao en el 2017

Tamaño empresa	Adoptó BIM Si	%	Adoptó BIM No	%	Subtotal
Micro	8	6%	136	94%	144
Pequeña	28	22%	102	78%	130
Mediana	24	63%	14	37%	38
Grande	10	91%	1	9%	11
<b>Total</b>	<b>70</b>		<b>253</b>		<b>323</b>

Gráfico 6-3. Nivel de adopción BIM de acuerdo al tamaño de empresa a cargo de la construcción de proyectos de edificación en Lima Metropolitana y Callao en el 2017



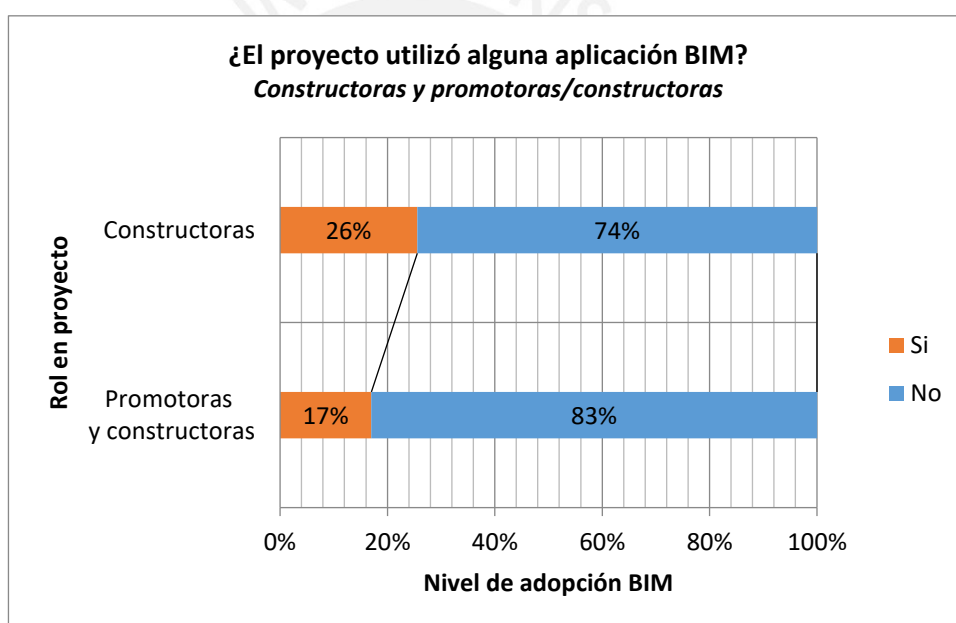
#### 6.1.4. Adopción BIM en constructora y promotoras/constructoras

El estudio muestra que el nivel de adopción BIM es mayor en solo constructoras, con un 26%, que promotoras.

Tabla 6-4. Nivel de adopción BIM de acuerdo al rol de la empresa a cargo de la construcción del proyecto de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao en el 2017

Rol en Proyecto	Adoptó BIM Si	%	Adoptó BIM No	%	Subtotal
Constructora	45	26%	131	74%	176
Promotora y constructora	25	17%	122	83%	147
<b>Total</b>	<b>64</b>		<b>244</b>		<b>323</b>

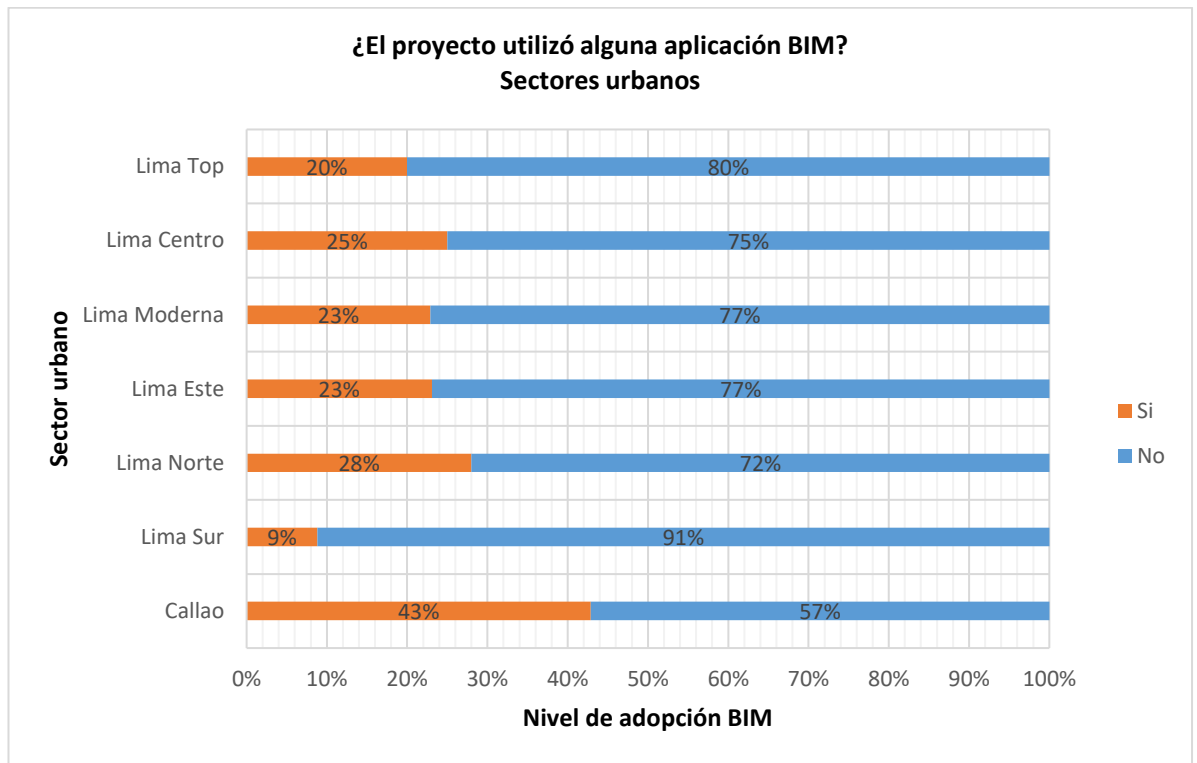
Gráfico 6-4. Nivel de adopción BIM de acuerdo al rol de la empresa a cargo de la construcción del proyecto de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao en el 2017



### 6.1.5. Adopción BIM en sectores urbanos

La presente sección muestra el nivel de adopción BIM en cada sector urbano de Lima Metropolitana y Callao. A continuación, se muestra un gráfico resumen. Resaltan Lima Sur y Callao por su bajo (9%) y alto porcentaje (43%) de adopción, respectivamente.

Gráfico 6-5. Nivel de adopción BIM en proyectos de edificación urbana en el 2017 en cada sector urbano



#### 6.1.5.1. Lima Top

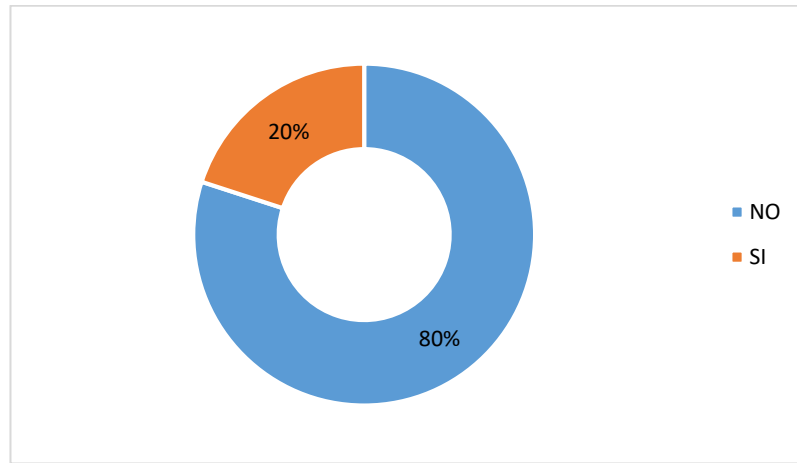
De todas las edificaciones urbanas que se construyeron en Lima Top, el 20% ha adoptado BIM.

Tabla 6-5. Nivel de adopción BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Top el 2017

<u>Aplicó BIM en proyecto</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Porcentaje</u>
Si	26	20%
No	104	80%
<b>Total</b>	<b>130</b>	<b>100%</b>



Gráfico 6-6. Nivel de adopción BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Top el 2017



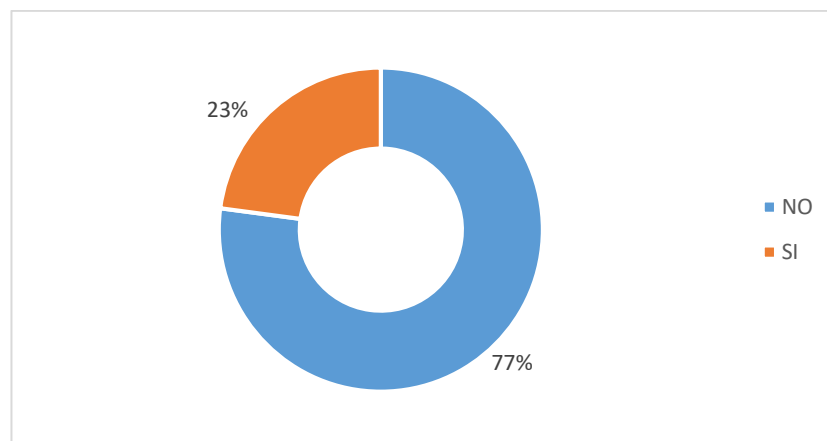
### 6.1.5.2. Lima Moderna

De todas las edificaciones urbanas que se construyeron en Lima Moderna el 2017, el 23% ha adoptado BIM.

Tabla 6-6. Nivel de adopción BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Moderna el 2017

<u>Aplicó BIM en proyecto</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Porcentaje</u>
Si	19	23%
No	64	77%
<b>Total</b>	<b>83</b>	<b>100%</b>

Gráfico 6-7. Nivel de adopción BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Moderna el 2017



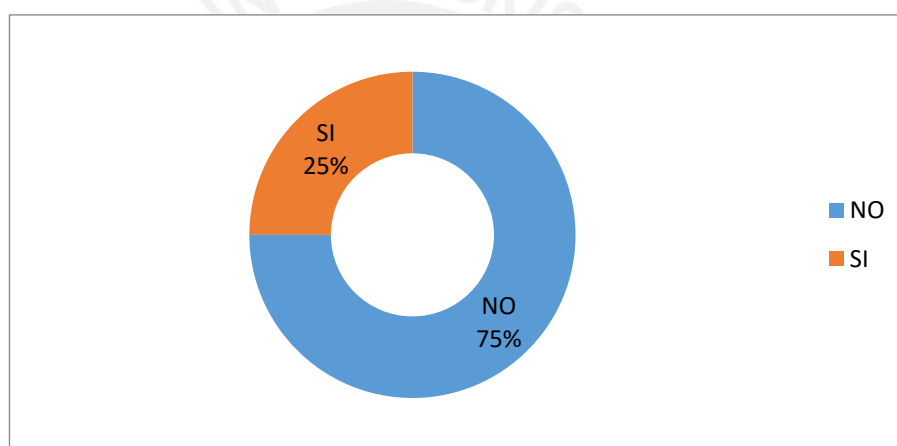
### 6.1.5.3. Lima Centro

De todas las edificaciones urbanas que se construyeron en Lima Centro el 2017, el 25% ha adoptado BIM.

Tabla 6-7. Nivel de adopción BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Centro el 2017

<u>Aplicó BIM en proyecto</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Porcentaje</u>
Si	6	25%
No	18	75%
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100%</b>

Gráfico 6-8. Nivel de adopción BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Centro el 2017



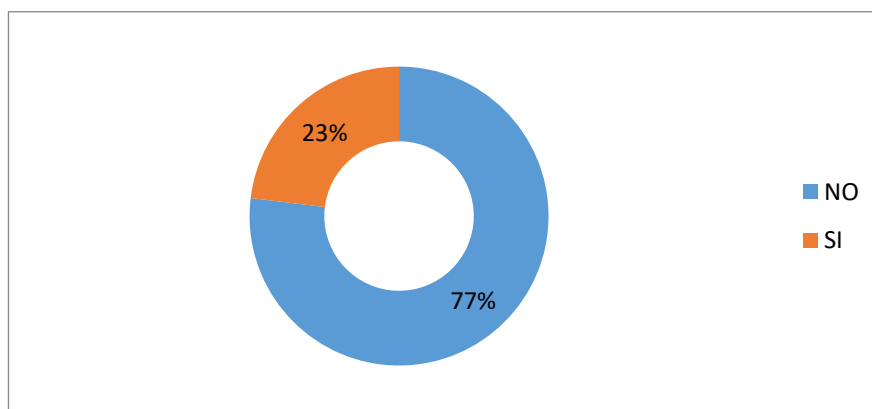
### 6.1.5.4. Lima Este

De todas las edificaciones urbanas que se construyeron en Lima Este el 2017, el 23% ha utilizado alguna aplicación BIM, es decir, el 2% de proyectos urbanos ha adoptado BIM.

Tabla 6-8. Nivel de adopción BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Este el 2017

<u>Aplicó BIM en proyecto</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Porcentaje</u>
Si	3	23%
No	10	77%
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>100%</b>

Gráfico 6-9. Nivel de adopción BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Este el 2017



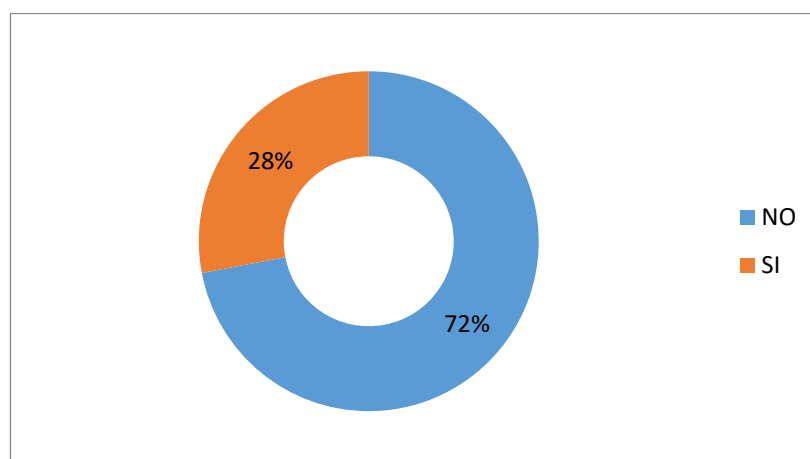
#### 6.1.5.5. Lima Norte

De todas las edificaciones urbanas que se construyeron en Lima Norte el 2017, el 26% ha utilizado alguna aplicación BIM, es decir, el 26% de proyectos urbanos ha adoptado BIM.

Tabla 6-9. Nivel de adopción BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Norte el 2017

<b><u>Aplicó BIM en proyecto</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>	<b><u>Porcentaje</u></b>
Si	7	28%
No	18	72%
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>100%</b>

Gráfico 6-10. Nivel de adopción BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Norte el 2017



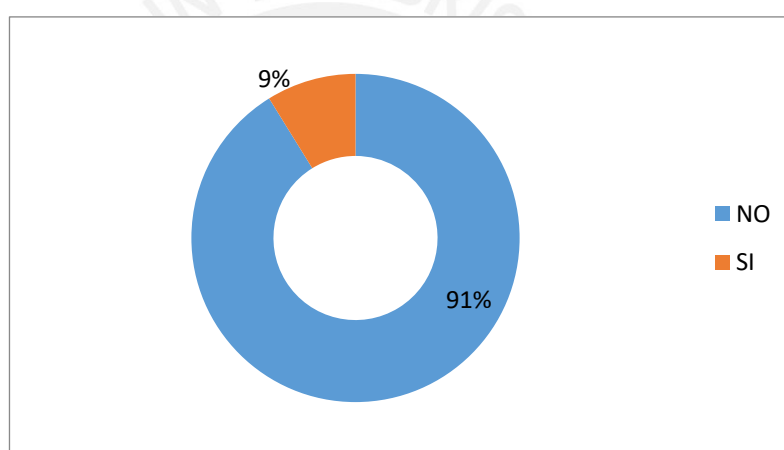
#### 6.1.5.6. Lima Sur

De todas las edificaciones urbanas que se construyeron en Lima Sur el 2017, solo el 9% ha adoptado BIM.

Tabla 6-10. Nivel de adopción BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Sur el 2017

<u>Aplicó BIM en proyecto</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Porcentaje</u>
Si	3	9%
No	31	91%
<b>Total</b>	<b>34</b>	<b>100%</b>

Gráfico 6-11. Nivel de adopción BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Sur el 2017



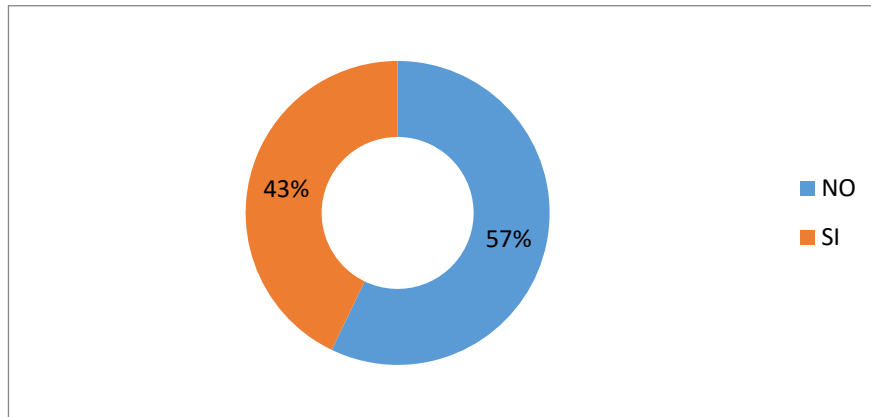
#### 6.1.5.7. Callao

De todas las edificaciones urbanas que se construyeron en el Callao el 2017, el 43% ha utilizado alguna aplicación BIM, es decir, el 43% de proyectos urbanos ha adoptado BIM.

Tabla 6-11. Nivel de adopción BIM en proyectos de edificación urbana en Callao el 2017

<u>Aplicó BIM en proyecto</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Porcentaje</u>
Si	6	43%
No	8	57%
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>100%</b>

Gráfico 6-12. Nivel de adopción BIM en proyectos de edificación urbana en Callao el 2017



## 6.2. RESPONSABLES A CARGO DEL MODELADO 3D DE CADA ESPECIALIDADES DE PROYECTOS DE EDIFICACIÓN URBANA EN LIMA METROPOLITANA Y CALLAO

El modelado 3D es la acción de realizar modelos tridimensionales de alguna de las especialidades de un proyecto, mediante el uso de herramientas de software BIM, tales como Revit, Teckla, Bentley systems, etc. En un medio donde la adopción de BIM está en crecimiento es importante identificar quién está a cargo del modelado, paso fundamental para su adopción.

Gráfico 6-13. Nivel de modelado 3D de especialidades en proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao en el 2017

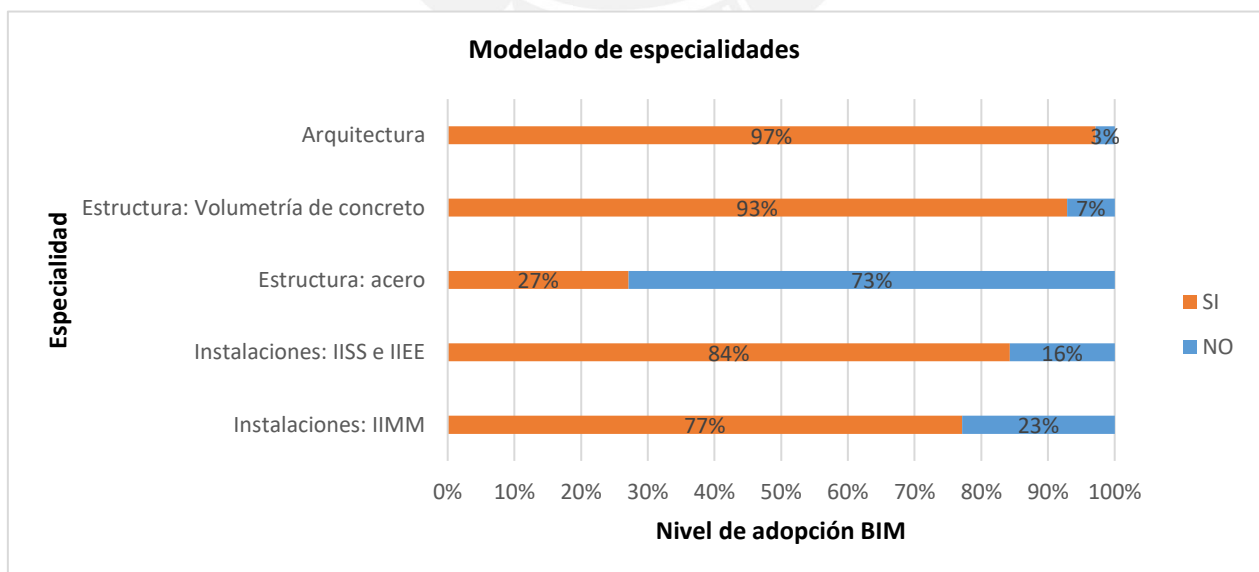
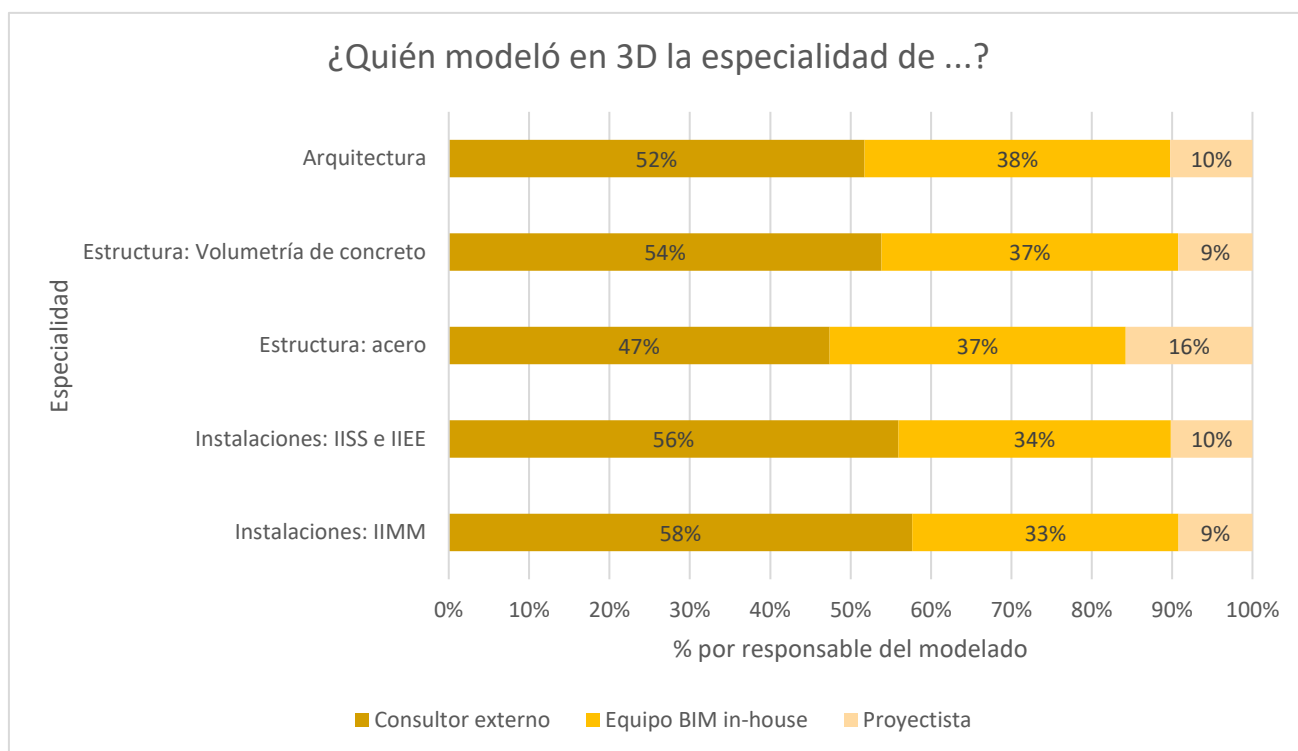


Gráfico 6-14. Distribución de responsabilidad (consultor externo, equipo BIM in-house o proyectista) del modelado 3D de cada especialidad en proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao en el 2017.



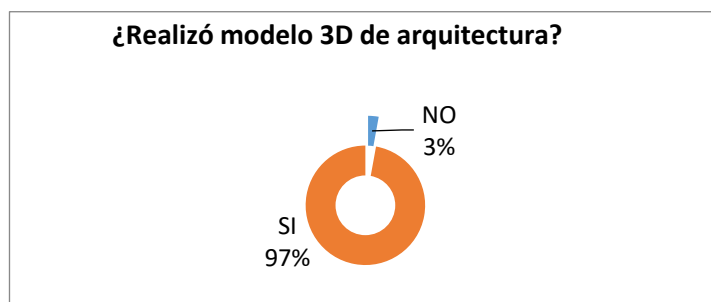
### 6.2.1. Especialidad de arquitectura

En el 2017, el 97% de proyectos de edificación urbana que adoptaron BIM en Lima Metropolitana y Callao realizaron el modelo 3D de arquitectura.

Tabla 6-12. Proyectos de edificación urbana que adoptaron BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 y realizaron el modelo 3D de arquitectura

<u>¿Realizó el modelo 3D de arquitectura?</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Porcentaje</u>
Si	68	97%
No	2	3%
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>100%</b>

Gráfico 6-15. Proyectos de edificación urbana que adoptaron BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 y realizaron el modelo 3D de arquitectura

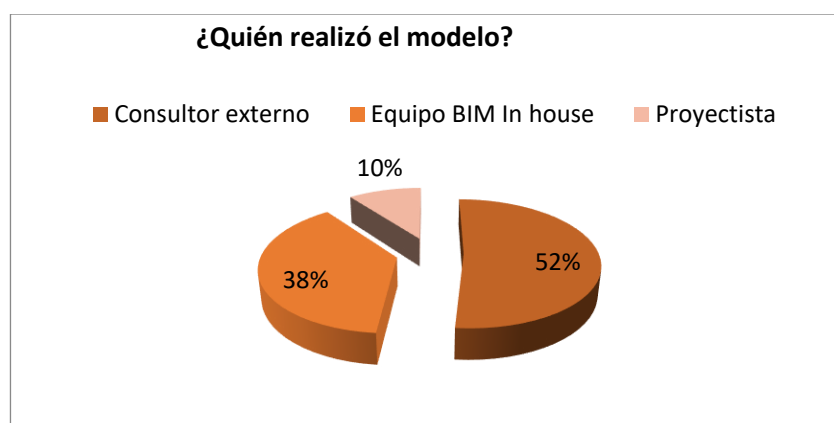


El 52% de proyectos de edificación urbana que adoptaron BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 modelaron en 3D su arquitectura a través de consultores externos; el 38%, por medio de su equipo In-house; y el 10% restante fue realizado por el proyectista.

Tabla 6-13. Responsables de realizar el modelo 3D de arquitectura en proyectos que adoptaron BIM

<u>¿Quién realizó el modelo 3D?</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Porcentaje</u>
Consultor externo	35	52%
Equipo BIM In-house	26	38%
Proyectista	7	10%
<b>Total</b>	<b>68</b>	<b>100%</b>

Gráfico 6-16. Responsables de realizar el modelo 3D de arquitectura en proyectos que adoptaron BIM



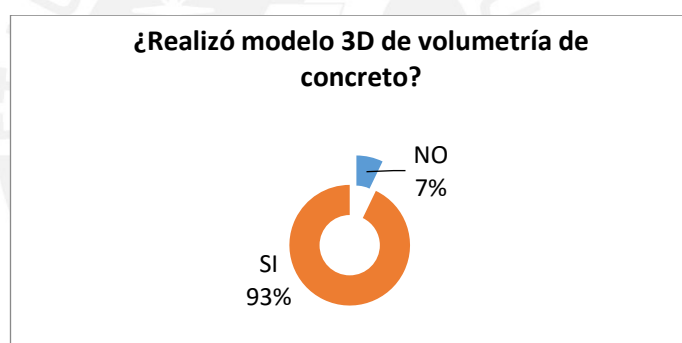
## 6.2.2. Especialidad de estructura: volumetría de concreto

En el 2017, el 93% de proyectos de edificación urbana que adoptaron BIM en Lima Metropolitana y Callao realizaron el modelo 3D de la volumetría de concreto.

Tabla 6-14. Proyectos de edificación urbana que adoptaron BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 y realizaron el modelo 3D de la volumetría del concreto

<u>¿Realizó el modelo 3D de la volumetría de concreto?</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Porcentaje</u>
Si	65	93%
No	5	7%
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>100%</b>

Gráfico 6-17. Proyectos de edificación urbana que adoptaron BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 y realizaron el modelo 3D de la volumetría de concreto



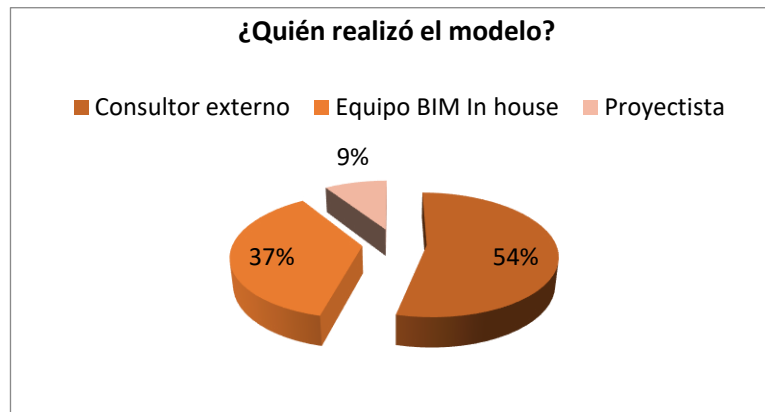
El 54% de proyectos de edificación urbana que adoptaron BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 modelaron en 3D su volumetría de concreto a través de consultores externos; el 37%, por medio de su equipo In-house; y el 9% restante estuvo a cargo del proyectista.

Tabla 6-15. Responsables de realizar el modelo 3D de la volumetría de concreto en proyectos que adoptaron BIM

<u>¿Quién realizó el modelo 3D?</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Porcentaje</u>
Consultor externo	35	54%
Equipo BIM In-house	24	37%
Proyectista	6	9%
<b>Total</b>	<b>65</b>	<b>100%</b>



Gráfico 6-18. Responsables de realizar el modelo 3D de la volumetría de concreto en proyectos que adoptaron BIM



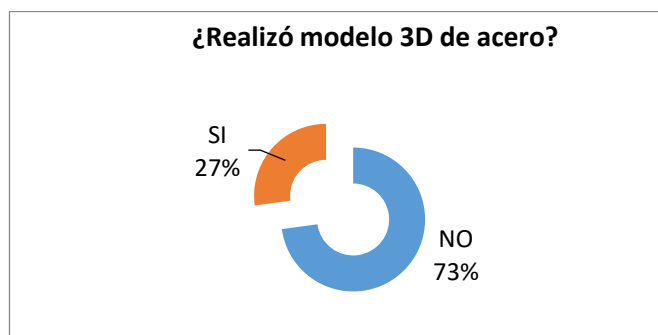
### 6.2.3. Especialidad de estructura: acero

En el 2017, el 27% de proyectos de edificación urbana que adoptaron BIM en Lima Metropolitana y Callao realizaron el modelo 3D del acero.

Tabla 6-16. Proyectos de edificación urbana que adoptaron BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 y realizaron el modelo 3D del acero

<u>¿Realizó el modelo 3D de acero?</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Porcentaje</u>
Si	19	27%
No	51	73%
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>100%</b>

Gráfico 6-19. Proyectos de edificación urbana que adoptaron BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 y realizaron el modelo 3D del acero



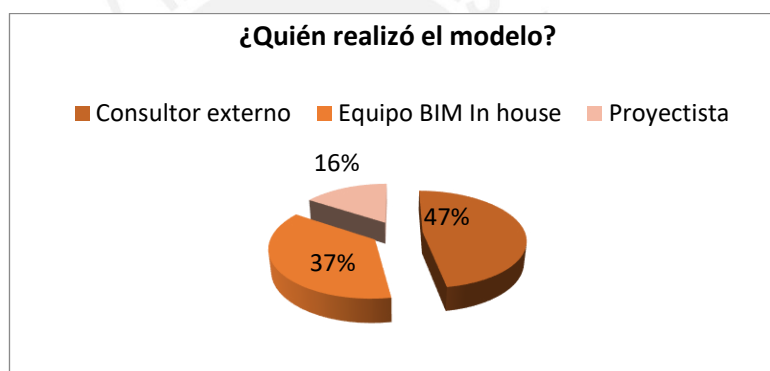
El 47% de proyectos de edificación urbana que adoptaron BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 modelaron en 3D su volumetría de concreto a través de consultores

externos; el 37%, por medio de su equipo in-house; y el 16% restante estuvo a cargo del proyectista.

Tabla 6-17. Responsables de realizar el modelo 3D del acero en proyectos que adoptaron BIM

<u>¿Quién realizó el modelo 3D?</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Porcentaje</u>
Consultor externo	9	47%
Equipo BIM In-house	7	37%
Proyectista	3	16%
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>100%</b>

Gráfico 6-20. Responsables de realizar el modelo 3D del acero en proyectos que adoptaron BIM



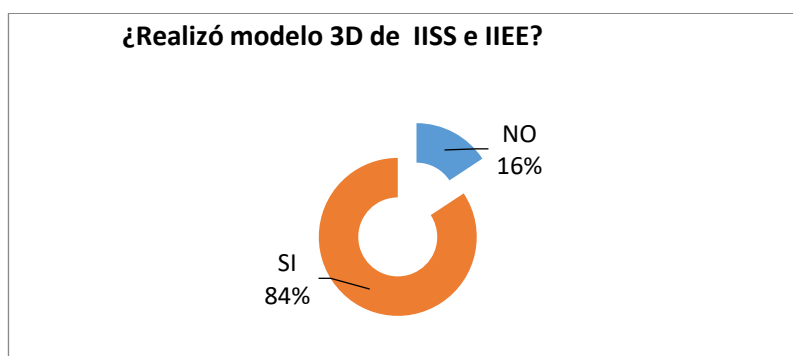
#### 6.2.4. Especialidad de instalaciones: IIEE e IISS

En el 2017, el 84% de proyectos de edificación urbana que adoptaron BIM en Lima Metropolitana y Callao realizaron el modelo 3D de instalaciones eléctricas y sanitarias.

Tabla 6-18. Proyectos de edificación urbana que adoptaron BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 y realizaron el modelo 3D de instalaciones eléctricas y sanitarias

<u>¿Realizó el modelo 3D de la IISS e IIEE?</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Porcentaje</u>
Si	59	84%
No	11	16%
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>100%</b>

Gráfico 6-21. Proyectos de edificación urbana que adoptaron BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 y realizaron el modelo 3D de instalaciones eléctricas y sanitarias

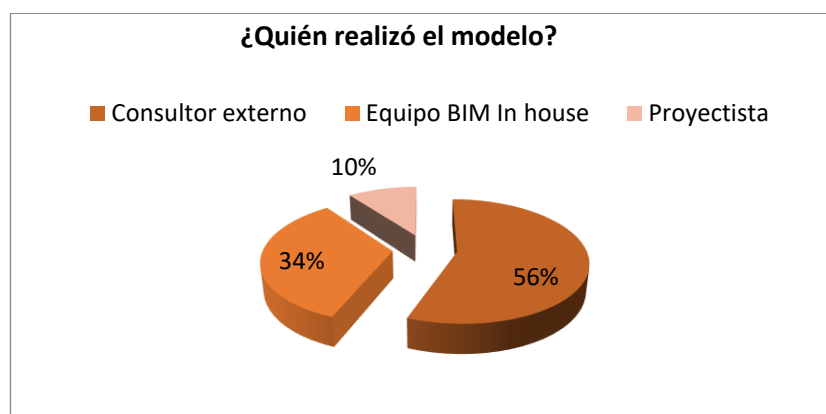


El 56% de proyectos de edificación urbana que adoptaron BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 modelaron en 3D su volumetría de concreto a través de consultores externos; el 34%, por medio de su equipo In-house; y el 10% restante estuvo a cargo del proyectista.

Tabla 6-19. Responsables de realizar el modelo 3D de instalaciones eléctricas y sanitarias en proyectos que adoptaron BIM

<u>¿Quién realizó el modelo 3D?</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Porcentaje</u>
Consultor externo	9	56%
Equipo BIM In-house	7	34%
Proyectista	3	10%
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>100%</b>

Gráfico 6-22. Responsables de realizar el modelo 3D de instalaciones eléctricas y sanitarias en proyectos que adoptaron BIM



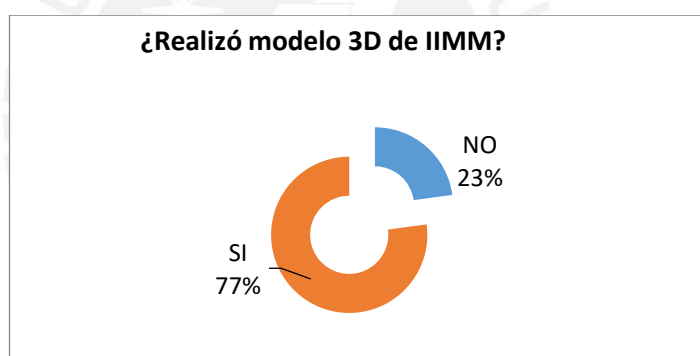
### 6.2.5. Especialidad de instalaciones: IIMM

En el 2017, el 77% de proyectos de edificación urbana que adoptaron BIM en Lima Metropolitana y Callao realizaron el modelo 3D de instalaciones mecánicas.

Tabla 6-20. Proyectos de edificación urbana que adoptaron BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 y realizaron el modelo 3D de instalaciones mecánicas

<u>¿Realizó el modelo 3D de la IIMM?</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Porcentaje</u>
Si	54	77%
No	16	23%
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>100%</b>

Gráfico 6-23. Proyectos de edificación urbana que adoptaron BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 y realizaron el modelo 3D de instalaciones mecánicas

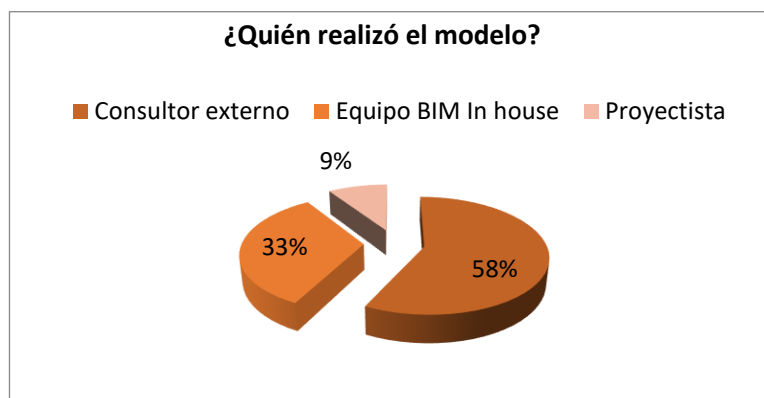


El 58% de proyectos de edificación urbana que adoptaron BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 modelaron en 3D su volumetría de concreto a través de consultores externos; el 33%, por medio de su equipo In-house; y el 9% restante estuvo a cargo del proyectista.

Tabla 6-21. Responsables de realizar el modelo 3D de instalaciones mecánicas en proyectos que adoptaron BIM

<u>¿Quién realizó el modelo 3D?</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Porcentaje</u>
Consultor externo	31	58%
Equipo BIM In-house	18	33%
Proyectista	5	9%
<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>100%</b>

Gráfico 6-24. Responsables de realizar el modelo 3D de instalaciones mecánicas en proyectos que adoptaron BIM



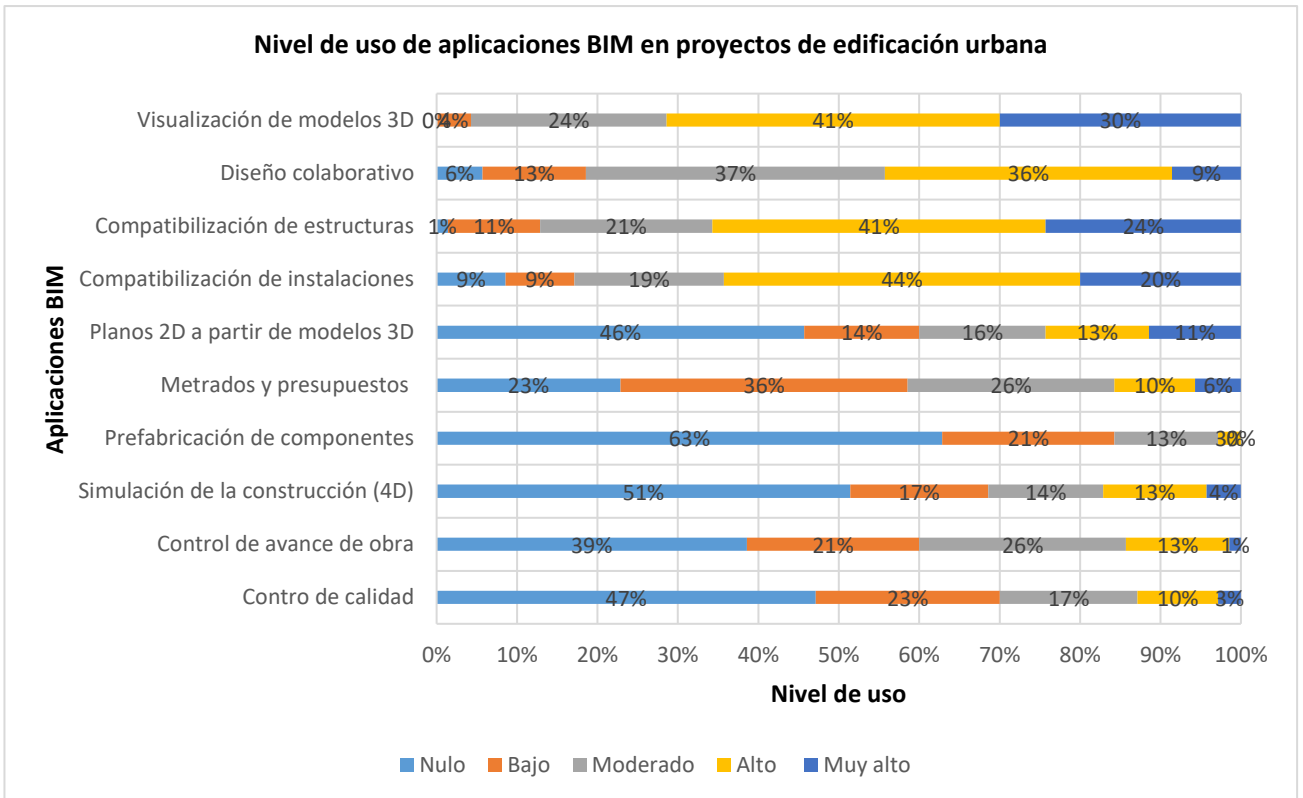
### 6.3. PRINCIPALES APLICACIONES BIM USADAS EN PROYECTOS DE EDIFICACIÓN URBANA EN LIMA METROPOLITANA Y CALLAO

En esta sección se muestran las principales aplicaciones que se han implementado en los proyectos de edificación urbana que han adoptado BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017. Reconocer las principales aplicaciones que se le da a BIM es importante para identificar las mejoras y, con ello, potenciar sus beneficios de adopción.

Tabla 6-22. Nivel de uso de aplicaciones BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao en el 2017

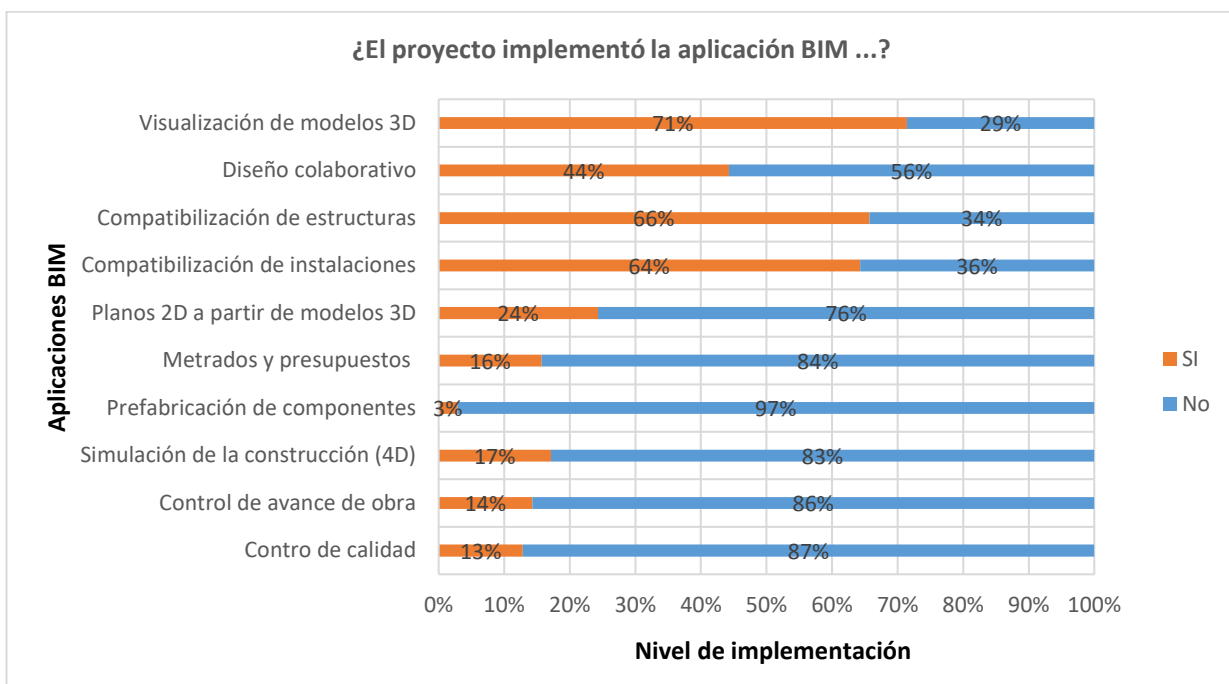
Aplicaciones BIM	Nulo		Bajo		Moderado		Alto		Muy alto	
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
Visualización de modelos 3D	-	0%	3	4%	17	24%	29	41%	21	30%
Diseño colaborativo	4	6%	9	13%	26	37%	25	36%	6	9%
Compatibilización de estructuras	1	1%	8	11%	15	21%	29	41%	17	24%
Compatibilización de instalaciones	6	9%	6	9%	13	19%	31	44%	14	20%
Planos 2D a partir de modelos 3D	32	46%	10	14%	11	16%	9	13%	8	11%
Metrados y presupuestos	16	23%	25	36%	18	26%	7	10%	4	6%
Prefabricación de componentes	44	63%	15	21%	9	13%	2	3%	-	0%
Simulación de la construcción (4D)	36	51%	12	17%	10	14%	9	13%	3	4%
Control de avance de obra	27	39%	15	21%	18	26%	9	13%	1	1%
Control de calidad	33	47%	16	23%	12	17%	7	10%	2	3%

Gráfico 6-25. Nivel de uso de aplicaciones BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao en el 2017



Si consideramos los niveles de uso nulo, bajo y moderado de aplicaciones BIM como la NO implementación de la aplicación; del mismo modo, si consideramos los niveles de uso alto y muy alto como la SI implementación de aplicaciones BIM, entonces se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico 6-26. Nivel implementación de aplicaciones BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao en el 2017



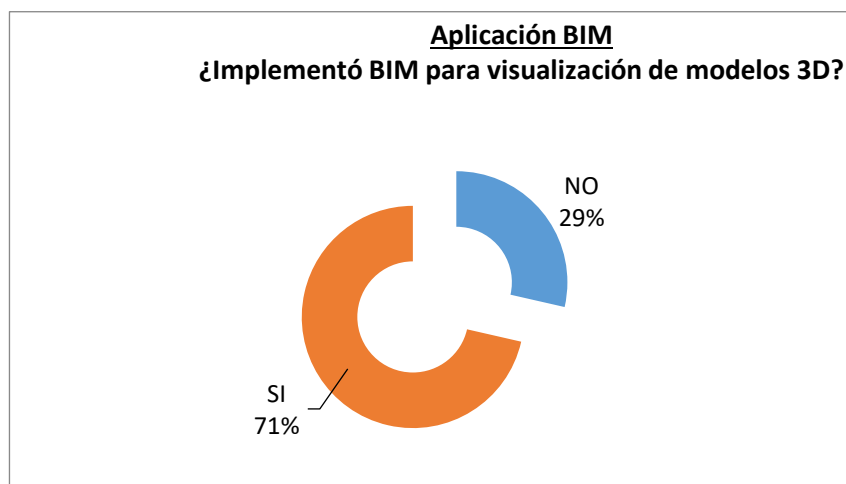
### 6.3.1. Visualización de modelos 3D (VM 3D)

Visualizar modelos 3D de alguna especialidad mejora y clarifica la comunicación entre los participantes del proyecto sin necesidad de saber modelar en alguna herramienta de software BIM. El 71% de proyectos que han adoptado BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 ha implementado esta aplicación.

Tabla 6-23. Nivel de implementación de visualización de modelos 3D en proyectos urbanos que han adoptado BIM

<u>¿Aplica BIM para VM 3D?</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Porcentaje</u>
Si	50	71%
No	20	29%
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>100%</b>

Gráfico 6-27. Nivel de implementación de visualización de modelos 3D en proyectos urbanos que han adoptado BIM



### 6.3.2. Compatibilización de estructuras (CE)

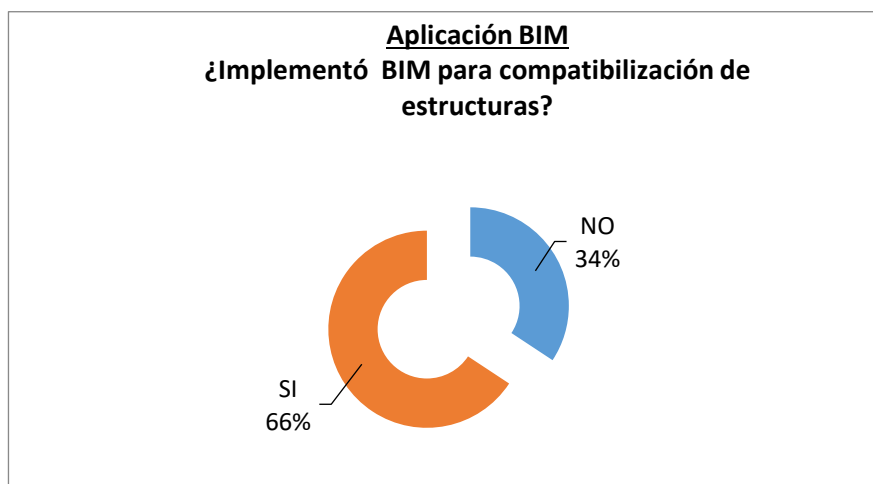
La compatibilización de estructuras es una de las aplicaciones BIM más difundidas, la cual consiste en encontrar interferencias e incompatibilidad en la especialidad de estructuras. El 66% de proyectos que han adoptado BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 ha implementado esta aplicación.

Tabla 6-24. Nivel de implementación de compatibilización de estructuras en proyectos urbanos que han adoptado BIM

<b><u>¿Aplica BIM para CE?</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>	<b><u>Porcentaje</u></b>
Si	46	66%
No	24	34%
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>100%</b>



Gráfico 6-28. Nivel de implementación de compatibilización de estructuras en proyectos urbanos que han adoptado BIM



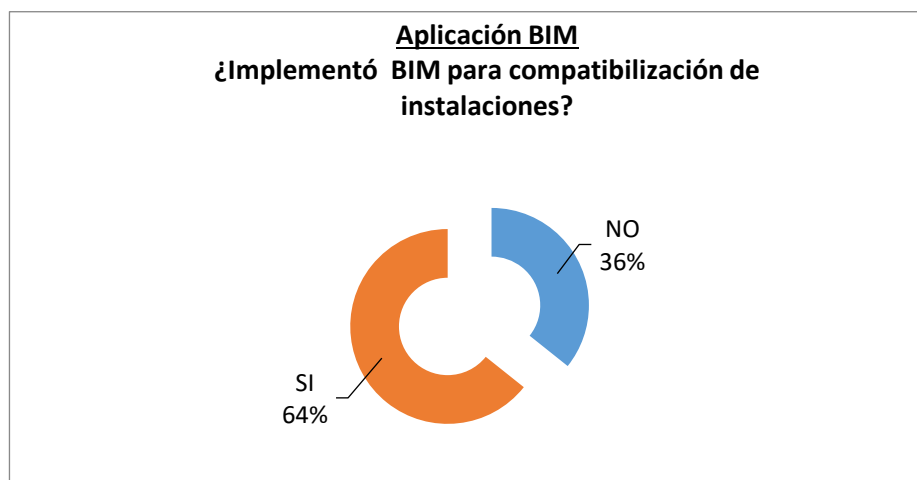
### 6.3.3. Compatibilización de instalaciones (CI)

La compatibilización de instalaciones es una de las aplicaciones BIM más difundidas, al igual que la compatibilización de estructuras, la cual consiste en encontrar interferencias e incompatibilidad en la especialidad de instalaciones eléctricas, sanitarias y mecánicas. El 64% de proyectos que han adoptado BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 ha implementado aplicación.

Tabla 6-25. Nivel de implementación de compatibilización de instalaciones en proyectos urbanos que han adoptado BIM

<b><u>¿Aplica BIM para CI?</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>	<b><u>Porcentaje</u></b>
Si	45	64%
No	25	36%
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>100%</b>

Gráfico 6-29. Nivel de implementación de compatibilización de instalaciones en proyectos urbanos que han adoptado BIM



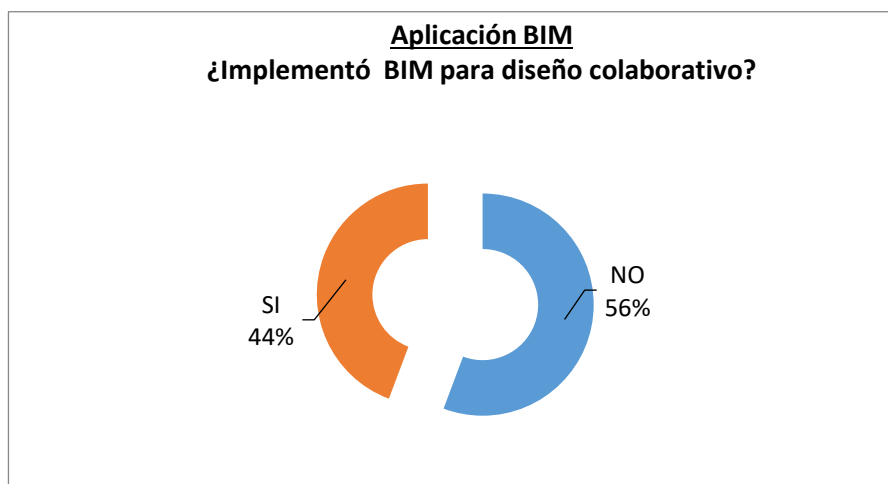
#### 6.3.4. Diseño colaborativo (DC)

El diseño colaborativo se basa en la transferencia de información entre las partes proyectistas y contratistas, con la finalidad de obtener un diseño eficiente. Esta información compartida debe ser en archivos de formato BIM. El 44% de proyectos que han adoptado BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 ha implementado esta aplicación.

Tabla 6-26. Nivel de implementación de diseño colaborativo en proyectos urbanos que han adoptado BIM

<b><u>¿Aplica BIM para DC?</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>	<b><u>Porcentaje</u></b>
Si	31	44%
No	39	56%
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>100%</b>

Gráfico 6-30. Nivel de implementación de diseño colaborativo en proyectos urbanos que han adoptado BIM



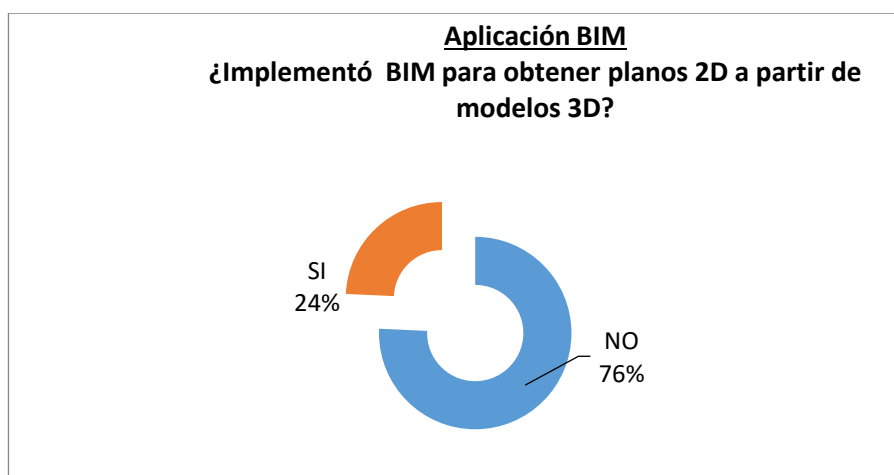
### 6.3.5. Planos 2D a partir de modelos 3D (2D DE 3D)

Generar planos 2D a partir de los modelos 3D realizados es una de las aplicaciones BIM más prácticas. El 24% de proyectos que han adoptado BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 ha implementado esta aplicación.

Tabla 6-27. Nivel de implementación de generación de planos 2D a partir de modelos 3D en proyectos urbanos que han adoptado BIM

<u>¿Aplica BIM para 2D DE 3D?</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Porcentaje</u>
Si	17	24%
No	53	76%
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>100%</b>

Gráfico 6-31. Nivel de implementación de generación de planos 2D a partir de modelos 3D en proyectos urbanos que han adoptado BIM



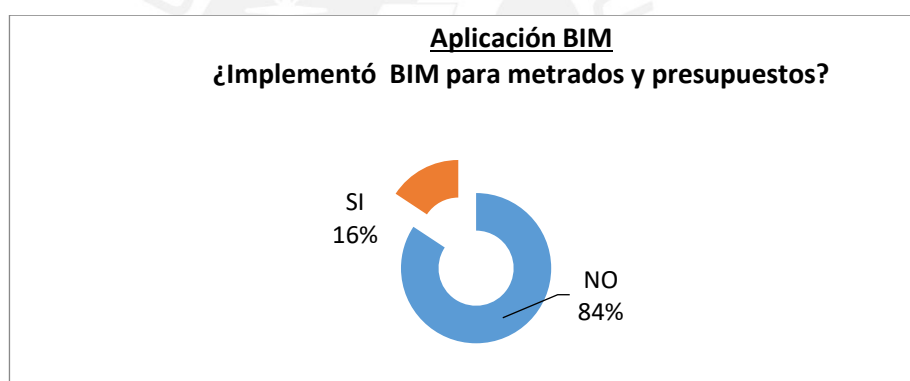
### 6.3.6. Metrados y presupuestos (MYP)

Los metrados y presupuestos generados a partir de la información dentro de los modelos 3D es otra de las aplicaciones BIM más prácticas gracias al ahorro de tiempo de estimaciones. El 16% de proyectos que han adoptado BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 ha implementado esta aplicación.

Tabla 6-28. Nivel de implementación de generación de metrados y presupuestos a partir de modelos 3D en proyectos urbanos que han adoptado BIM

<u>¿Aplica BIM para MYP?</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Porcentaje</u>
Si	11	16%
No	59	84%
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>100%</b>

Gráfico 6-32. Nivel de implementación de generación de metrados y presupuestos a partir de modelos 3D en proyectos urbanos que han adoptado BIM



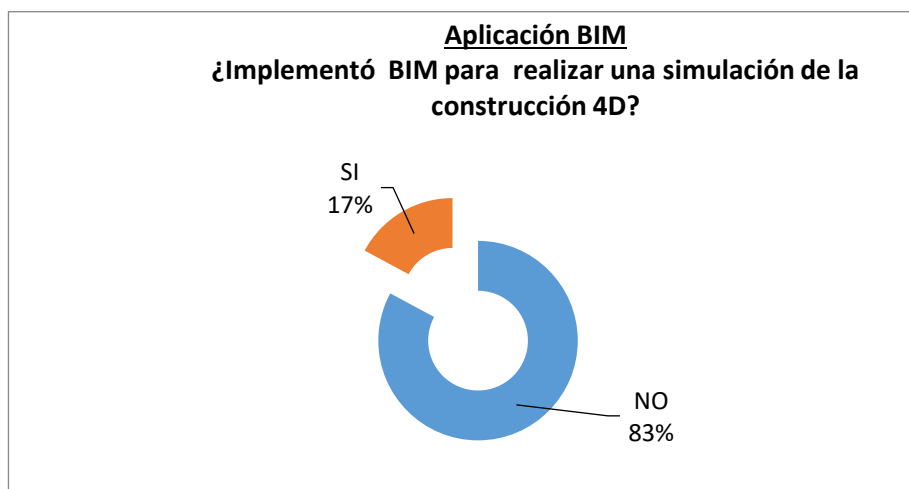
### 6.3.7. Simulación de la construcción 4D (SC 4D)

La simulación de la construcción 4D permite detallar el proceso constructivo del proyecto en el tiempo. El 17% de proyectos que han adoptado BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 ha implementado esta aplicación.

Tabla 6-29. Nivel de implementación de simulación de la construcción 4D en proyectos urbanos que han adoptado BIM

<u>¿Aplica BIM para SC 4D?</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Porcentaje</u>
Si	12	17%
No	58	83%
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>100%</b>

Gráfico 6-33. Nivel de implementación de simulación de la construcción 4D en proyectos urbanos que han adoptado BIM



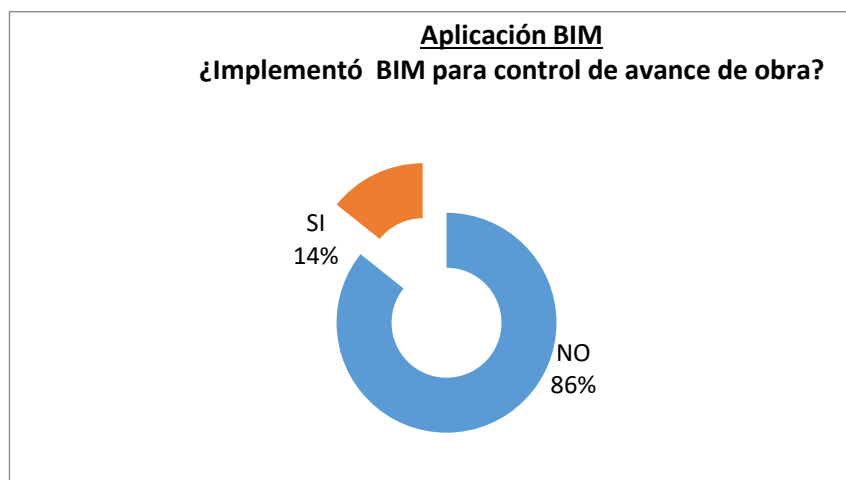
### 6.3.8. Control de avance de obra (CAO)

El control de avance de obra consiste en hacer seguimiento diario o semanal a través de tecnologías BIM u otras aplicaciones BIM, tales como actualizaciones a la simulación 4D o través de registros fotográficos digitales. El 14% de proyectos que han adoptado BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 ha implementado esta aplicación.

Tabla 6-30. Nivel de implementación de control de avance de obra en proyectos urbanos que han adoptado BIM

<b><u>¿Aplica BIM para CAO?</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>	<b><u>Porcentaje</u></b>
Si	10	14%
No	60	86%
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>100%</b>

Gráfico 6-34. Nivel de implementación de control de avance de obra en proyectos urbanos que han adoptado BIM



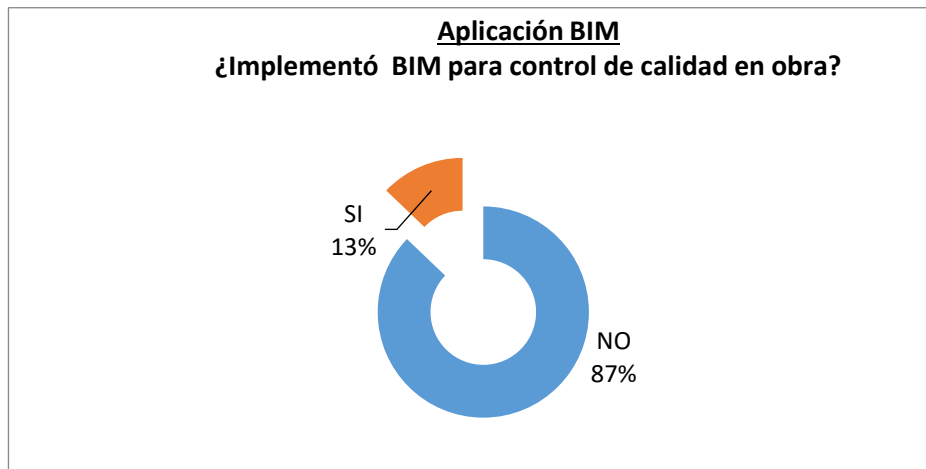
### 6.3.9. Control de calidad en obra (CCO)

El control de calidad en obra consiste en realizar modelos 3D mediante herramientas de software BIM para garantizar la seguridad en obra y detallar procesos constructivos complejos. El 13% de proyectos que han adoptado BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 ha implementado esta aplicación.

Tabla 6-31. Nivel de implementación de control de calidad de obra en proyectos urbanos que han adoptado BIM

<u>¿Aplica BIM para CCO?</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Porcentaje</u>
Si	9	13%
No	61	87%
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>100%</b>

Gráfico 6-35. Nivel de implementación de control de calidad de obra en proyectos urbanos que han adoptado BIM



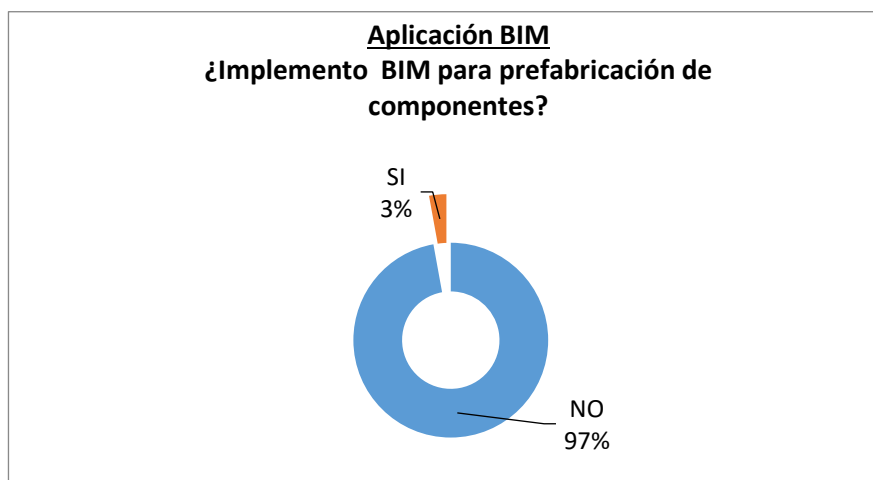
### 6.3.10. Prefabricación de componentes (PC)

La prefabricación de componentes es la coordinación que se realiza con fabricantes de elementos prefabricados aplicando BIM, a través del uso de herramientas de modelado o de visualización con el objetivo de que el elemento prefabricado no tenga fallas que atrasen el tiempo de ejecución del proyecto. El 3% de proyectos que han adoptado BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 ha implementado esta aplicación. Esta es la aplicación BIM menos usada menos implementada.

Tabla 6-32. Nivel de implementación de prefabricación de componente en proyectos urbanos que han adoptado BIM

<b><u>¿Aplica BIM para PC?</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>	<b><u>Porcentaje</u></b>
Si	2	3%
No	68	97%
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>100%</b>

Gráfico 6-36. Nivel de implementación de prefabricación de componente en proyectos urbanos que han adoptado BIM



#### 6.4. PRINCIPALES SUBCONTRATOS (SC) CON LO QUE SE REALIZAN COORDINACIONES CON BIM EN PROYECTOS DE EDIFICACIÓN URBANA EN LIMA METROPOLITANA Y CALLAO

Dado que un proyecto de construcción está formado por distintas partes: promotor, constructor y subcontratos; es importante que cada una de estas se beneficie del uso de BIM y, con ello, genere su interés de adopción. Por lo tanto, identificar cuáles son los subcontratos con los que se realizan mayor cantidad de coordinaciones BIM nos permite identificar actividades o partidas en las que la adopción de BIM ha generado mayor impacto o beneficio.

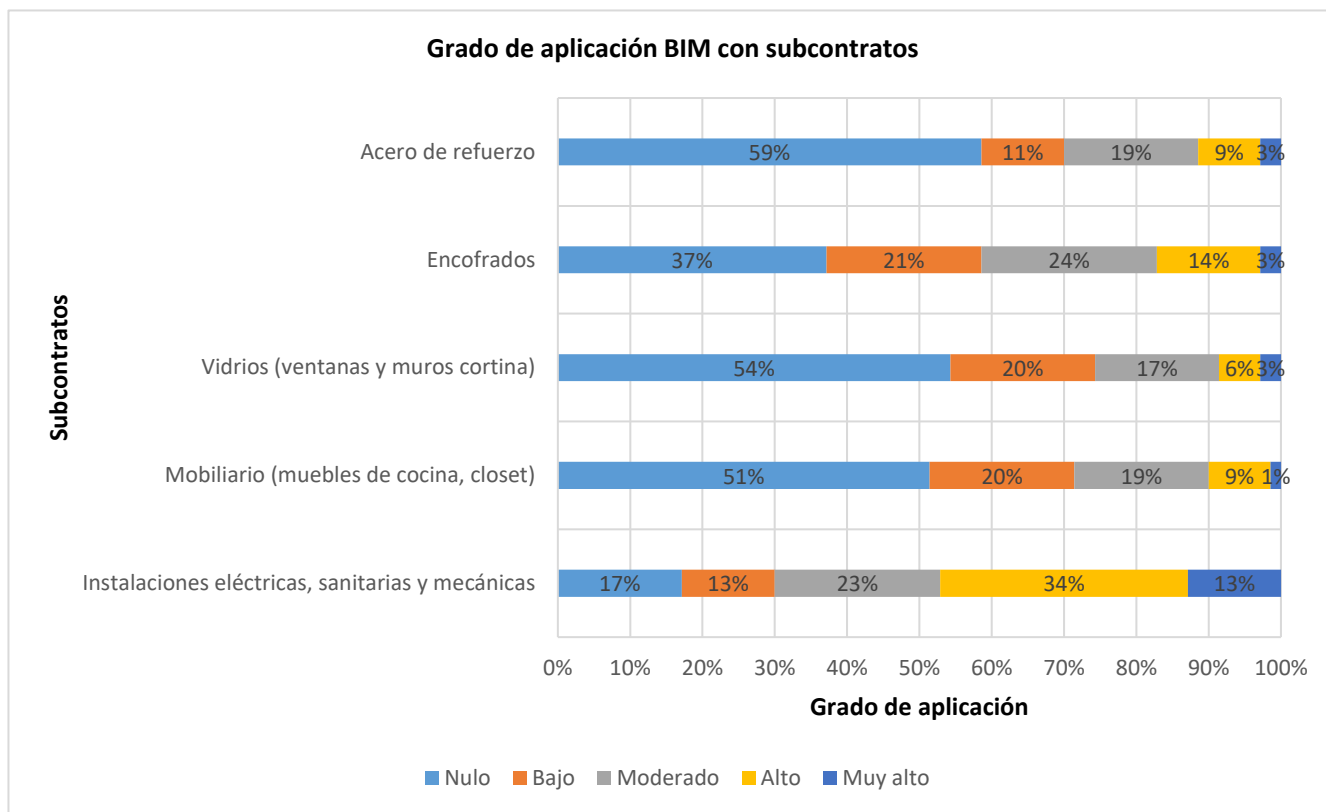
Estas coordinaciones consisten en compartir modelos BIM (modelos 3D, simulaciones 4D, etc) y detallar procesos constructivos a través de la visualización de modelos, estas entre las coordinaciones más difundidas.

Tabla 6-33. Grado de aplicación BIM con subcontratos en proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao en el 2017

Subcontratos	Nulo		Bajo		Moderado		Alto		Muy alto	
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
Acero de refuerzo	41	59%	8	11%	13	19%	6	9%	2	3%
Encofrados	26	37%	15	21%	17	24%	10	14%	2	3%
Vidrios (ventanas y muros cortina)	38	54%	14	20%	12	17%	4	6%	2	3%
Mobiliario (muebles de cocina, closet)	36	51%	14	20%	13	19%	6	9%	1	1%
Instalaciones eléctricas, sanitarias y mecánicas	12	17%	9	13%	16	23%	24	34%	9	13%

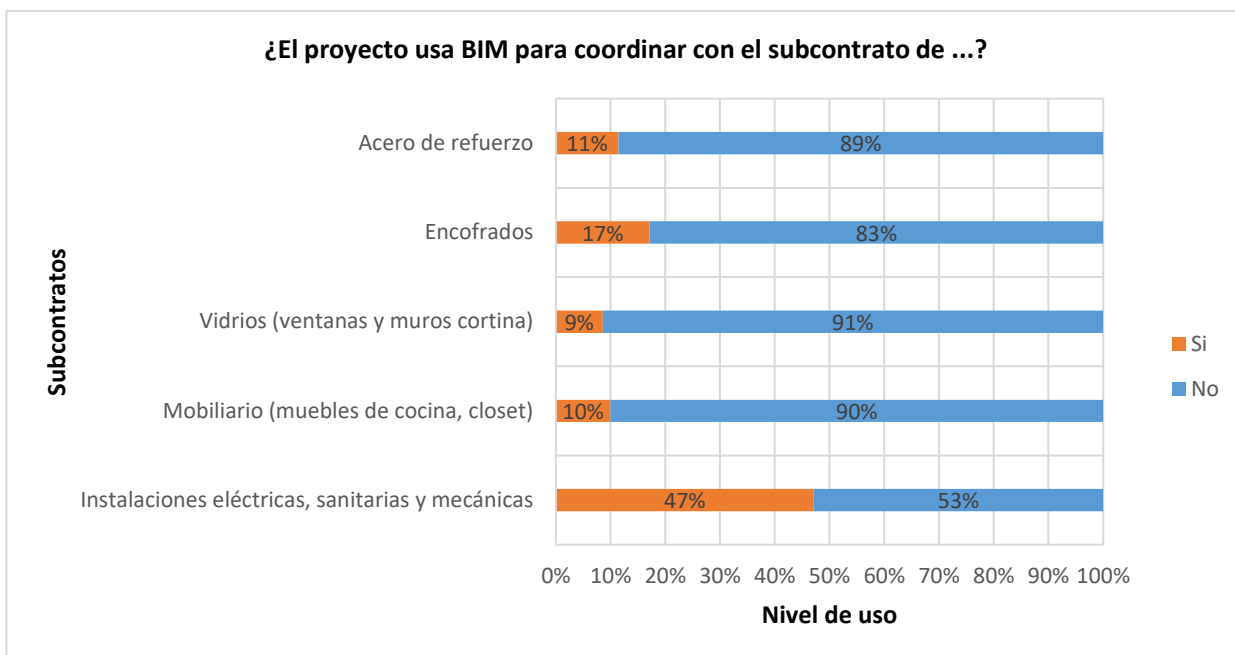


Gráfico 6-37. Grado de aplicación BIM con subcontratos en proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao en el 2017



Si consideramos los grados de aplicación nulo, bajo y moderado con subcontratos como el NO uso de BIM con el subcontrato correspondiente; del mismo modo, si consideramos los grados de aplicación alto y muy alto como el SI uso de BIM con el subcontrato correspondiente, entonces obtenemos el siguiente gráfico:

Gráfico 6-38. Nivel de uso BIM con subcontratos en proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao en el 2017



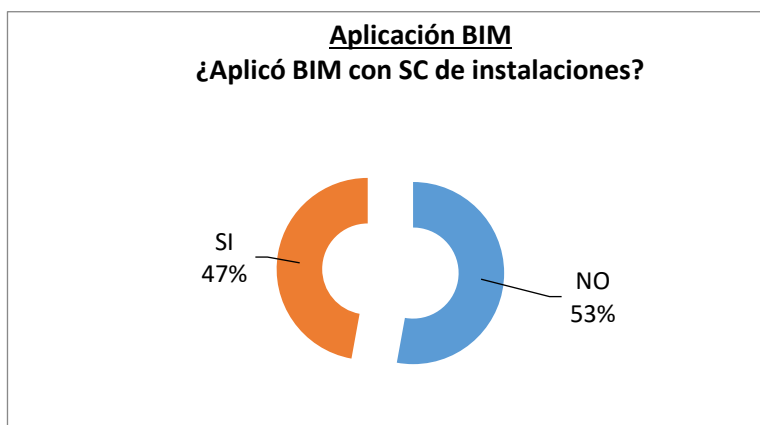
#### 6.4.1. Coordinaciones con SC de instalaciones

El 2017 en Lima Metropolitana y Callao, el 47% de proyectos de edificación urbana que han adoptado BIM, lo aplican para realizar coordinaciones con el subcontrato de instalaciones eléctricas, sanitarias y mecánicas.

Tabla 6-34. Proyectos que han adoptado BIM y lo aplican para realizar coordinaciones con el subcontrato de instalaciones (IIEE, IISS e IIMM)

<b><u>¿Aplica BIM con SC de instalaciones?</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>	<b><u>Porcentaje</u></b>
Si	33	47%
No	37	53%
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>100%</b>

Gráfico 6-39. Proyectos que han adoptado BIM y lo aplican para realizar coordinaciones con el subcontrato de instalaciones (IIEE, IISS e IIMM)



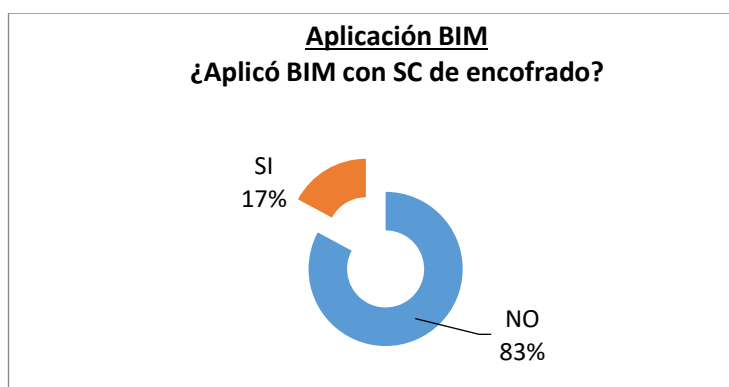
#### 6.4.2. Coordinaciones con SC de encofrado

El 2017 en Lima Metropolitana y Callao, el 17% de proyectos de edificación urbana que han adoptado BIM, lo aplican para realizar coordinaciones con el subcontrato de encofrado.

Tabla 6-35. Proyectos que han adoptado BIM y lo aplican para realizar coordinaciones con el subcontrato de encofrado

<b><u>¿Aplica BIM con SC de encofrado?</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>	<b><u>Porcentaje</u></b>
Si	12	17%
No	58	83%
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>100%</b>

Gráfico 6-40. Proyectos que han adoptado BIM y lo aplican para realizar coordinaciones con el subcontrato de encofrado



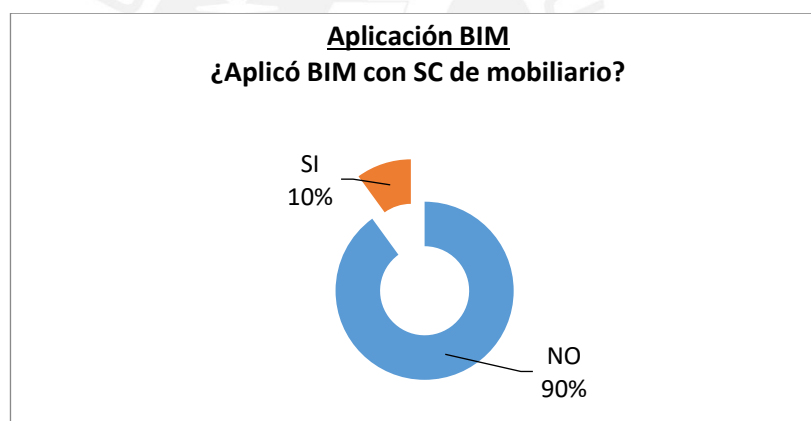
#### 6.4.3. Coordinaciones con SC de mobiliario

El 2017 en Lima Metropolitana y Callao, el 10% de proyectos de edificación urbana que han adoptado BIM, lo aplican para realizar coordinaciones con el subcontrato de mobiliario.

Tabla 6-36. Proyectos que han adoptado BIM y lo aplican para realizar coordinaciones con el subcontrato de mobiliario

<u>¿Aplica BIM con SC de mobiliario?</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Porcentaje</u>
Si	7	10%
No	63	90%
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>100%</b>

Gráfico 6-41. Proyectos que han adoptado BIM y lo aplican para realizar coordinaciones con el subcontrato de mobiliario



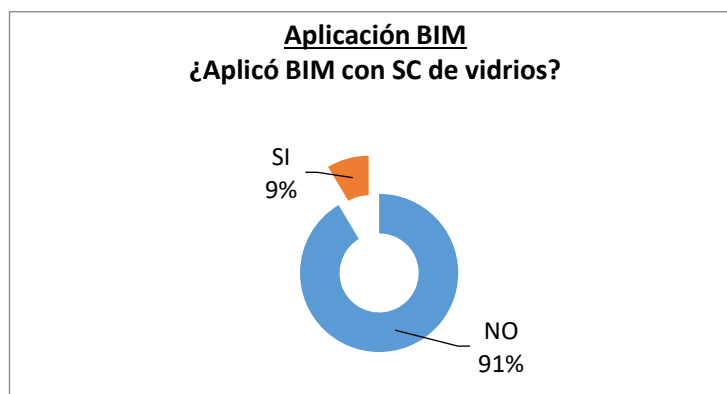
#### 6.4.4. Coordinaciones con SC de vidrios

El 2017 en Lima Metropolitana y Callao, el 9% de proyectos de edificación urbana que han adoptado BIM, lo aplican para realizar coordinaciones con el subcontrato de vidrios (muro cortina).

Tabla 6-37. Proyectos que han adoptado BIM y lo aplican para realizar coordinaciones con el subcontrato de vidrios

<u>¿Aplica BIM con SC de vidrios?</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Porcentaje</u>
Si	6	9%
No	64	91%
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>100%</b>

Gráfico 6-42. Proyectos que han adoptado BIM y lo aplican para realizar coordinaciones con el subcontrato de vidrios



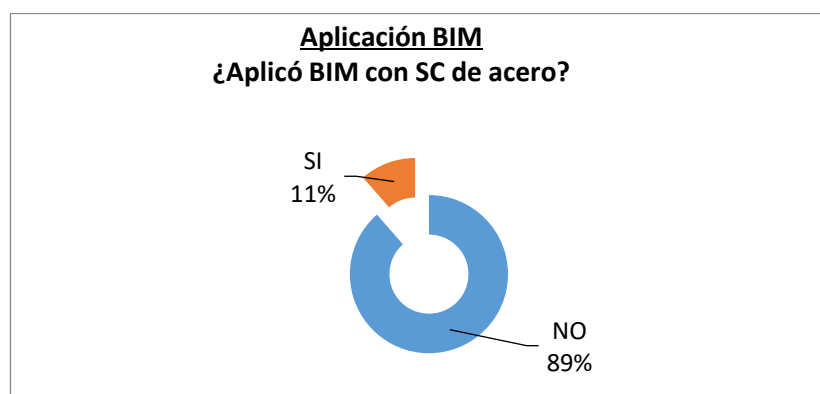
#### 6.4.5. Coordinaciones con SC de acero

El 2017 en Lima Metropolitana y Callao, el 11% de proyectos de edificación urbana que han adoptado BIM, lo aplican para realizar coordinaciones con el subcontrato de acero.

Tabla 6-38. Proyectos que han adoptado BIM y lo aplican para realizar coordinaciones con el subcontrato de acero

<u>¿Aplica BIM con SC de acero?</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Porcentaje</u>
Si	8	11%
No	62	89%
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>100%</b>

Gráfico 6-43. Proyectos que han adoptado BIM y lo aplican para realizar coordinaciones con el subcontrato de acero



## 6.5. ETAPA DE INCIO BIM EN PROYECTOS DE EDIFICACIÓN URBANA EN LIMA METROPOLITANA Y CALLAO

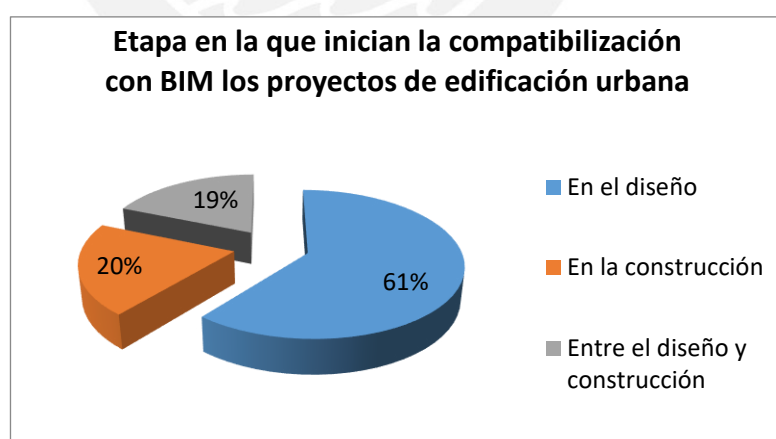
Como se sabe, BIM es aplicable a la fase de diseño, construcción y operación de un proyecto; sin embargo, mientras más temprano en el ciclo de vida de un proyecto se use, mayor será impacto positivo. Por lo tanto, identificar la etapa del proyecto en la que se inicia el uso de BIM es importante para entender los resultados de adopción obtenidos.

El 2017 en Lima Metropolitana y Callao, el 60% de proyectos que adoptaron BIM iniciaron su uso en la fase de diseño, mientras que el 20%, en construcción.

Tabla 6-39. Fase de inicio de compatibilización con BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao 2017

<b><u>Etapa de inicio BIM</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>	<b><u>Porcentaje</u></b>
Diseño	42	60%
Construcción	14	20%
Entre diseño y construcción	14	20%
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>100%</b>

Gráfico 6-44. Fase de inicio de compatibilización con BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao 2017



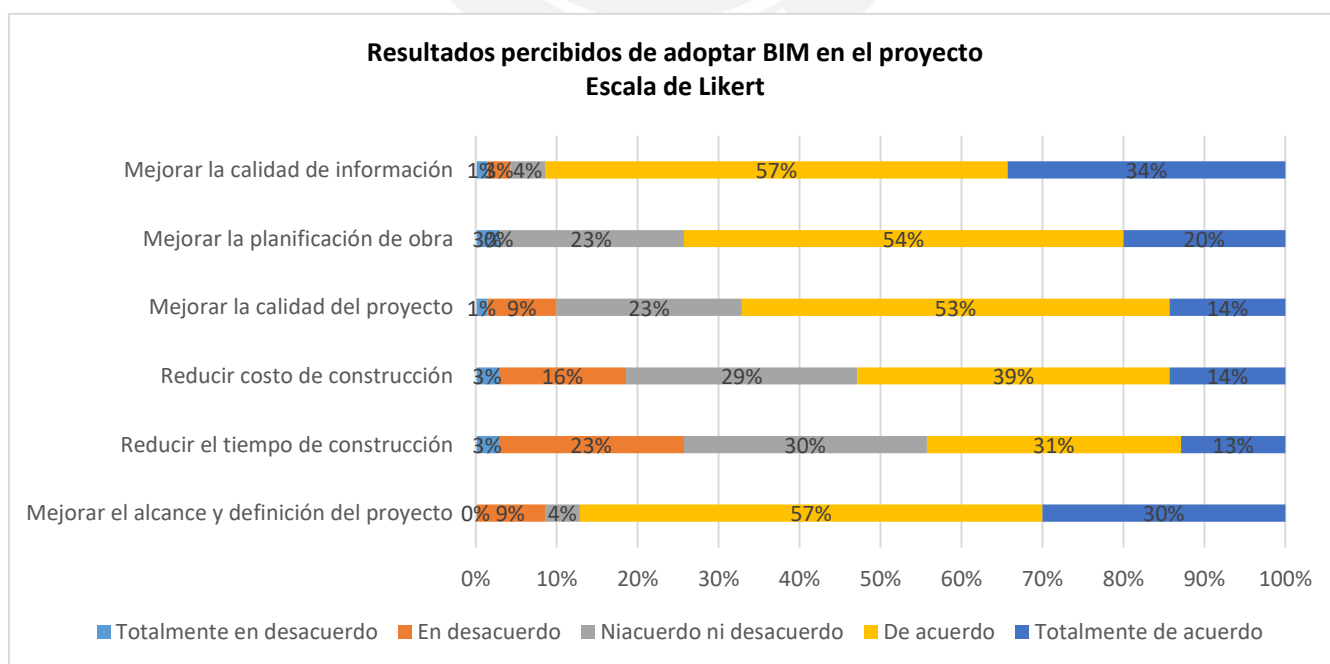
## 6.6. RESULTADOS DE IMPLEMENTACIÓN BIM EN PROYECTOS DE EDIFICACIÓN URBANA EN LIMA METROPOLITANA Y CALLAO

El Gráfico 6-45 muestra los resultados percibidos de adoptar BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao en el 2017. Destacan: mejorar calidad de información (34% muy alto) y mejorar el alcance y definición del proyecto (30% muy alto).

Tabla 6-40. Resultados percibidos de adoptar BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao 2017

	Totalmente en desacuerdo (1)	%	En desacuerdo (2)	%	Ni acuerdo ni desacuerdo (3)	%	De acuerdo (4)	%	Totalmente de acuerdo (5)	%
Mejorar el alcance y definición del proyecto	0	0%	6	9%	3	4%	40	57%	21	30%
Reducir el tiempo de construcción	2	3%	16	23%	21	30%	22	31%	9	13%
Reducir costo de construcción	2	3%	11	16%	20	29%	27	39%	10	14%
Mejorar la calidad del proyecto	1	1%	6	9%	16	23%	37	53%	10	14%
Mejorar la planificación de obra	2	3%	0	0%	16	23%	38	54%	14	20%
Mejorar la calidad de información	1	1%	2	3%	3	4%	40	57%	24	34%

Gráfico 6-45. Resultados percibidos de adoptar BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao 2017



## **7. CONCLUSIONES**

- El nivel de adopción BIM en edificaciones urbanas en Lima Metropolitana y Callao al 2017 es del 22% (Gráfico 6-1), lo que ubica a la región analizada dentro de la categoría de adoptantes “early majority” o mayoría temprana (Rogers, 1983). Esto indica que Lima Metropolitana y Callao ha adoptado BIM antes que la “media” de adoptantes.
- En lo que respecta a adopción BIM por tipos de proyecto (Gráfico 6-2), se muestra que los proyectos de oficina que se construyen en Lima Metropolitana y Callao poseen un alto nivel de adopción BIM, 64% de oficinas en construcción han adoptado BIM. Por otro lado, el nivel más bajo de adopción BIM se muestra en proyectos de vivienda multifamiliar, con un 16%. Por último, el 40% de proyectos dentro del tipo “otro” (hoteles, centros comerciales, centros hospitalarios, etc) han adoptado BIM.
- El tamaño de la empresa a cargo de la construcción de un proyecto de edificación urbana (Gráfico 6-3), también influye en el nivel de adopción BIM. El estudio arroja que el 6% de proyectos a cargo de microempresas ha adoptado BIM, mientras que el 91% de proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao a cargo de empresas grandes ha adoptado BIM.
- Otro dato importante con respecto a la adopción BIM es que organizaciones dedicadas solo a la construcción de proyectos de edificación urbana poseen un mayor nivel de adopción que promotoras (Gráfico 6-4). El 26% de constructoras ha adoptado BIM; mientras que promotoras, el 17%. Esto podría indicar que constructoras encuentran mayores beneficios a BIM.
- En lo que respecta a sectores urbanos, el estudio muestra que el mayor nivel de adopción BIM está en el Callao, mientras que el más bajo, en Lima Sur (Gráfico 6-5). Esto probablemente se deba a que el Callao concentra gran cantidad de proyectos del tipo “otro” y vivienda masiva, los cuales están en su mayoría a cargo de empresas grandes, que poseen un alto nivel de adopción BIM. Por otro lado, Lima Sur se caracteriza por presentar una alta concentración de construcción de edificios de vivienda multifamiliar, lo que poseen un bajo nivel de adopción BIM.
- Con respecto al modelado 3D de especialidades (Gráfico 6-13), la arquitectura es la especialidad que más se modela, el 97% de proyectos que han adoptado BIM modelan esta especialidad. La especialidad de acero posee el nivel más bajo de modelado 3D, con un 27%.



- Si se promedia los resultados obtenidos de quién es el responsable de modelar cada especialidad (Gráfico 6-14), se obtiene que el 53% de proyectos contrata a un consultor externo para el modelado; el 36% posee un equipo in-house que realiza los modelos; y el 11% de proyectos solicita al proyectista los modelos 3D. Si el 36% de proyectos de edificación urbana cuenta con un equipo BIM in-house, eso podría hacernos concluir que solo el 8% ( $36\% \times 22\% = 7.9\%$ ) de proyectos urbanos en Lima Metropolitana y Calla han implementado un área BIM en el proyecto.
- Las aplicaciones BIM más usadas en los proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao en el 2017 (Gráfico 6-25/6-26) que han adoptado BIM son visualización de modelos 3D (71%); compatibilización de estructuras (66%); compatibilización de instalaciones (64%); diseño colaborativo (44%); generación de planos 2D a partir de modelos 3D (24%); simulación de la construcción 4D (17%); obtención de metrados y presupuestos (16%); control de avance de obra (14%); control de la calidad (13%); y prefabricación de componentes en último lugar (3%). Este último dato indica que el nivel de uso de prefabricados aún es muy bajo en nuestro medio.
- Con respecto al uso de BIM con subcontratos (Gráfico 6-37/6-38), las instalaciones son la partida en la que más se usa BIM, con un 47% de aplicación; encofrado, con 17%; acero de refuerzo, con un 11%; mobiliario, con un 10%; y, por último, vidrios, con un 9% de aplicación.
- Asimismo, la mayoría de proyectos de edificación urbana que han adoptado BIM, lo han hecho desde la fase de diseño del proyecto (61%) (Gráfico 6-44).
- De acuerdo a los resultados percibidos del uso de BIM (Gráfico 6-45), se observa que el mayor beneficio que han encontrado a la adopción de BIM es la mejora en la calidad de información del proyecto; el segundo mayor beneficio que se encuentra a BIM, por parte de los usuarios, es que mejora el alcance y definición del proyecto; el tercer mayor beneficio es que mejora la planificación del proyecto; por último, la reducción del tiempo de construcción es el resultado con menor aceptación dentro de los proyectos que han adoptado BIM.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Attia S., Beltran L., de Herde A. & J. Hensen. (2009). "Architect Friendly: A Comparison of Ten Different Building Performance Simulation Tools", In Proceedings of IBPSA '09 Buildings Simulation Conference, 204-211. Glasgow: The International Building Performance Simulation Association.

Aksamija, A., and Mallasi, Z., (2010). "Building Performance Predictions: How Simulations Can Improve Design Decisions". *Perkins+Will Research Journal*, Vol. 2, No. 2, pp. 7-32.

Aksamija, A., and Mallasi, Z., (2013). "Building Simulations and High-Performance Buildings Research: Use of Building Information Modeling (BIM) for Integrated Design and Analysis". *Perkins+Will Research Journal*, Vol. 5, No. 2, pp. 19-37.

Cámara Peruana de la Construcción e Instituto de la Construcción y el Desarrollo (2015). *El mercado de edificaciones urbanas en Lima Metropolitana y el Callao 2015: XX estudio*. Lima: CAPECO.

Cámara Peruana de la Construcción e Instituto de la Construcción y el Desarrollo (2017). *El mercado de edificaciones urbanas en Lima Metropolitana y el Callao 2015: XXII estudio*. Lima: CAPECO.

CENTRUM Católica Graduate Business School (2016). *Resultados del índice de competitividad regional del Perú 2016*. Lima: CENTRUM.

Kassem, M., y Succar, B. (2015). Macro BIM adoption: Conceptual structures. *Automation in Construction*, 57(2015) 64-79.

Kassem, M., y Succar, B. (2017). Macro BIM adoption: Comparative market analysis. *Automation in Construction*, 81(2017) 286-299.

Loyola, M. (2016). *Encuesta nacional BIM 2016 Informe de resultados*. Santiago: Universidad de Chile.

L. Scheaffer, R., Mendenhall III, W., y LymanOtt, L. (2007). *Muestreo de elementos*, XI Edición. España: Thomson.

NBS. (2017). *National BIM Report 2017*. Reino Unido: Riba Enterprises.

Rogers, E. (1995). *Difussion of innovations*, IV Edición. New York: Free Press.

SmartMarket Report. (2012). *The Business Value of BIM in North America: Multi-year trend analysis and user ratings (2007-2012)*. Bedford: McGraw Hill Construction.

Wellin, Edward (1955). Water Boiling in a Peruvian Town. *Health, Culture and Community*. New York: Foundation A (£).



9. **ANEXOS**

**ANEXO I. Encuesta BIM 2017 (PRELIMINAR)**

**Cuestionario BIM 2017**

1. Profesión:

Arquitecto(a)	Ingeniero(a) Civil	Otro:
---------------	--------------------	-------

2. Cargo:

Gerente Proyecto	Ing. Residente	Otro:
------------------	----------------	-------

3. Experiencia laboral (años)

1 a 5	6 a 10	11 a 15	Más de 15
-------	--------	---------	-----------

4. Experiencia en BIM (años)

0	1 a 2	3 a 4	5 a más
---	-------	-------	---------

5. Percepciones de BIM

	(1) TOTALMENTE EN DESACUERDO	(2) EN DESACUERDO	(3) NI ACUERDO NI EN DESACUERDO	(4) DE ACUERDO	(5) TOTALMENTE DE ACUERDO
01. BIM es un programa para hacer modelos 3D					
02. BIM es un cambio en los procesos actuales de trabajo					
03. BIM requiere cambios en las organizaciones					
04. BIM hace el trabajo más productivo					
05. BIM hace el trabajo más fácil					
06. BIM es fácil de usar					
07. Aprender BIM es fácil					

08. La gerencia apoya en el uso de BIM					
09. Saber usar BIM me da una ventaja competitiva en el mercado laboral					
10. La empresa donde trabajo brinda los recursos para usar BIM					
11. BIM es compatible con las técnicas y herramientas que empleo					
12. BIM es una buena idea					
13. BIM es una solución a los problemas de los proyectos					
14. Planeo usar BIM en los próximos 3 años					
15. Usaré BIM en los próximos 3 años					
16. Yo uso BIM					
17. La empresa donde trabajo usa BIM					
18. BIM es una innovación pasajera					
19. No necesito BIM porque mi experiencia me permite detectar problemas en planos 2D					
20. BIM solo sirve para proyectos complejos					
21. BIM reduce plazo y costo					
22. Implementar BIM es costoso					
23. Implementar BIM requiere desarrollar estándares de trabajo					
24. Implementar BIM requiere de consultores					
25. BIM tendrá mayor beneficio si las demás empresas con la que trabajo también usan BIM					
26. BIM funcionará si es obligatorio					
27. El dueño del proyecto se beneficia de BIM					
28. El usuario final de la vivienda/oficina se beneficia de BIM					
29. Los egresados de las universidades saben de BIM					

6. ¿El proyecto utilizó alguna aplicación BIM?

Si la respuesta es NO pasar a la pregunta 12

Si

No

7. Modelado 3D

- 7.1. ¿Quién hizo el modelo 3D de arquitectura?  
 7.2. ¿Quién hizo el modelo 3D de estructuras?  
 7.3. ¿Quién hizo el modelo 3D de instalaciones?

Proyectista	Consultor externo	Equipo BIM de casa	Otro:
Proyectista	Consultor externo	Equipo BIM de casa	Otro:
Proyectista	Consultor externo	Equipo BIM de casa	Otro:

8. Indique el grado de aplicación de BIM en este proyecto

	NULO	BAJO	MODERADO	ALTO	MUY ALTO
11.01. Visualización de modelos 3D					
11.02. Diseño Colaborativo					
11.03. Compatibilización de estructuras					
11.04. Compatibilización de instalaciones					
11.05. Planos 2D a partir de modelos 3D					
11.06. Metrados y presupuestos					
11.07. Prefabricación de componentes					
11.08. Simulación de la construcción (4D)					
11.09. Control de avance de obra					
11.10. Control de calidad					

9. Indique el grado de aplicación de BIM en este proyecto con los siguientes subcontratos

	NULO	BAJO	MODERADO	ALTO	MUY ALTO
9.1. Acero dimensionado					

9.2. Encofrados					
9.3. Vidrios (ventanas o Muros cortina)					
9.4. Mobiliario (muebles de cocina, closets)					
9.5. Elementos estructurales (losas o viguetas prefabricadas)					
12.5. Instalaciones eléctricas, sanitarias y mecánicas					

10. ¿En qué etapa del proyecto se compatibiliza con BIM?

En el diseño	Después del diseño y antes de la construcción	En la construcción
--------------	---	-----------------------

11. Califique en la escala del 1 al 5 su grado de aceptación de las siguientes afirmaciones donde (1) Totalmente en Desacuerdo y (5) Totalmente de Acuerdo

BIM ha servido en este proyecto para ...	(1) TOTALMENTE EN DESACUERDO	(2) EN DESACUERDO	(3) NI ACUERDO NI EN DESACUERDO	(4) DE ACUERDO	(5) TOTALMENTE DE ACUERDO
14.1. Mejorar el alcance y definición del proyecto					
14.2. Reducir el tiempo de construcción					
14.3. Reducir costo de construcción					
14.4. Mejorar la calidad del proyecto					
14.5. Mejorar la planificación de obra					

14.6. Mejorar la calidad de información					
---	--	--	--	--	--

12. Ubicación del proyecto (Distrito):

\_\_\_\_\_

13. Actividad principal de la empresa:

Promotor	Promotor y Construcción	Construcción
----------	----------------------------	--------------

14. Cantidad de personal contratado por la empresa:  
(Staff profesional en obras y administrativo sin contar obreros)

10	11 a 49	50 a 250	Mayor a 250
----	---------	----------	-------------

15. Tipo de proyecto:

Edificio multifamiliar	Vivienda masiva	Oficina
------------------------	-----------------	---------

16. Descripción de proyecto:



A.C (M2):

\_\_\_\_\_

Pisos:

\_\_\_\_\_

Sótanos:

\_\_\_\_\_



## ANEXO II. Encuesta BIM 2017

### ENCUESTA BIM 2017

La presente encuesta forma parte del proyecto de investigación “El Estado Actual del Uso de Building Information Modeling (BIM) en Proyectos de Edificación Urbana en Lima Metropolitana y Callao”, a cargo del grupo de investigación GETEC de la Sección Ingeniería Civil de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Los datos serán tratados de manera confidencial y los resultados serán compartidos con usted a la dirección de correo que nos indique. El responsable del proyecto de investigación es el Ing. Danny Murguía Sánchez y puede ser contactado a [dmurguia@pucp.pe](mailto:dmurguia@pucp.pe)

1. Profesión:

Arquitecto(a)	Ingeniero(a) Civil	Otro:
---------------	--------------------	-------

2. Cargo:

Gerente Proyecto	Ing. Residente	Otro:
------------------	----------------	-------

3. Experiencia laboral (años)

1 a 5	6 a 10	11 a 15	Más de 15
-------	--------	---------	-----------

4. Experiencia laboral gestionando con BIM (años)

0	1 a 2	3 a 4	5 a más
---	-------	-------	---------

5. Conoce de BIM?

Si	No
----	----



6. Percepciones de BIM. Por favor, califique en la escala del 1 al 5 su grado de aceptación de las siguientes afirmaciones donde (1) Totalmente en Desacuerdo y (5) Totalmente de Acuerdo

	(1) TOTALMENTE EN DESACUERDO	(2) EN DESACUERDO	(3) NI ACUERDO NI EN DESACUERDO	(4) DE ACUERDO	(5) TOTALMENTE DE ACUERDO
6.01. BIM es una tecnología para hacer modelos 3D					
6.02. BIM es un cambio en los procesos de trabajo de las empresas					
6.03. BIM requiere cambios en las políticas de las empresas					
6.04. BIM permite el trabajo colaborativo					
6.05. Mi experiencia me permite detectar problemas en 2D sin necesidad de BIM					
6.06. BIM sólo sirve para proyectos complejos					
6.07. El dueño del proyecto se beneficia de BIM					
6.08. El usuario final de la vivienda/oficina se beneficia de BIM					
6.09. Implementar BIM tiene un bajo retorno de la inversión					
6.10. Implementar BIM requiere de especialistas que asesoren a la empresa					
6.11. BIM tendrá mayor beneficio si las demás empresas con las que trabajo también usan BIM					
6.12. BIM funcionará si el inversionista (privado) o el Estado (público) obliga su uso					
6.13. Los egresados de las universidades saben de BIM					

7. Aceptación de BIM. Por favor, califique en la escala del 1 al 5 su grado de aceptación de las siguientes afirmaciones donde (1) Totalmente en Desacuerdo y (5) Totalmente de Acuerdo

	(1) TOTALMENTE EN DESACUERDO	(2) EN DESACUERDO	(3) NI ACUERDO NI EN DESACUERDO	(4) DE ACUERDO	(5) TOTALMENTE DE ACUERDO
7.01. BIM es una buena idea					
7.02. BIM hace mi trabajo más interesante					
7.03 Trabajar con BIM es bueno para la empresa					
7.04. BIM permite reducir los retrabajos y mejorar la productividad					
7.05. BIM es una solución a los problemas de información de los proyectos					
7.06. BIM permite reducir costos y plazos de las obras					
7.07. Es fácil gestionar proyectos con BIM					
7.08. Es fácil aprender el uso de las herramientas BIM					
7.09. Es fácil desarrollar nuevos estándares de trabajo con BIM					
7.10. Usaré BIM porque otros colegas usan BIM					
7.11. El uso de BIM me brinda ventaja competitiva en el mercado laboral					
7.12. El uso de BIM brinda una ventaja competitiva a la empresa					
7.13. Tengo el conocimiento necesario para implementar BIM					
7.14. BIM es compatible con los procesos actuales de la empresa					
7.15. BIM es compatible con mi estilo personal de trabajo					
7.16. Me gustaría trabajar con BIM en los próximos 2 años					
7.17. Apenas me sea posible, usaré BIM					
7.18. La empresa planea usar BIM en los próximos 2 años					
7.19. Yo sé usar BIM					
7.20. La empresa donde trabajo usa BIM					
7.21. La implementación de BIM requiere del apoyo de la Gerencia					
7.22. Es fácil convencer a la gerencia para usar BIM					

8. ¿Cómo implementar un área BIM en una empresa?

Contratar personal con experiencia en BIM	Contratar asesores externos	Capacitar al personal y aprender gradualmente
---	-----------------------------	---

9. ¿El proyecto utilizó alguna aplicación BIM?

Si la respuesta es NO pasar a la pregunta 14

Si

No

10. Modelado 3D

10.1. ¿Quién hizo el modelo 3D de arquitectura?

10.2. ¿Quién hizo el modelo 3D de estructuras (volumetría concreto)?

10.3. ¿Quién hizo el modelo 3D de estructuras (acero)?

10.4. ¿Quién hizo el modelo 3D de instalaciones (IIEE, IISS)?

10.5. ¿Quién hizo el modelo 3D de instalaciones (IIMM)?

Proyectista	Consultor externo	Equipo BIM de casa	Otro:	No se modeló
Proyectista	Consultor externo	Equipo BIM de casa	Otro:	No se modeló
Proyectista	Consultor externo	Equipo BIM de casa	Otro:	No se modeló
Proyectista	Consultor externo	Equipo BIM de casa	Otro:	No se modeló
Proyectista	Consultor externo	Equipo BIM de casa	Otro:	No se modeló

11. Por favor, indique el grado de aplicación de BIM en este proyecto donde (1) Nulo y (5) Muy Alto

	NULO	BAJO	MODERADO	ALTO	MUY ALTO
11.01. Visualización de modelos 3D					
11.02. Diseño Colaborativo					
11.03. Compatibilización de estructuras					
11.04. Compatibilización de instalaciones					
11.05. Planos 2D a partir de modelos 3D					
11.06. Metrados y presupuestos					

11.07. Prefabricación de componentes					
11.08. Simulación de la construcción (4D)					
11.09. Control de avance de obra					
11.10. Control de calidad					

12. Por favor, indique el grado de aplicación de BIM en este proyecto donde (1) Nulo y (5) Muy Alto

	NULO	BAJO	MODERADO	ALTO	MUY ALTO
12.1. Acero de refuerzo					
12.2. Encofrados					
12.3. Vidrios (ventanas o Muros cortina)					
12.4. Mobiliario (muebles de cocina, closets)					
12.5. Instalaciones eléctricas, sanitarias y mecánicas					

13. ¿En qué etapa del proyecto se inició la compatibilización con BIM?

En el diseño	Entre el diseño y construcción	En la construcción
--------------	--------------------------------	--------------------

Por favor, califique en la escala del 1 al 5 su grado de aceptación de las siguientes afirmaciones donde (1) Totalmente en Desacuerdo y (5) Totalmente de Acuerdo

BIM ha servido en este proyecto para ...	(1) TOTALMENTE EN DESACUERDO	(2) EN DESACUERDO	(3) NI ACUERDO NI EN DESACUERDO	(4) DE ACUERDO	(5) TOTALMENTE DE ACUERDO
14.1. Mejorar el alcance y definición del proyecto					
14.2. Reducir el tiempo de construcción					
14.3. Reducir costo de construcción					
14.4. Mejorar la calidad del proyecto					
14.5. Mejorar la planificación de obra					
14.6. Mejorar la calidad de información					

15. Ubicación del proyecto (Distrito):

\_\_\_\_\_

16. Actividad principal de la empresa:

Promotor	Promotor y Construcción	Construcción
----------	-------------------------	--------------

17. Cantidad de personal contratado por la empresa:

10	11 a 49	50 a 250	Mayor a 250
----	---------	----------	-------------

(Staff profesional en obras y administrativo sin contar obreros)

18. Tipo de proyecto:

Edificio multifamiliar	Vivienda masiva	Oficina	Otro:
------------------------	-----------------	---------	-------

19. Nombre del proyecto:

---

20. Descripción de proyecto:

A.C (M2):

Número de Pisos:

Número de Sótanos:

---

---

---

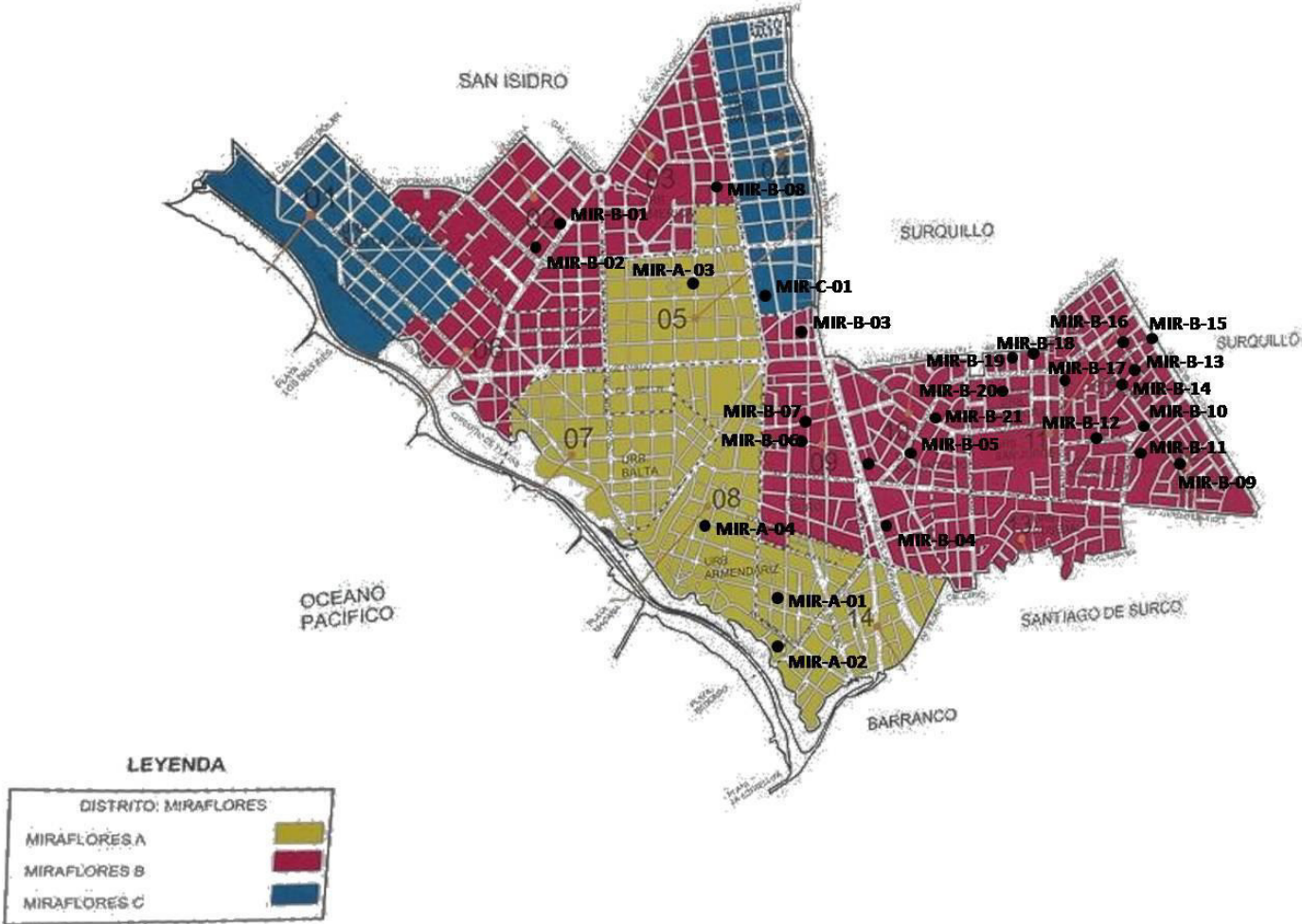
21. E-mail de contacto para enviar los resultados de la encuesta

---



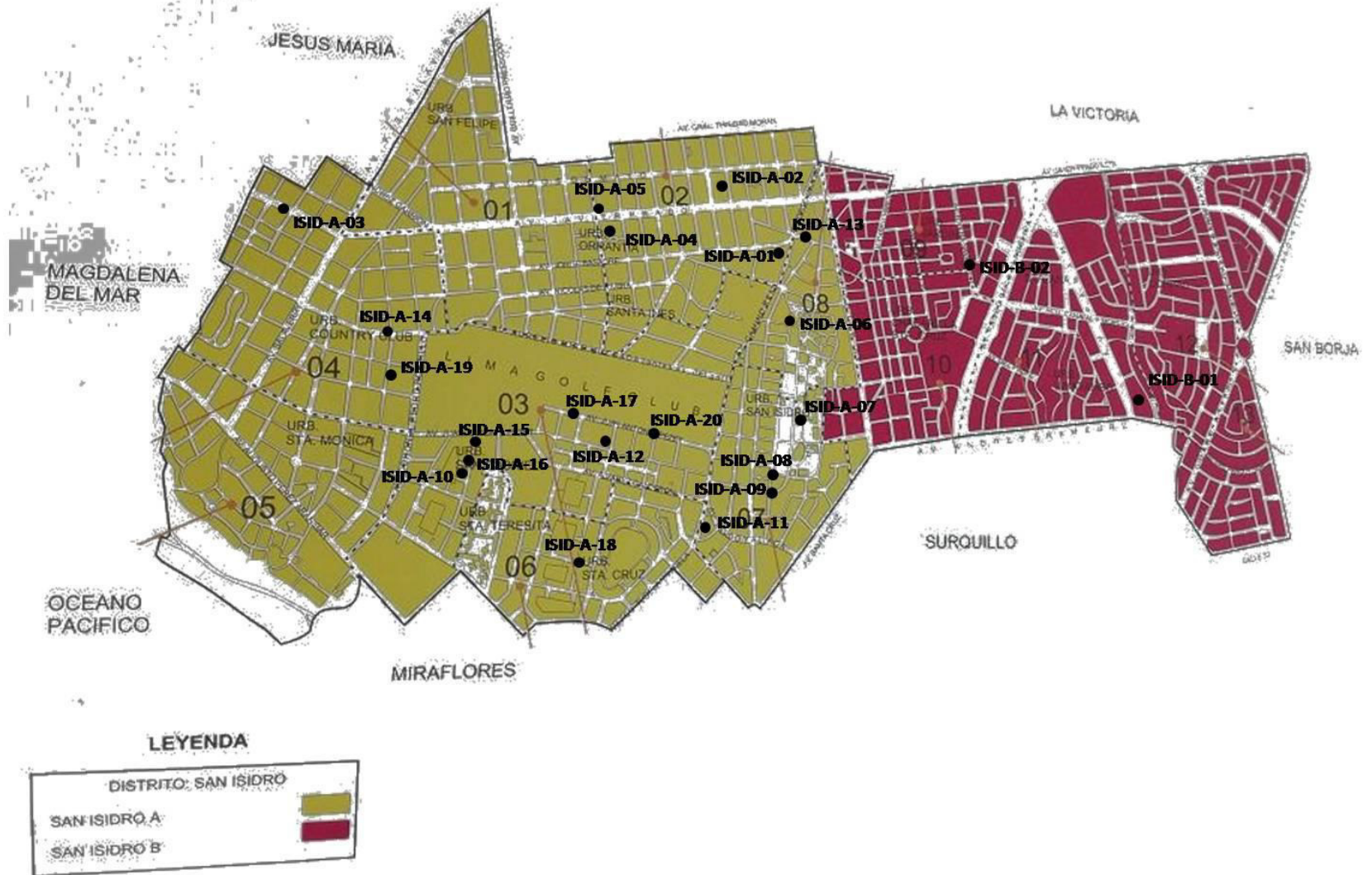
ANEXO III. Ubicación de proyectos

# MIRAFLORES

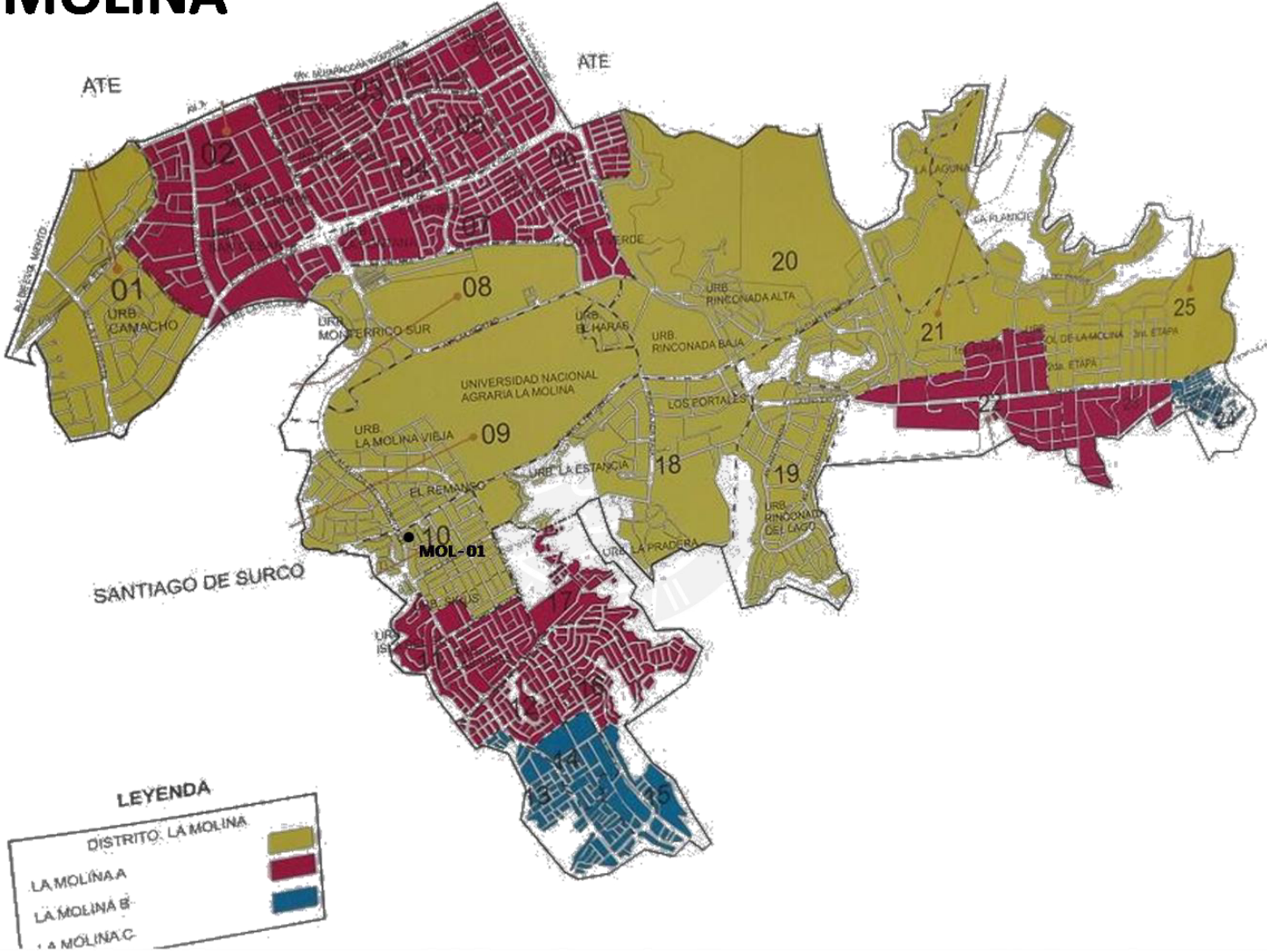




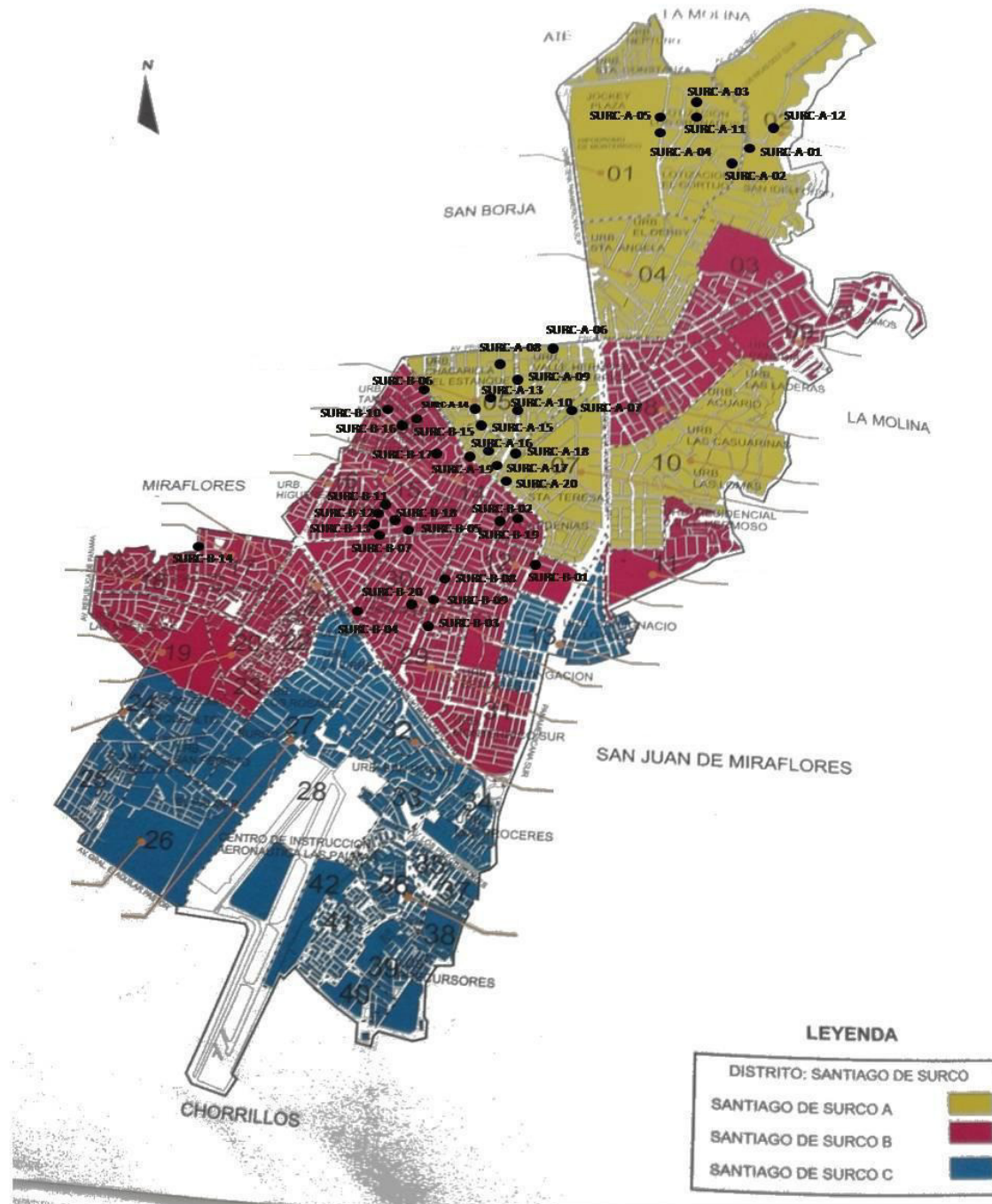
# SAN ISIDRO



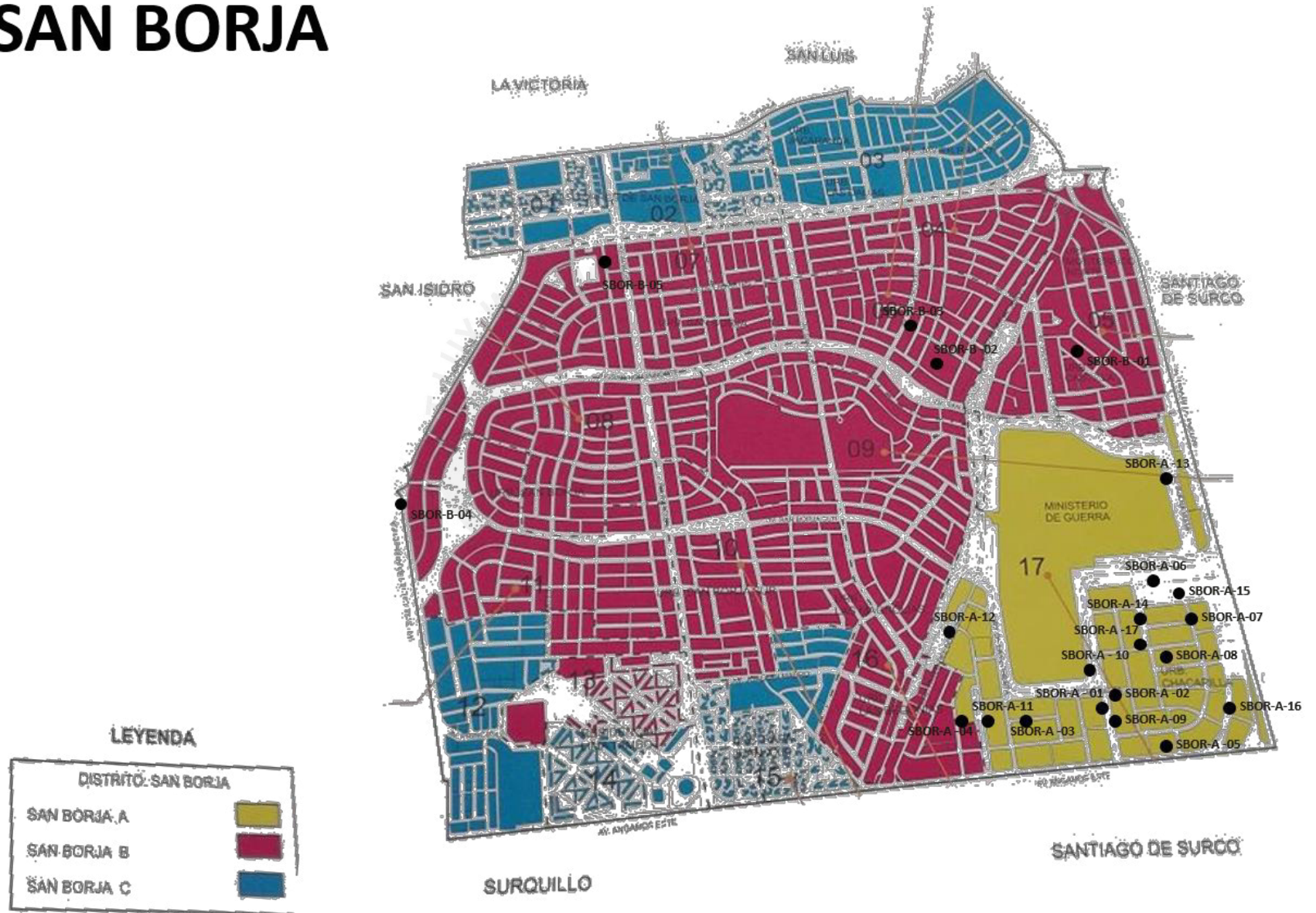
# LA MOLINA



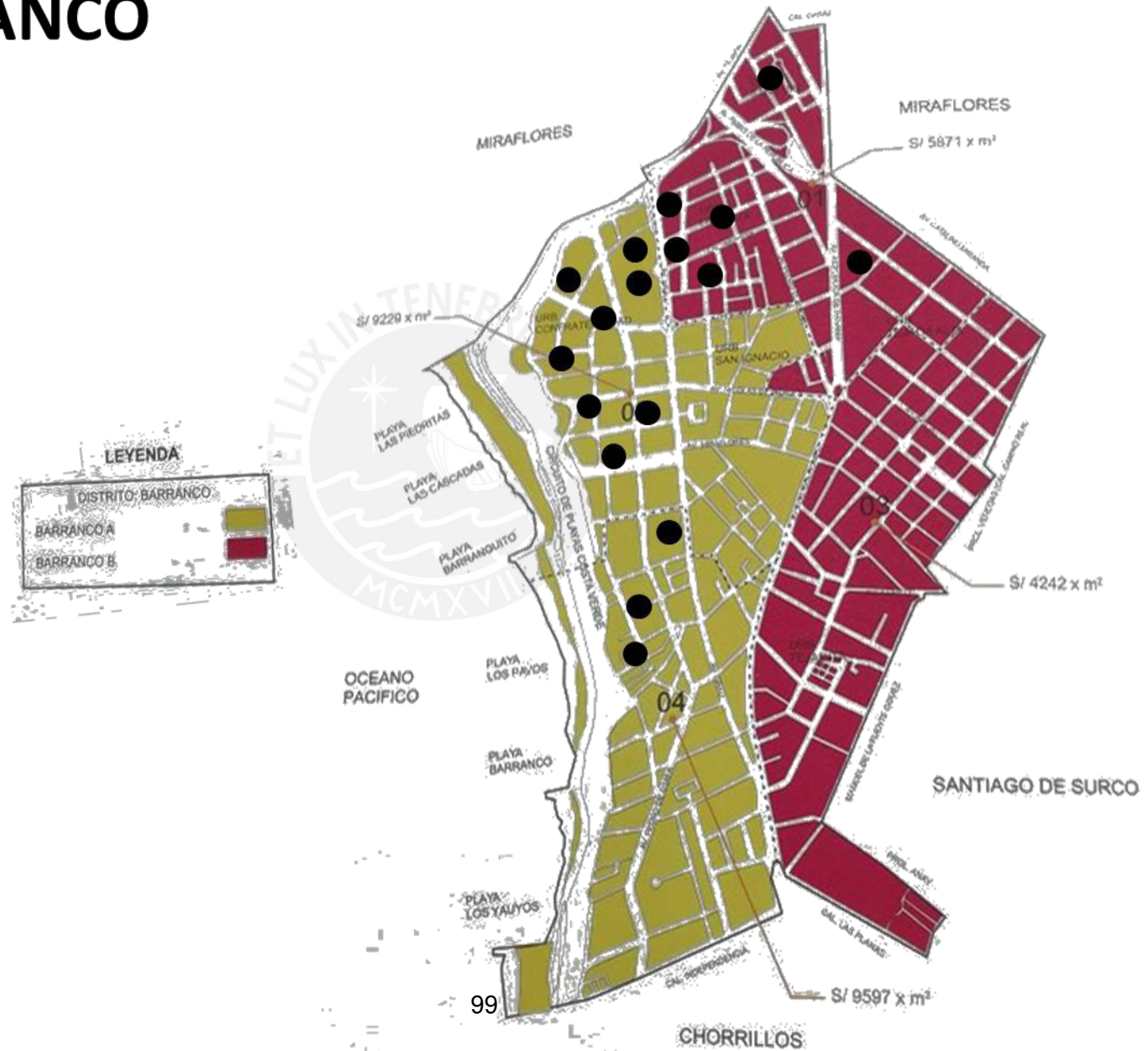
# SURCO



# SAN BORJA



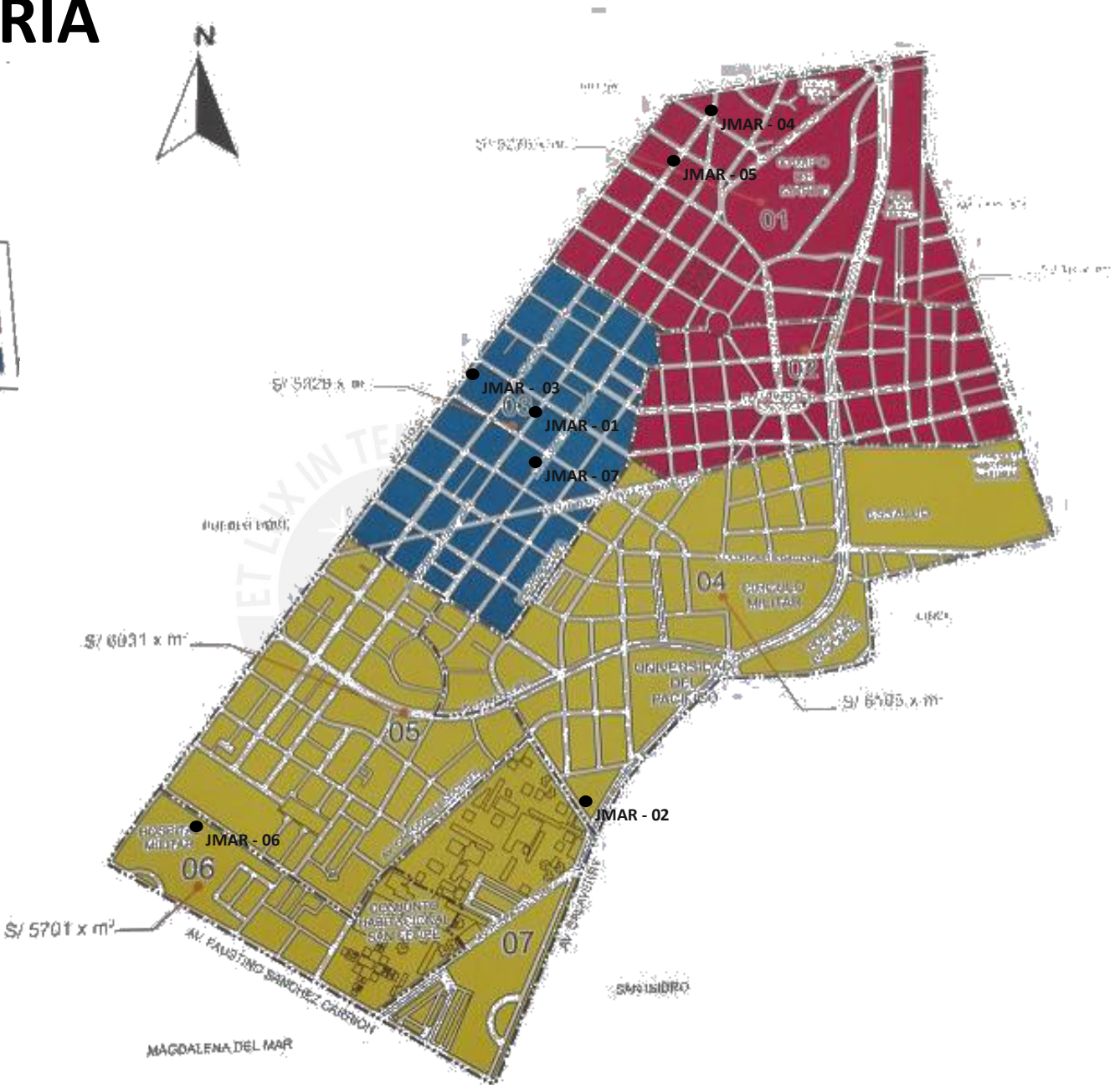
# BARRANCO



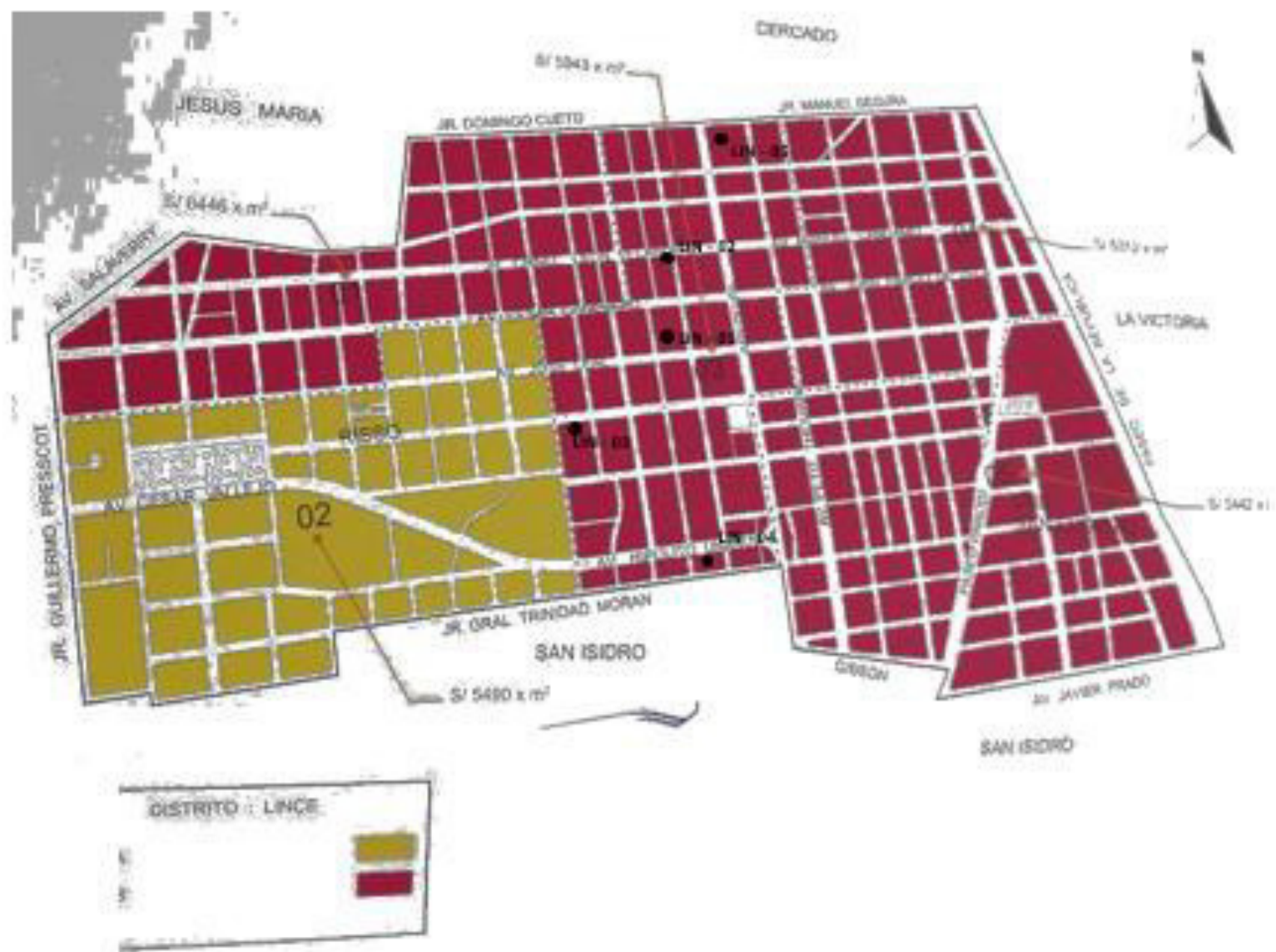
# JESUS MARÍA

**LEYENDA**

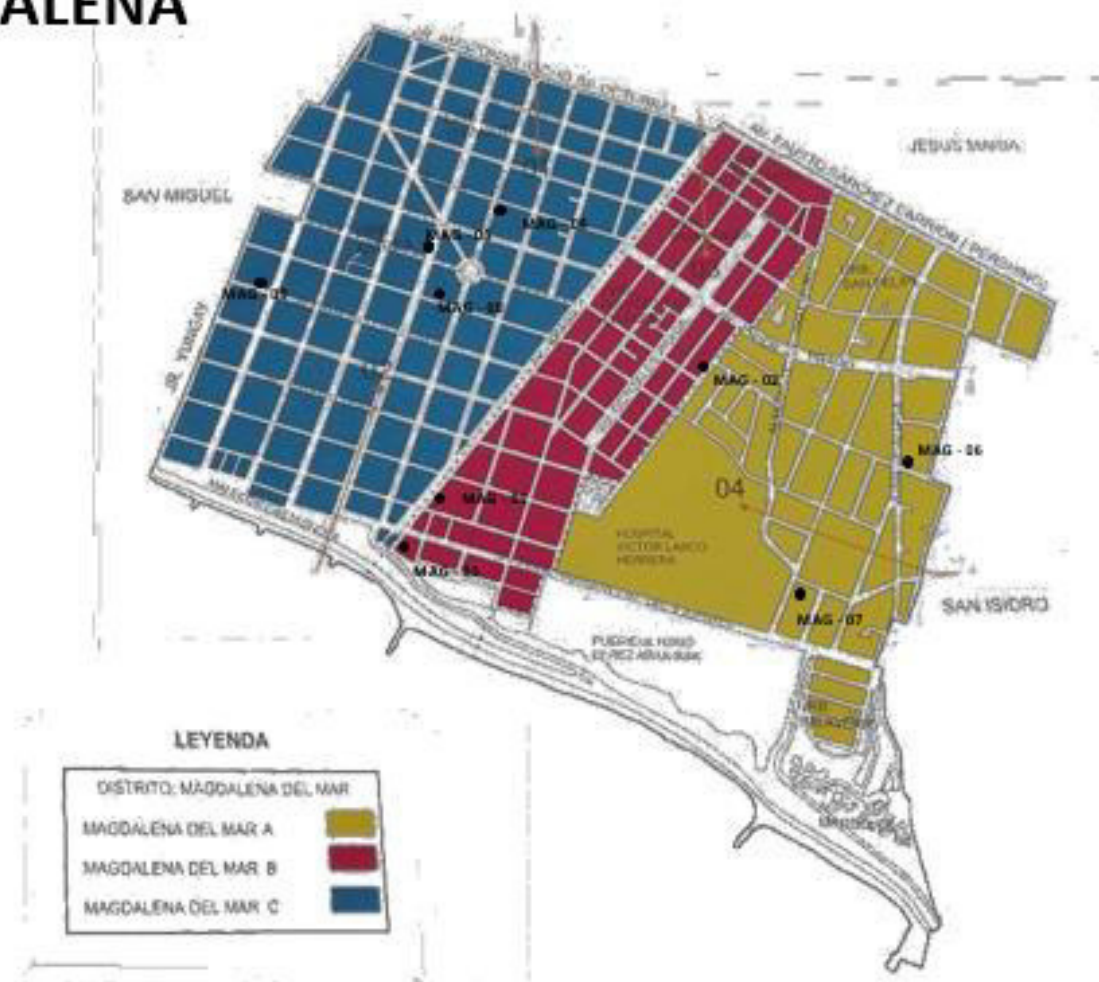
DISTRITO: JESUS MARIA	
JESUS MARIA A	
JESUS MARIA B	
JESUS MARIA C	



# LINCE

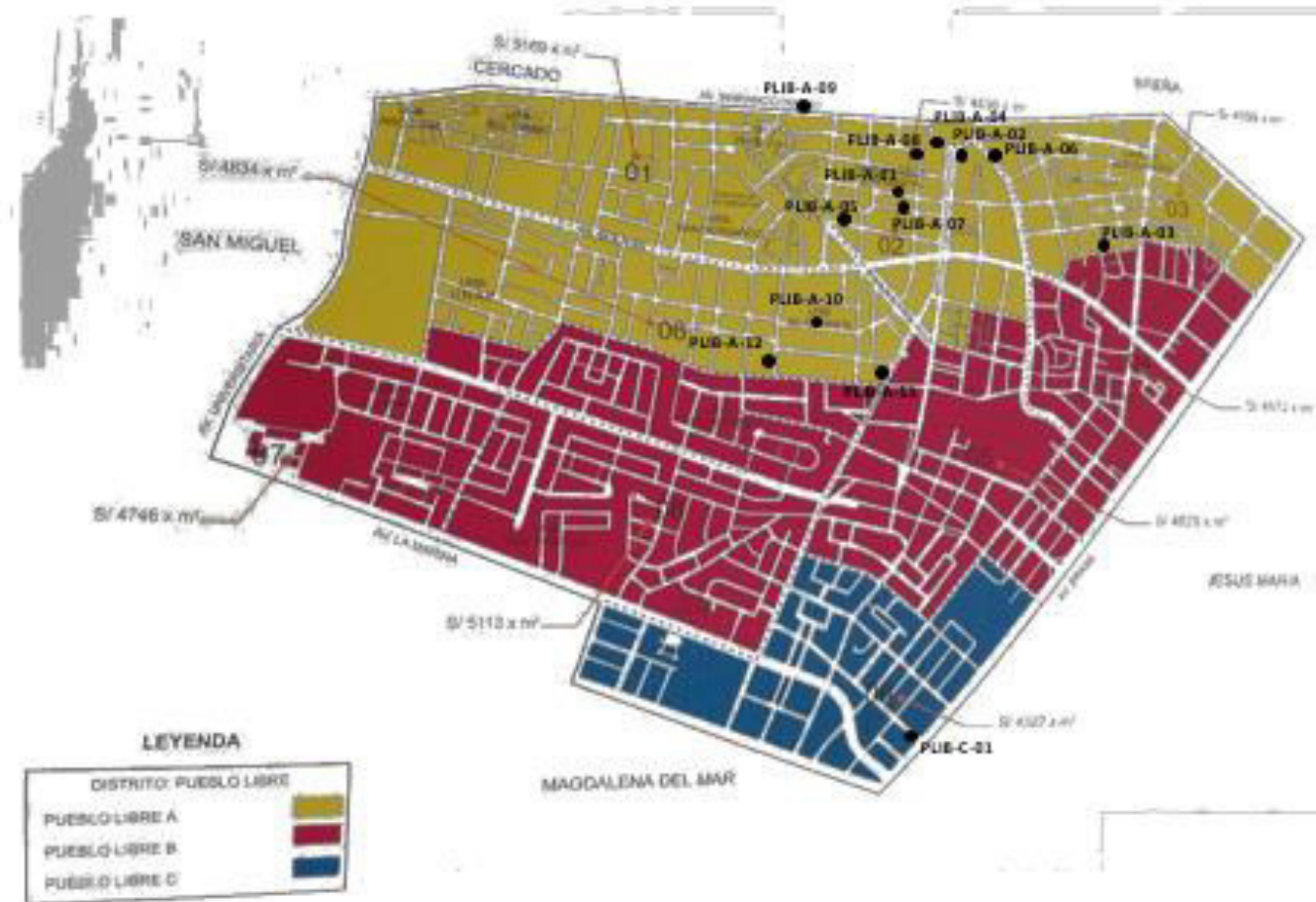


# MAGDALENA

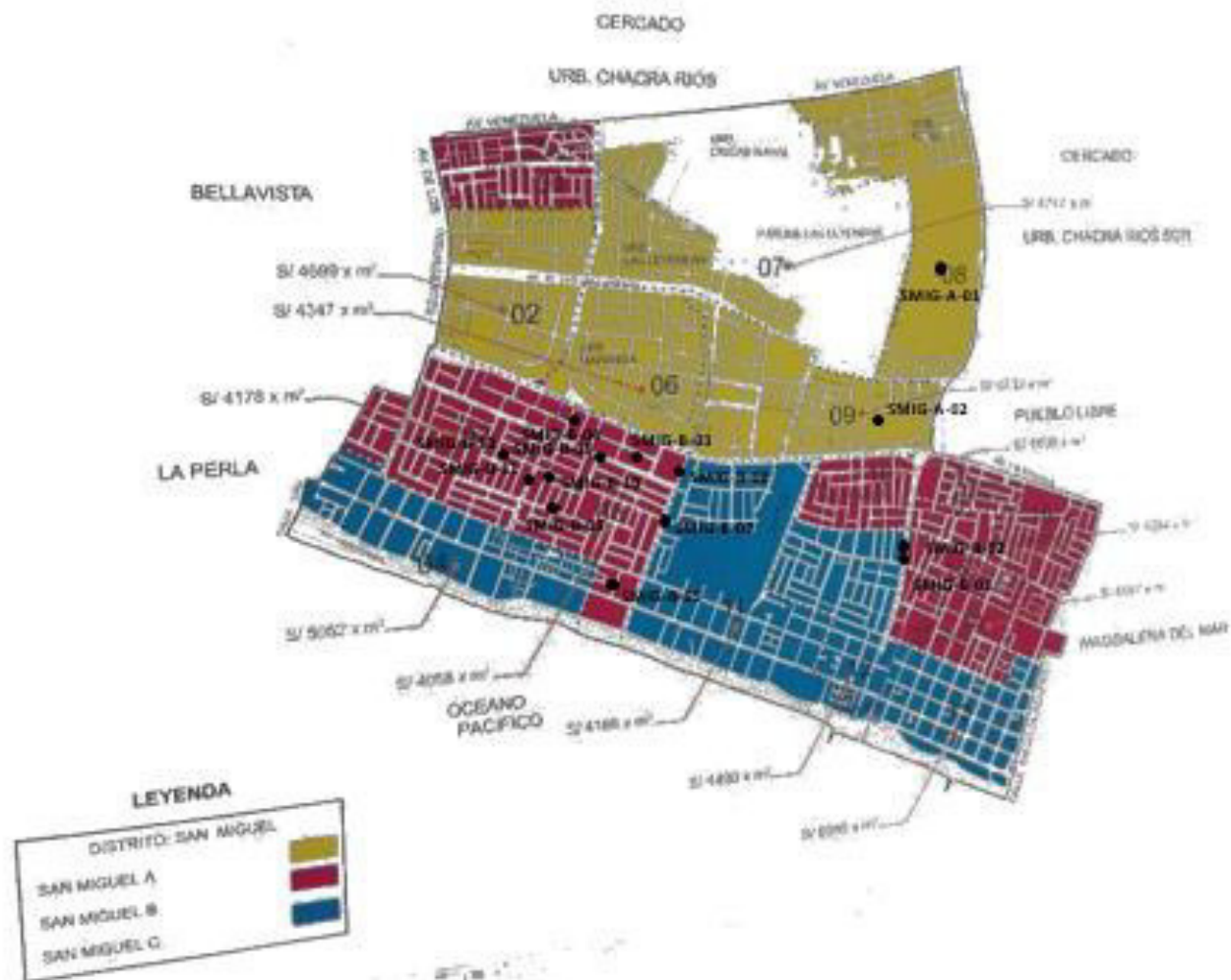




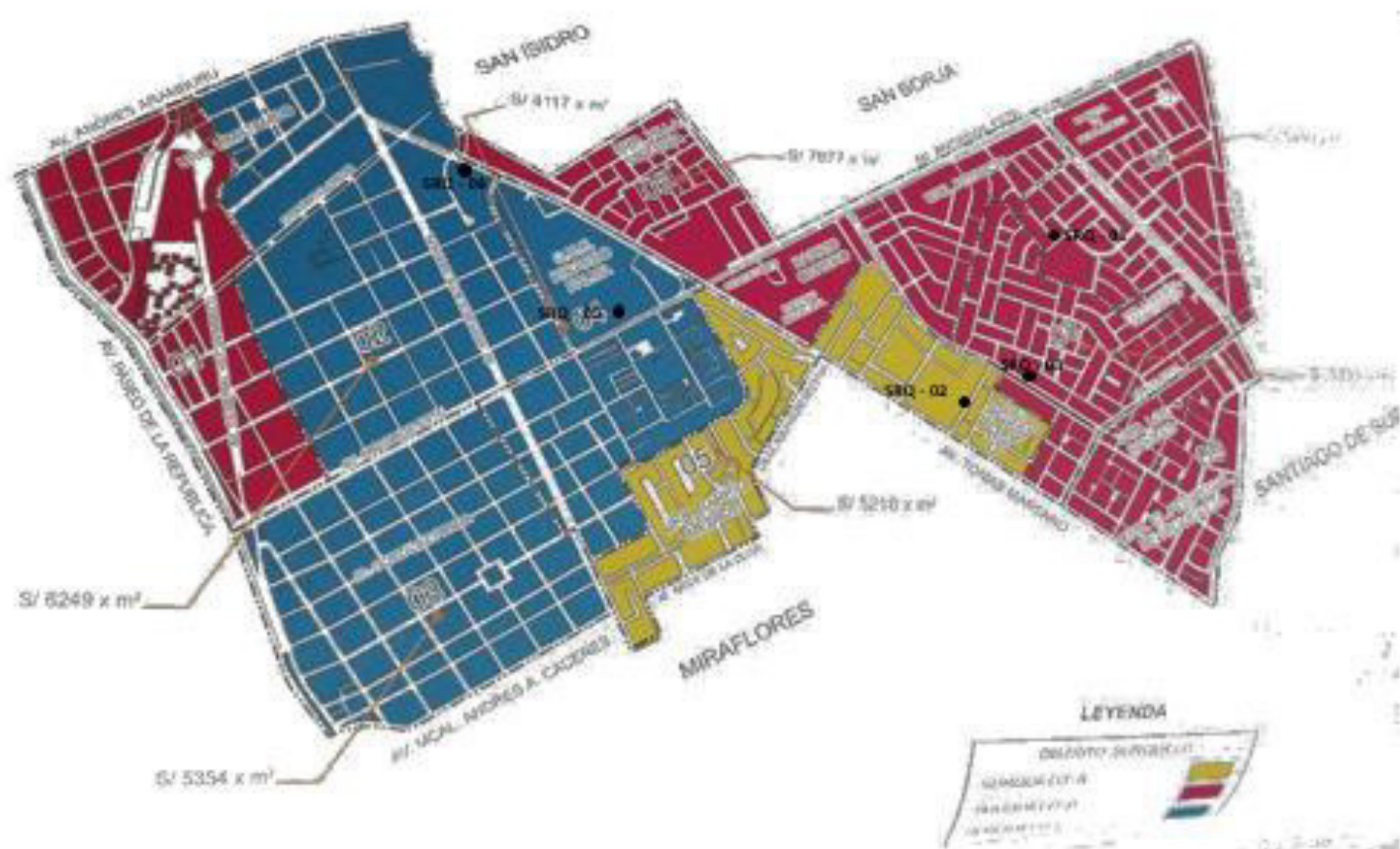
# PUEBLO LIBRE



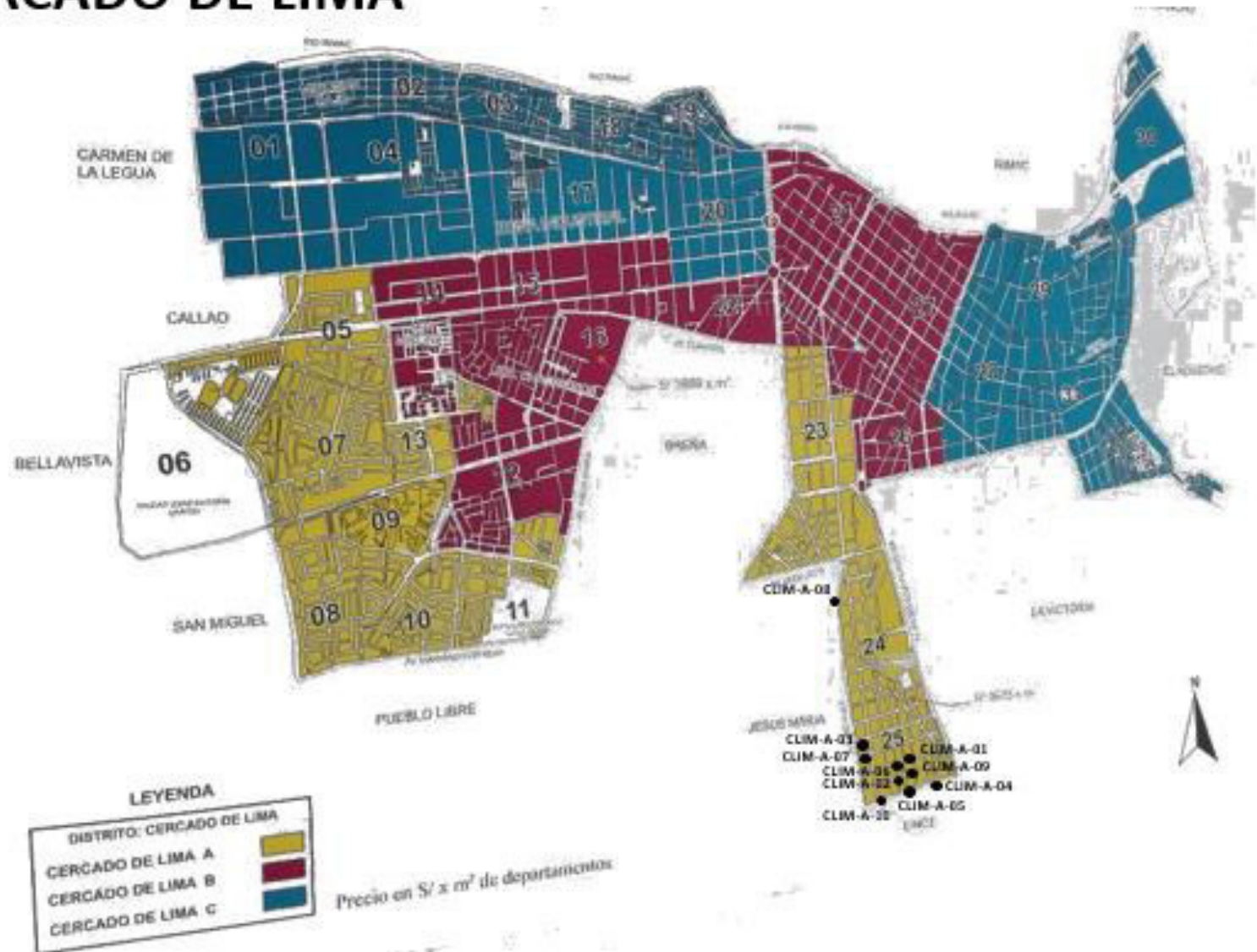
# SAN MIGUEL



# SURQUILLO



# CERCADO DE LIMA



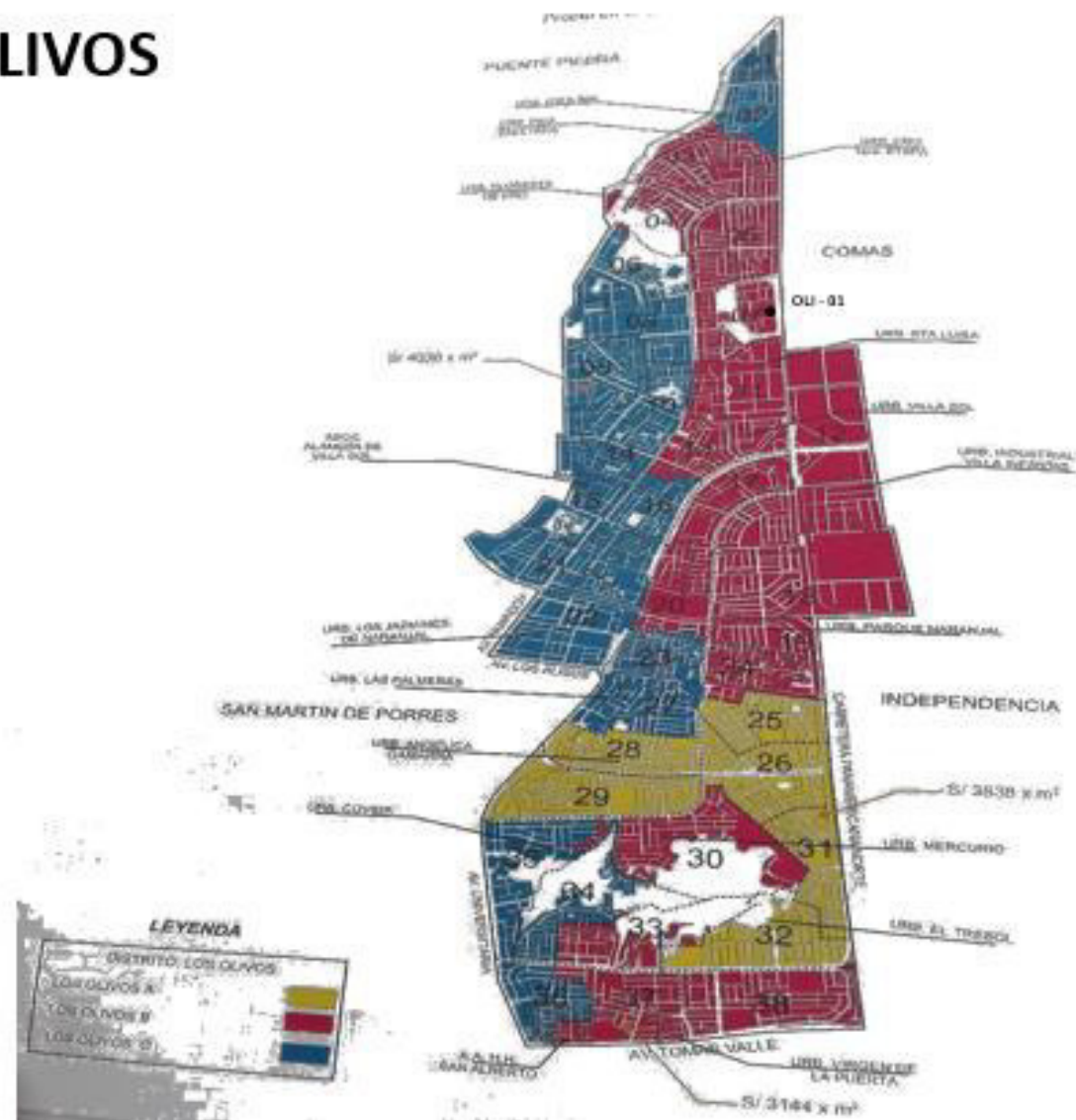
# BREÑA



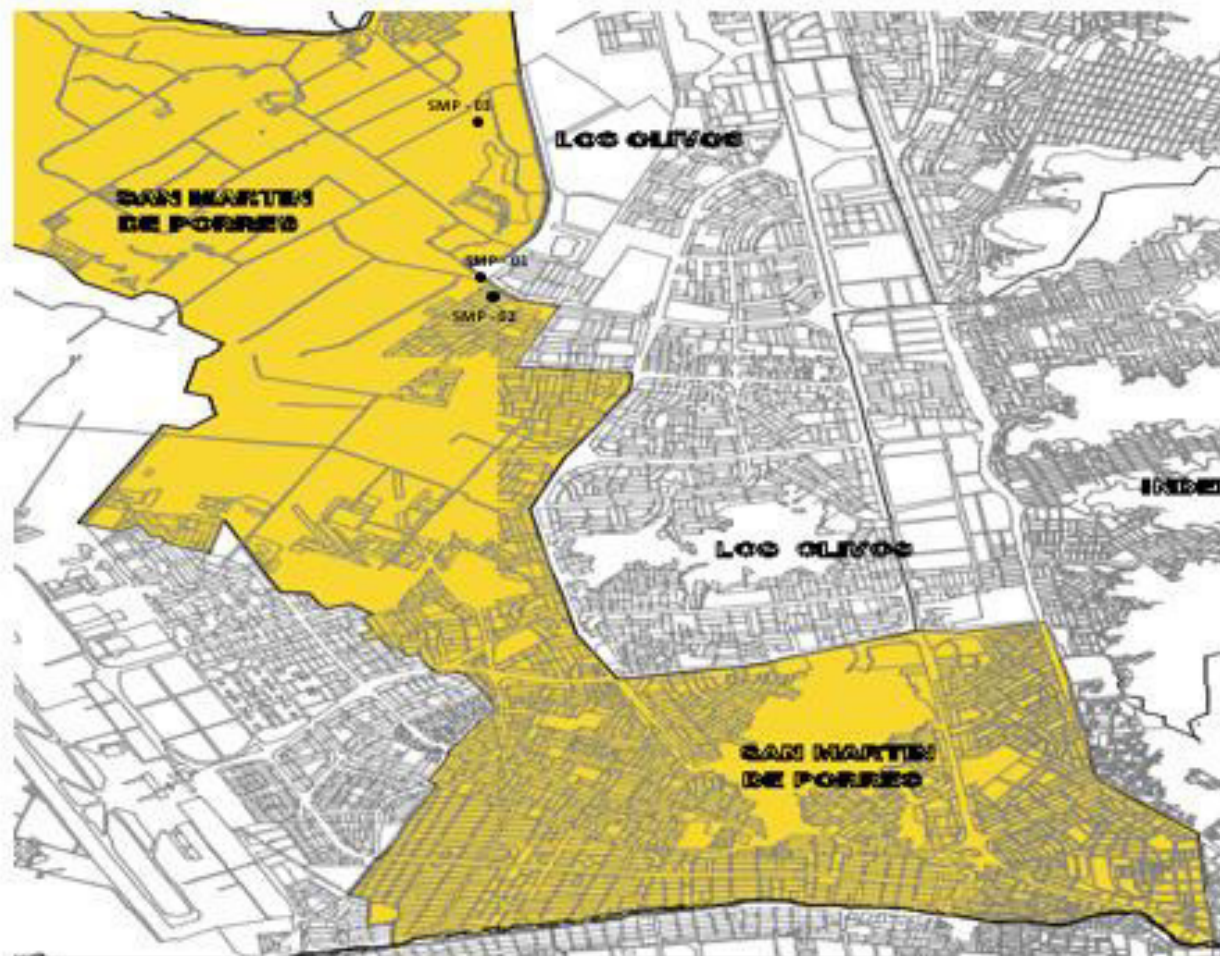
# EL AGUSTINO



# LOS OLIVOS

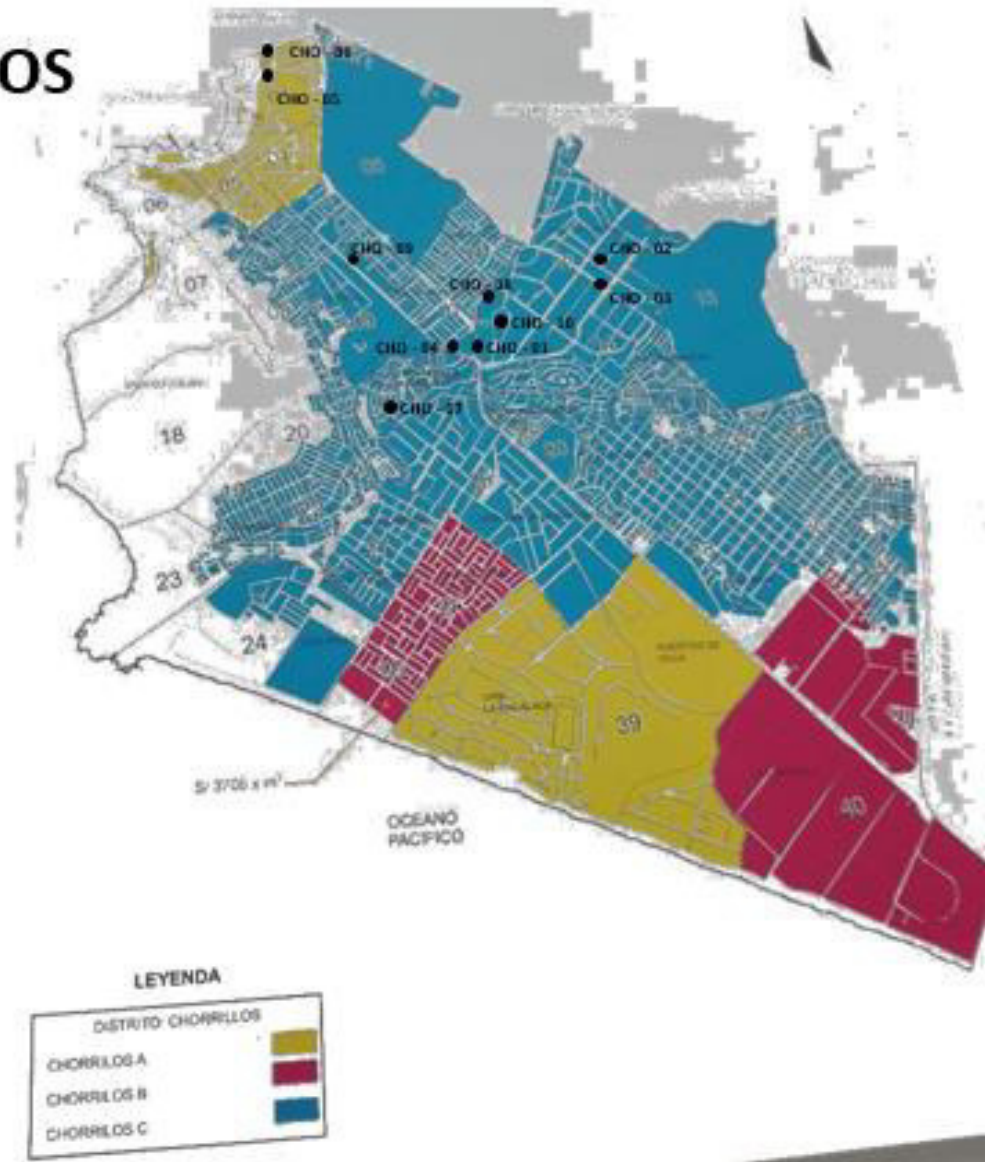


# SAN MARTIN DE PORRES

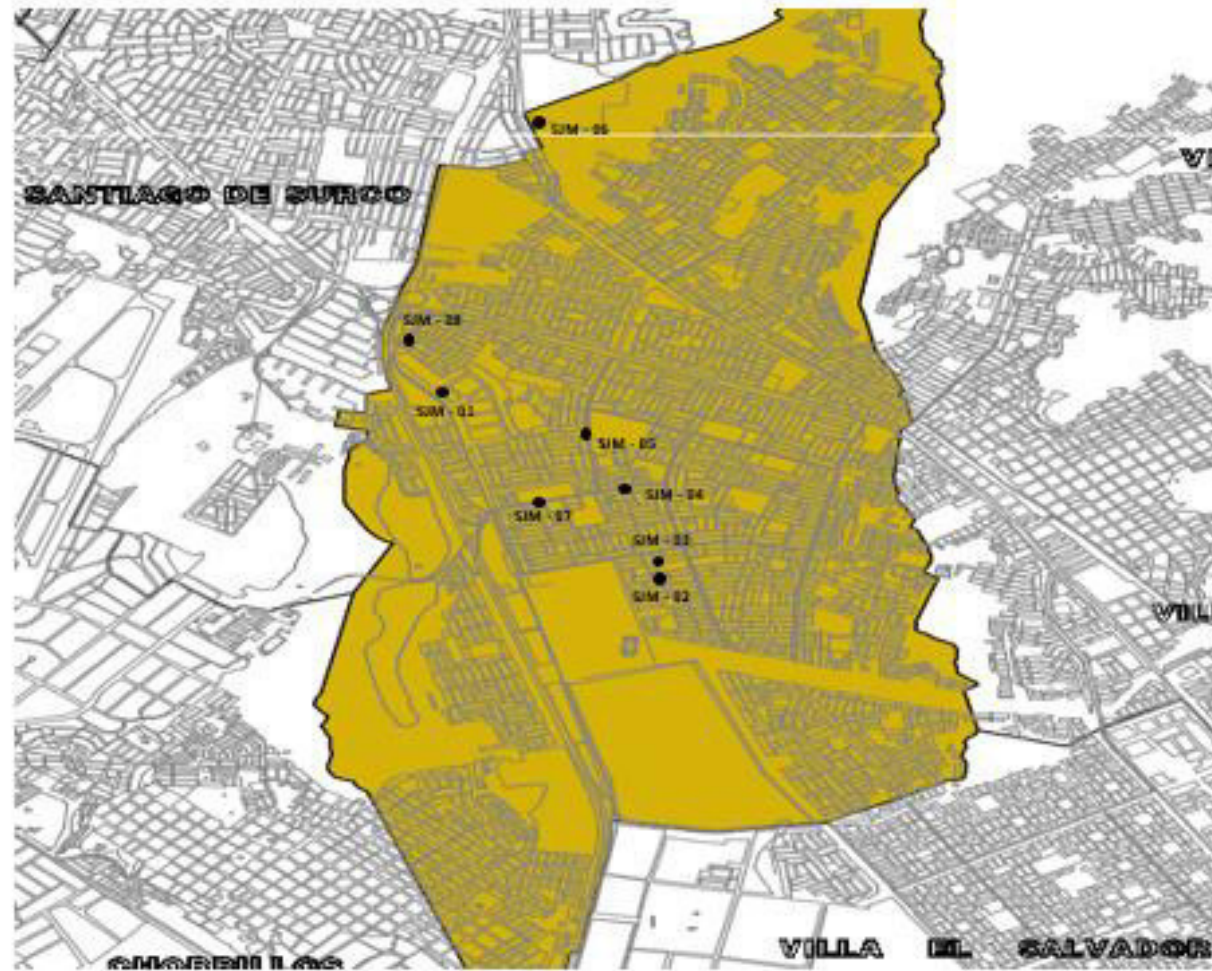




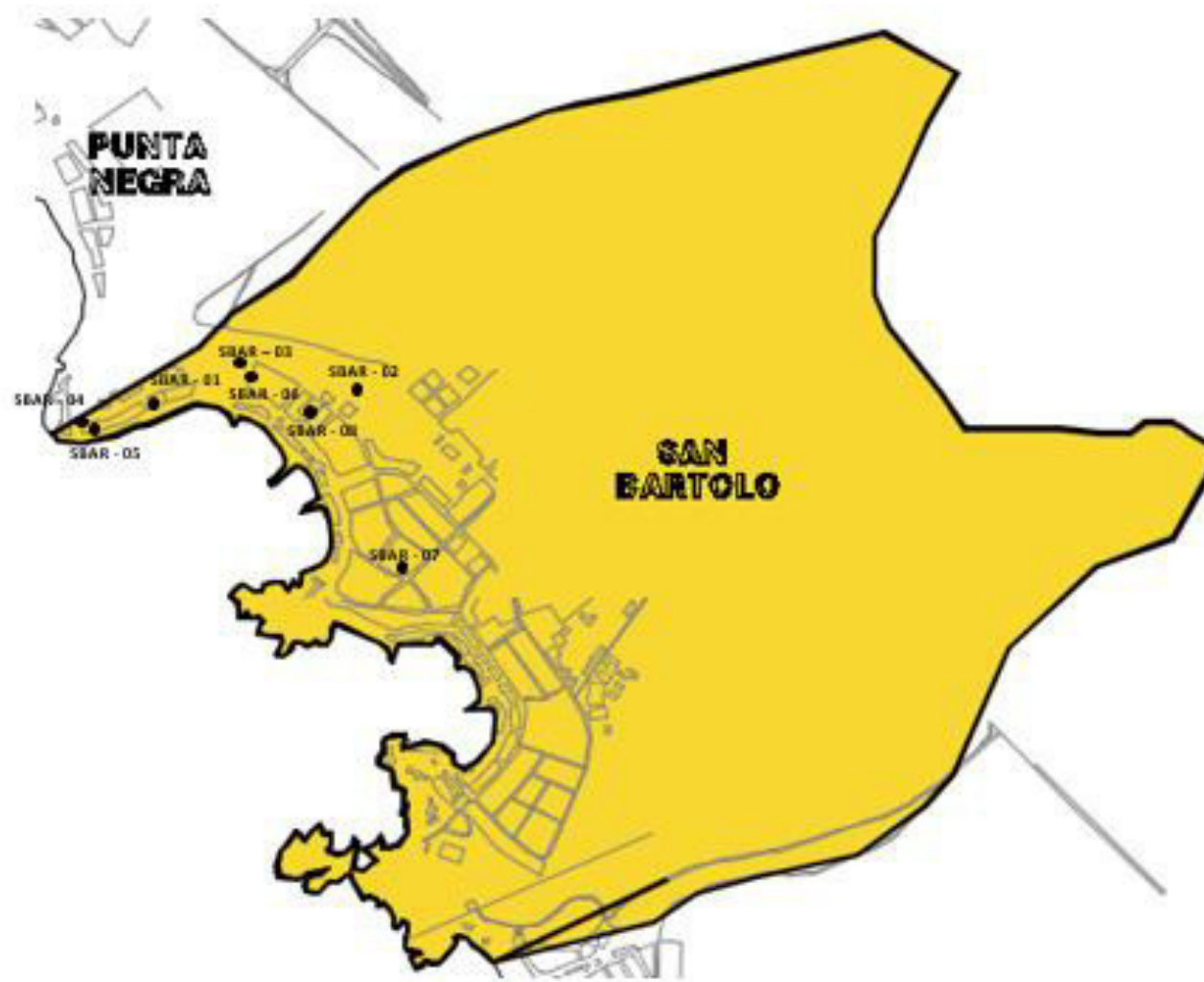
# CHORRILLOS



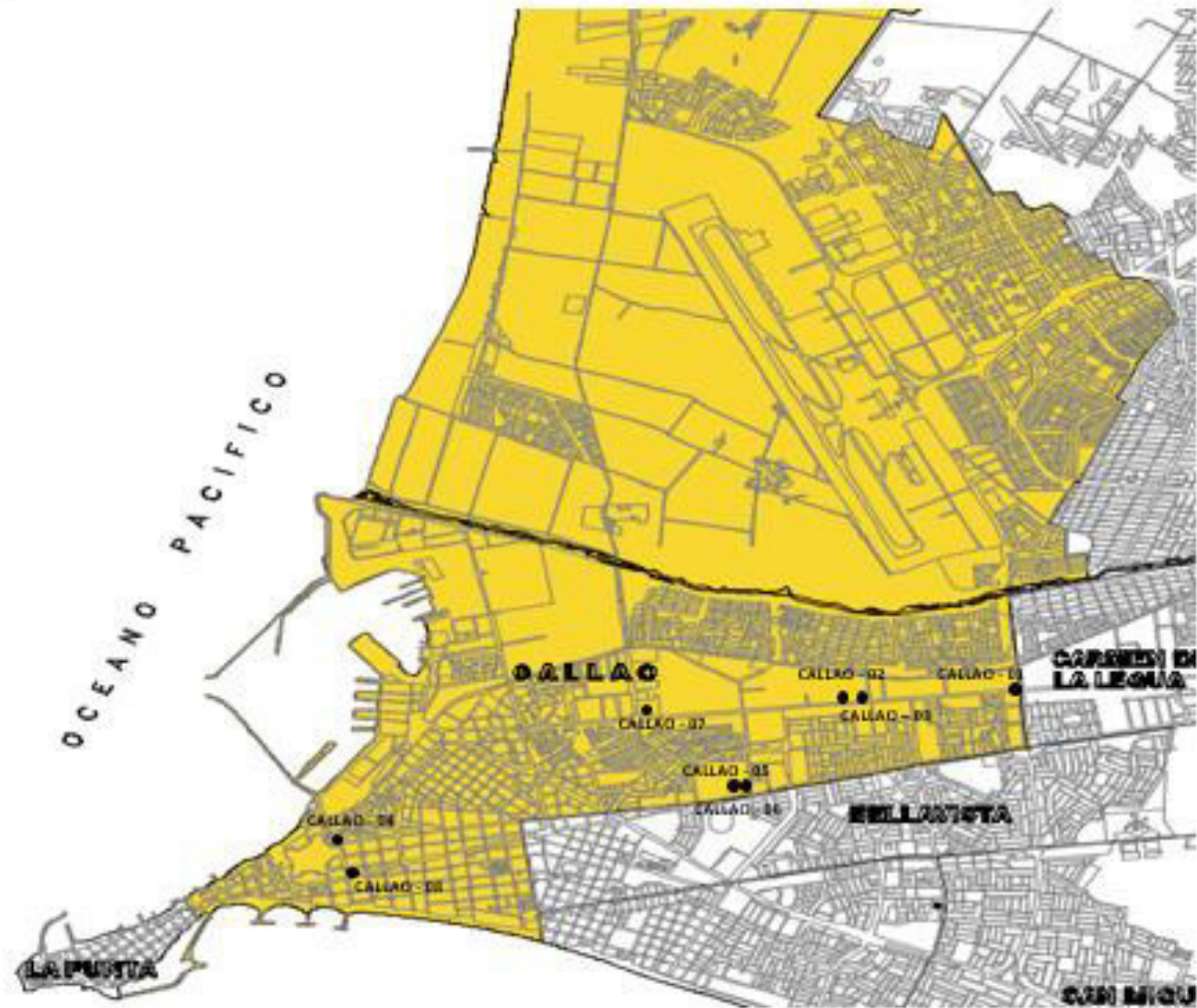
# SAN JUAN DE MIRAFLORES



# SAN BARTOLO



# CALLAO



## ANEXO IV: RESULTADOS DE ENCUESTA BIM 2017

Pregunta 1: Profesión

<u>Profesión</u>	<u>Cantidad</u>
Arquitecto(a)	43
Ingeniero(a) Civil	280
	323

Pregunta 2: Cargo

<u>Cargo</u>	<u>Cantidad</u>
Gerente Proyecto	24
Residente de obra	138
Jefe Campo	111
Jefe Oficina Técnica	50
	323

Pregunta 3: Experiencia laboral

<u>Experiencia laboral</u> <u>(años)</u>	<u>Cantidad</u>
1 a 5	107
6 a 10	112
11 a 15	56
Más de 15	48
	323

Pregunta 4: Experiencia gestionando con BIM

<u>Experiencia BIM (años)</u>	<u>Cantidad</u>
0	231
1 a 2	70
3 a 4	19
5 a más	3
	323

Pregunta 5: Conoce de BIM?

<b><u>¿Conoce de BIM?</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>
Si	303
No	20
	323

Pregunta 9: ¿El proyecto utilizó alguna aplicación BIM?

<b><u>Utilizó BIM</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>
Si	70
No	253
	323

Pregunta 10: Modelado 3D

10.1. ¿Quién hizo el modelo 3D de arquitectura?

<b><u>Modelo 3D Arquitectura</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>
Consultor externo	35
Equipo BIM in-house	26
Proyectista	7
No se modeló	2
	70

10.2. ¿Quién hizo el modelo 3D de estructura: volumetría concreta?

<b><u>Modelo 3D Concreto</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>
Consultor externo	35
Equipo BIM in-house	24
Proyectista	6
No se modeló	5
	70

10.3. ¿Quién hizo el modelo 3D de estructura: acero?

<b><u>Modelo 3D Acero</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>
-------------------------------	------------------------

Consultor externo	9
Equipo BIM in-house	7
Proyectista	3
No se modeló	51
	67

10.4. ¿Quién hizo el modelo 3D de instalaciones: IIEE e IISS?

<b><u>Modelo 3D IIEE, IISS</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>
Consultor externo	33
Equipo BIM in-house	20
Proyectista	6
No se modeló	11
	70

10.5. ¿Quién hizo el modelo 3D de instalaciones (mecánicas)?

<b><u>Modelo 3D IIMM</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>
Consultor externo	31
Equipo BIM in-house	18
Proyectista	4
No se modeló	14
	70

Pregunta 11: Indique el grado de aplicación de BIM en este proyecto donde (1) Nulo y (5) Muy Alto

11.1. Visualizaciones de modelos 3D

<b><u>Grado de aplicación</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>
(1) Nulo	0
(2) Bajo	3
(3) Moderado	17
(4) Alto	29
(5) Muy alto	21
	70

#### 11.2. Diseño colaborativo

<b><u>Grado de aplicación</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>
(1) Nulo	4
(2) Bajo	9
(3) Moderado	26
(4) Alto	25
(5) Muy alto	6
	70

#### 11.3. Compatibilización de estructuras

<b><u>Grado de aplicación</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>
(1) Nulo	1
(2) Bajo	8
(3) Moderado	15
(4) Alto	29
(5) Muy alto	17
	70

#### 11.4. Compatibilización de instalaciones

<b><u>Grado de aplicación</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>
(1) Nulo	6
(2) Bajo	6
(3) Moderado	13
(4) Alto	31
(5) Muy alto	14
	70

#### 11.5. Planos 2D a partir de modelos 3D

<b><u>Grado de aplicación</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>
(1) Nulo	32
(2) Bajo	10
(3) Moderado	11
(4) Alto	9



(5) Muy alto	8
	70

#### 11.6. Metrados y presupuestos

<u>Grado de aplicación</u>	<u>Cantidad</u>
(1) Nulo	16
(2) Bajo	25
(3) Moderado	18
(4) Alto	7
(5) Muy alto	4
	70

#### 11.7. Prefabricación de componentes

<u>Grado de aplicación</u>	<u>Cantidad</u>
(1) Nulo	44
(2) Bajo	15
(3) Moderado	9
(4) Alto	2
(5) Muy alto	0
	70

#### 11.8. Simulación de la construcción (4D)

<u>Grado de aplicación</u>	<u>Cantidad</u>
(1) Nulo	36
(2) Bajo	12
(3) Moderado	10
(4) Alto	9
(5) Muy alto	3
	70

#### 11.9. Control de avance de obra

<u>Grado de aplicación</u>	<u>Cantidad</u>
----------------------------	-----------------

(1) Nulo	27
(2) Bajo	15
(3) Moderado	18
(4) Alto	9
(5) Muy alto	1
	70

#### 11.10. Control de calidad

<u>Grado de aplicación</u>	<u>Cantidad</u>
(1) Nulo	33
(2) Bajo	16
(3) Moderado	12
(4) Alto	7
(5) Muy alto	2
	70

Pregunta 12. Indique el grado de aplicación de BIM en este proyecto donde (1) Nulo y (5) Muy Alto

#### 12.1. Acero de refuerzo

<u>Grado de aplicación</u>	<u>Cantidad</u>
(1) Nulo	41
(2) Bajo	8
(3) Moderado	13
(4) Alto	6
(5) Muy alto	2
	70

#### 12.2. Encofrados

<u>Grado de aplicación</u>	<u>Cantidad</u>
(1) Nulo	26
(2) Bajo	15
(3) Moderado	17
(4) Alto	10

(5) Muy alto	2
	70

12.3. Vidrios (ventanas o muros cortina)

<u>Grado de aplicación</u>	<u>Cantidad</u>
(1) Nulo	38
(2) Bajo	14
(3) Moderado	12
(4) Alto	4
(5) Muy alto	2
	70

12.4. Mobiliario (muebles de cocina, closets)

<u>Grado de aplicación</u>	<u>Cantidad</u>
(1) Nulo	36
(2) Bajo	14
(3) Moderado	13
(4) Alto	6
(5) Muy alto	1
	70

12.5. Instalaciones eléctricas, sanitarias y mecánicas

<u>Grado de aplicación</u>	<u>Cantidad</u>
(1) Nulo	12
(2) Bajo	9
(3) Moderado	16
(4) Alto	24
(5) Muy alto	9
	70

Pregunta 13. ¿En qué etapa del proyecto se inició la compatibilización con BIM?

<b><u>En qué etapa de compatibilizó</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>
En el diseño	42
En la construcción	14
Entre el diseño y la construcción	14
	70

Pregunta 14. califique en la escala del 1 al 5 su grado de aceptación de las siguientes afirmaciones donde (1) Totalmente en Desacuerdo y (5) Totalmente de Acuerdo. BIM ha servido para...

14.1. Mejorar el alcance y definición del proyecto

<b><u>Grado de aplicación</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>
(1) Totalmente en desacuerdo	0
(2) En desacuerdo	6
(3) Ni acuerdo ni en desacuerdo	3
(4) De acuerdo	40
(5) Totalmente de acuerdo	21
	70

14.2. Reducir el tiempo de construcción

<b><u>Grado de aplicación</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>
(1) Totalmente en desacuerdo	2
(2) En desacuerdo	16
(3) Ni acuerdo ni en desacuerdo	21
(4) De acuerdo	22
(5) Totalmente de acuerdo	9
	70

#### 14.3. Reducir costo de construcción

<b><u>Grado de aplicación</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>
(1) Totalmente en desacuerdo	2
(2) En desacuerdo	11
(3) Ni acuerdo ni en desacuerdo	20
(4) De acuerdo	27
(5) Totalmente de acuerdo	10
	70

#### 14.4. Mejorar la calidad del proyecto

<b><u>Grado de aplicación</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>
(1) Totalmente en desacuerdo	1
(2) En desacuerdo	6
(3) Ni acuerdo ni en desacuerdo	16
(4) De acuerdo	37
(5) Totalmente de acuerdo	10
	70

#### 14.5. Mejorar la planificación de obra

<b><u>Grado de aplicación</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>
(1) Totalmente en desacuerdo	2
(2) En desacuerdo	0
(3) Ni acuerdo ni en desacuerdo	16
(4) De acuerdo	38

(5) Totalmente de acuerdo	14
	70

14.6. Mejorar la calidad de información

<b><u>Grado de aplicación</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>
(1) Totalmente en desacuerdo	1
(2) En desacuerdo	2
(3) Ni acuerdo ni en desacuerdo	3
(4) De acuerdo	40
(5) Totalmente de acuerdo	24
	70

Pregunta 15. Ubicación del proyecto (Distrito):

<b><u>Ubicación</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>
SURCO	41
MAGDALENA	28
MIRAFLORES	26
SAN BORJA	23
SAN ISIDRO	22
SAN MIGUEL	17
BARRANCO	17
CHORRILLOS	13
PUEBLO LIBRE	13
BREÑA	11
LOS OLIVOS	11
CERCADO LIMA	10
SURQUILLO	10
SAN JUAN MIRAFLORES	8
CALLAO	8

LINCE	8
SAN BARTOLO	8
ATE	7
JESUS MARIA	7
COMAS	6
SMP	4
BELLAVISTA	4
LA VICTORIA	3
EL AGUSTINO	3
VENTANILLA	2
SANTA ANITA	2
CARABAYLLO	2
VILLA EL SALVADOR	1
LA MOLINA	1
PACHACAMAC	1
INDEPENDENCIA	1
SAN JUAN DE LURIGANCHO	1
PUNTA NEGRA	1
PUNTA HERMOSA	1
ANCON	1
LURIN	1
<b>Total</b>	<b>323</b>

Pregunta 16. Actividad principal de la empresa

<b><u>Actividad principal</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>
Constructor	176
Promotor y constructor	147
	323

Pregunta 17. Cantidad de personal contratado por la empresa

<b><u>Tamaño de empresa</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>
1 a 10	144
11 a 50	130

51 a 250	38
Más de 250	11
	323

Pregunta 18. Tipo de proyecto

<u>Tamaño de empresa</u>	<u>Cantidad</u>
Edificio multifamiliar	242
Vivienda masiva	15
Oficina	11
Otro	55
	323

