

**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**TECNOLOGÍA BIM Y SU CONTRIBUCIÓN EN EL DISEÑO DE**  
**EDIFICACIONES INTELIGENTES CON INSTALACIONES**  
**DOMÓTICAS JULIACA 2016**

PRESENTADO POR

Bach. Alejandro Bladimir, CONDORI IQUISE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2016



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ACTA DE TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

*En Juliaca, siendo las 16:30 Hrs. del 19 de noviembre del 2016, bajo la presidencia del catedrático:*

**DR. VICTOR MANUEL LIMA CONDORI**

*Se inició la Sesión Pública de Sustentación y Evaluación correspondiente, para obtener el Título Profesional de INGENIERO CIVIL, bajo la modalidad de Sistema de Tesis (Resolución 3175-2003-R-UAP), en la que:*

**NUÑEZ COILA, MAX SOMAR**

*Sustento la Tesis titulada:*

**“EFICACIA DE LOS MÉTODOS DE METRADOS EN LAS PARTIDAS DE ESTRUCTURAS EN OBRAS DE EDIFICACIONES ZEPITA - 2016”**

*Ante el Jurado integrado por los señores catedráticos:*

<b>DR. VICTOR MANUEL LIMA CONDORI</b>	<i>(Presidente)</i>
<b>Mg. HUGO ANSELMO CCAMA CONDORI</b>	<i>(Miembro/Secretario)</i>
<b>Ing. GILMER SALAS MADERA</b>	<i>(Miembro)</i>

*Sustentado el mismo, el graduando obtuvo el siguiente resultado:*

**APROBADO POR UNANIMIDAD**

*En fe de lo cual se asentó la presente Acta que firman el Señor Presidente y los demás miembros del Jurado.*

  
.....  
**Mg. HUGO ANSELMO CCAMA CONDORI**  
*Miembro/Secretario*

  
.....  
**Ing. GILMER SALAS MADERA**  
*Miembro*

  
.....  
**DR. VICTOR MANUEL LIMA CONDORI**  
*Presidente*

## **DEDICATORIA**

*“A nuestro señor por cuidar mis pasos e iluminar mi sendero” por darme salud, fortaleza, voluntad y claridad en los pensamientos, es por su gracia que me encuentro en este momento tan importante de mi vida.*

*“A mis padres Claudio Elisban y Juana Ubaldina que son los pilares y ejemplo de mi vida”, quienes me dieron la vida y con mucho esfuerzo me vieron crecer, a quienes con este logro quiero enorgullecer.*

*“Al amor de mi vida Elijaen Dulce”, quien con mucho amor esta siempre apoyándome, con su compañía, sus consejos y sobretodo su comprensión.*

## **AGRADECIMIENTO**

Al alma mater “Universidad Alas Peruanas, a la facultad de Ingenierías y Arquitectura, en especial a la escuela académico profesional de Ingeniería Civil”, por haberme acogido en sus aulas y permitirme alcanzar un mayor desarrollo profesional.

A todos los amigos, con quienes he compartido las aulas y quienes siempre han estado ansiosos por adquirir mayores conocimientos, esperando sigamos avanzando en la dirección de la ciencia y tecnología, siempre a la vanguardia del conocimiento, lo que nos permitirá traer desarrollo para una sociedad justa y solidaria, cada vez con más humanidad.

## RESUMEN

Las tendencias mundiales están cambiando radicalmente la concepción en el sector de construcción y se habla hoy en día de los edificios inteligentes, nuevos conceptos como tecnología BIM y Domótica, son ahora el escenario que permite solucionar de manera integral la gestión de las edificaciones en todo su ciclo de vida, beneficiando a los proyectistas, constructores, inmobiliarias y sobre todo al propietario. En el Perú, se vienen desarrollando algunos trabajos de investigación referidos a la tecnología BIM, y otros muy pocos referidos a domótica, pero no hay un enlace entre estas dos tecnologías, sin embargo ambos son referidos a la edificación, es este punto común que posibilita unirlos y mirar la aplicación de la tecnología BIM como herramienta para proyectar el diseño de instalaciones domóticas sobre una vivienda, de tal manera que se logre el fin último de un edificio inteligente que es mejorar la calidad de vida del propietario, En el caso de Juliaca, a nivel local poco se ha avanzado en estos conceptos, a pesar de que Juliaca es una ciudad en constante crecimiento económico y comercial, que enfrenta un panorama de inseguridad ciudadana, y busca mejorar sus procesos eficientemente, por ello el poblador busca servicios que le permitan alcanzar, confort, seguridad y gestión energética para mejorar su calidad de vida, alcanzar ello es instalar domótica. El objetivo principal de este trabajo de investigación es analizar la contribución de la tecnología BIM en el diseño de edificaciones inteligentes con instalaciones domóticas en la ciudad de Juliaca, esto se logra primero mediante la preinstalación de dispositivos domóticos y al determinar el incremento en el número de puntos de instalaciones domóticas. Metodológicamente para alcanzar el objetivo se planteó unos criterios de preinstalación domótica y se determinó el incremento significativo de los puntos de instalaciones domóticas, mediante la estadística descriptiva e inferencial para dar la precisión que la ciencia requiere a la hora de contrastar la hipótesis del investigador. Los resultados se demuestran mediante ocho criterios de preinstalación domótica planteados sobre este trabajo y se encontró un incremento significativo de los puntos de instalaciones domóticas en 5,92 puntos por ambiente.

Palabras clave: Confort, edificios inteligentes, eficiencia energética, instalaciones domóticas, preinstalación, seguridad, Tecnología BIM.

## ABSTRACT

Global trends are radically changing the design in the construction sector and there is talk today of Intelligent Buildings, New Concepts As BIM and Automation Technology, they are now the scenario that allows Solving holistically management of buildings in Do aLL Life Cycle, benefiting designers, builders, real estate and especially the owner. In Peru, they are being developed some adj Research Papers Referrals to BIM Technology, and Other Very few Referrals one home automation, but there is no link between these two technologies, however both son Referrals to the building, ES This common point enables them together and watch the Application of Technology BIM as a tool for Project design automation facilities on a house, so that in order Ultimate intelligent building UN's Improving the Quality of Life Owner Accomplish, in the case Juliaca, a local level has been little progress on these concepts, although Juliaca is a city constantly Economic Growth and Trade, facing UN panorama of insecurity, and seeking to improve its processes efficiently ,: s why the villager looking for services that allow Reach, Comfort, Safety and Energy Management to Improve the Quality of Life, Reaching This is Install automation. The main objective of this work m: v research is to analyze the contribution of BIM technology in the design of intelligent buildings with home automation installations in the city of Juliaca, this is achieved by first pre-installation of home automation devices and determining S. THE increase in the Number of Points of home automation installations. Methodologically to achieve the objective m criteria automation preinstallation I was raised and the significant increase of the Points of home automation installations was determined by descriptive and inferential statistics to give precision science requires a time to test the hypothesis the researcher . The results are demonstrated by Eight criteria preinstallation home automation raised about this job and UN Significant increase of the Points of home automation installations in 5.92 Points for environment Encountered.

Keywords: Comfort, smart buildings, energy efficiency, Home automation systems, pre-installation, security, BIM Technology.

# INDICE

RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
INDICE.....	vii
INDICE DE CUADROS.....	x
INDICE DE GRÁFICOS.....	xi
INDICE DE FIGURAS.....	xi
LISTADO DE ANEXOS.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	13
1 PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.....	14
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	14
1.2 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.2.1 Delimitación espacial.....	17
1.2.2 Delimitación social.....	17
1.2.3 Delimitación temporal.....	18
1.2.4 Delimitación conceptual.....	18
1.3 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	18
1.3.1 Problema General.....	18
1.3.2 Problemas Específicos.....	19
1.4 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.4.1 Objetivo General.....	19
1.4.2 Objetivos Específicos.....	19
1.5 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.5.1 Hipótesis General.....	19
1.5.2 Hipótesis Específicas.....	19
1.6 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
1.6.1 Variable independiente.....	20
1.6.2 Variable dependiente:.....	20
1.6.3 Indicadores:.....	20
1.6.4 Operacionalización de Variables.....	20
1.7 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
1.7.1 Tipo y nivel de investigación.....	21

a)	Tipo de investigación .....	21
b)	Nivel de investigación .....	21
1.7.2	Diseño y método de investigación .....	21
a)	Método de investigación .....	21
b)	Diseño de investigación .....	22
1.7.3	Población y muestra de la investigación .....	22
a)	Población .....	22
b)	Muestra .....	22
1.7.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	23
a)	Técnicas .....	23
b)	Instrumentos .....	23
1.8	JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN .....	23
1.8.1	Justificación .....	23
1.8.2	Importancia .....	24
1.8.3	Limitaciones .....	25
2	MARCO TEÓRICO .....	27
2.1	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	27
2.1.1	Antecedentes internacionales .....	27
2.1.2	Antecedentes nacionales .....	32
2.2	BASES TEÓRICAS SOBRE LA TECNOLOGÍA BIM .....	37
2.2.1	Breve historia sobre el termino BIM .....	37
2.2.2	Definiciones sobre BIM .....	38
2.2.3	Pirámide conceptual y dimensiones de BIM .....	41
2.2.4	Beneficios de la tecnología BIM .....	43
2.2.5	Ventajas y limitaciones de BIM .....	45
2.2.6	Herramientas BIM .....	47
2.2.7	Estándares, interoperatividad, IFC y OpenBIM .....	52
2.2.8	Capacidad y madurez BIM .....	54
2.2.9	Flujo de trabajo tradicional con BIM .....	55
2.2.10	Niveles de detalle / desarrollo (LOD) en BIM .....	60
2.2.11	Diferencias (CAD vs BIM) .....	62
2.2.12	Usos de BIM .....	64
2.2.13	BIM en el mundo .....	66



2.2.14	Selección de la herramienta BIM .....	70
2.3	EDIFICIOS INTELIGENTES .....	72
2.3.1	Definición de edificio inteligente.....	72
2.3.2	Perspectiva arquitectónica.....	74
2.3.3	Perspectiva tecnológica.....	74
2.3.4	Aspectos técnicos constructivos .....	75
2.3.5	Beneficios de edificios inteligentes .....	77
2.3.6	Edificios domóticos e inmóticos .....	77
2.4	DOMÓTICA.....	78
2.4.1	Definición de domótica .....	78
2.4.2	Domótica en la calidad de vida del usuario .....	79
2.4.3	Normativa de domótica.....	81
2.4.4	Domótica en el mundo.....	82
2.4.5	Domótica en el Perú .....	83
2.4.6	Aporte de la domótica al mercado inmobiliario .....	84
2.4.7	Previsión de futuro domótico .....	85
2.5	MARCO CONCEPTUAL .....	86
3	PROPUESTA TECNICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	90
3.1	FUNDAMENTACIÓN DE LA PROPUESTA .....	90
3.2	DESARROLLO TECNICO DE LA INVESTIGACION.....	93
3.2.1	Proyecto domótico.....	93
3.2.2	Determinar las necesidades del usuario .....	94
3.2.3	Tipos de sistemas.....	94
3.2.4	Niveles de domotización .....	95
3.2.5	Requisitos generales de la instalación .....	96
3.2.6	Grados de automatización .....	96
3.2.7	Documentos de la instalación .....	97
a)	Manual de usuario .....	98
b)	Manual de instalador.....	98
3.2.8	Preinstalación de los sistemas domóticos.....	100
3.3	VIABILIDAD DEL ESTUDIO.....	105
3.3.1	Viabilidad técnica.....	105
3.3.2	Viabilidad económica.....	106

3.3.3	Viabilidad social.....	107
4	PRESENTACIÓN, ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	109
4.1	EXPERIMENTACIÓN Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	109
4.1.1	Modelo arquitectónico.....	110
4.1.2	Especificaciones técnicas y necesidades del usuario .....	112
4.1.3	Preinstalación de la vivienda propuesta.....	113
4.2	ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES.....	118
4.3	CONTRASTACION DE LA HIPOTESIS.....	122
4.3.1	Hipótesis del investigador .....	123
4.3.2	Paso 1. Hipótesis nula “Ho” y alterna “H1” .....	123
4.3.3	Paso 2. Determinar el nivel de significancia.....	123
4.3.4	Paso 3. Elección de la prueba estadística .....	124
4.3.5	Paso 4. Estimación del p-valor .....	125
4.3.6	Paso 5. Toma de decisión .....	127
4.4	DISCUSION DE RESULTADOS .....	128
5	CONCLUSIONES .....	129
6	RECOMENDACIONES.....	130
	BIBLIOGRAFÍA.....	131

## INDICE DE CUADROS

	Pág.	
Cuadro Nro 01	Tabla de niveles de domotización	95
Cuadro Nro 02	Grado de automatización básico	97
Cuadro Nro 03	Grado de automatización normal	97
Cuadro Nro 04	Déficit de viviendas en Juliaca	106
Cuadro Nro 05	Delitos cometidos en la ciudad de Juliaca	108
Cuadro Nro 06	Puntos de instalación/ ambiente	119
Cuadro Nro 07	Frecuencia de puntos /ambiente	119
Cuadro Nro 08	Comparativa, puntos sin y con domótica (aplicación BIM)	121
Cuadro Nro 09	Datos de entrada para el análisis t de Student	125
Cuadro Nro 10	Datos de salida del análisis t de Student	126

## INDICE DE GRÁFICOS

	Pág.	
Gráfico Nro 01	Diseño de la investigación	22
Gráfico Nro 02	Definición de la tecnología BIM	38
Gráfico Nro 03	Ventajas de BIM	45
Gráfico Nro 04	Limitaciones de BIM	46
Gráfico Nro 05	El mejor software BIM	49
Gráfico Nro 06	Revit Architecture, Structure, MEP	50
Gráfico Nro 07	Las Tres Etapas de Capacidad BIM	54
Gráfico Nro 08	Cinco Niveles de Madurez (representados en la Etapa BIM 1)	55
Gráfico Nro 09	Proceso de Interacción BIM y Niveles de desarrollo	61
Gráfico Nro 10	Impacto del flujo de trabajo con BIM	63
Gráfico Nro 11	Cuatro grandes áreas de BIM	65
Gráfico Nro 12	Fases y criterios a tener en cuenta en un proyecto domótico	93
Gráfico Nro 13	Clasificación sistema domotico	95
Gráfico Nro 14	Requisitos generales de instalación	96
Gráfico Nro 15	Frecuencia de puntos / ambiente	120
Gráfico Nro 16	Comparación de puntos instalados	121
Gráfico Nro 17	Comparativa instalaciones	122
Gráfico Nro 18	Elección de la prueba estadística	124
Gráfico Nro 19	Distribución t de Student	124

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.	
Figura Nro 01	Localización del trabajo de investigación	17
Figura Nro 02	Información que se puede extraer de un modelo BIM	39
Figura Nro 03	El trabajo en BIM es colaborativo entre todos los agentes	40
Figura Nro 04	Pirámide conceptual del BIM.	42
Figura Nro 05	Ciclo de vida del edificio, fases asistidas por el BIM.	44
Figura Nro 06	Softwares calificados BIM	48
Figura Nro 07	El esquema BIM, interacción e involucrados en la edificación.	56
Figura Nro 08	Áreas de gestión de la domótica	80

Figura Nro 09	Vestíbulo	101
Figura Nro 10	Pasillo	102
Figura Nro 11	Cocina	102
Figura Nro 12	Baño – aseo	103
Figura Nro 13	Salón Comedor	103
Figura Nro 14	Dormitorio	104
Figura Nro 15	Terraza	104
Figura Nro 16	Garaje	105
Figura Nro 17	Perspectiva interior de las estancias de la vivienda	110
Figura Nro 18	Plano en planta de la vivienda	111
Figura Nro 19	Detalles del interior de la parte delantera de la vivienda	111
Figura Nro 20	Detalles del interior de la parte posterior de la vivienda	112
Figura Nro 21	Preinstalación del vestíbulo	113
Figura Nro 22	Preinstalación del pasillo.	114
Figura Nro 23	Preinstalación del salón.	115
Figura Nro 24	Preinstalación de la cocina.	115
Figura Nro 25	Preinstalación de dormitorios.	116
Figura Nro 26	Preinstalación de terraza.	117
Figura Nro 27	Preinstalación del garaje.	117
Figura Nro 28	Preinstalación del baño.	118

## **LISTADO DE ANEXOS**

ANEXO: 01 Ficha de observación

ANEXO: 02 Matriz de consistencia

ANEXO: 03 Presupuestos de proyecto domótico

ANEXO: 04 Cotización del programa Autodesk Revit 2017

## INTRODUCCIÓN

En el mundo la aparición de la tecnología BIM en el sector de la construcción de edificios, está cambiando radicalmente el modo de entender la gestión de las edificaciones en todo su ciclo de vida. Ya que BIM hace posible contar con un modelo 3D del edificio como una gran base de datos, tal cual se construirá el edificio, estos datos se pueden extraer del modelo paramétrico en el momento que sean necesarios ya sea como datos numéricos o gráficos.

En el Perú, la revolución tecnológica, gracias al avance de las TICs, se vienen desarrollando bastantes trabajos de investigación referidos a la tecnología BIM, y se viene trabajando el concepto de edificios inteligentes, que nada tiene que ver con su arquitectura revolucionaria, ni por el acabado de los materiales, sino porque integran elementos digitales y automatismos a su diseño arquitectónico y de construcción. Un edificio de este tipo persigue tres grandes objetivos: confort, ahorro de recursos y seguridad para los propietarios, estos servicios son los pilares de lo que se denomina domótica, que de hecho al integrarse desde el diseño de la edificación, su empleo mejoraría la calidad de vida del propietario.

En el caso de Juliaca, a nivel local poco se ha avanzado en estos conceptos, a pesar de que Juliaca es una ciudad en constante crecimiento económico y comercial, que enfrenta un panorama de inseguridad ciudadana, todo ello repercute en una baja calidad de vida, el poblador Juliaqueño viene implementando en sus viviendas ya construidas, soluciones improvisadas de sistemas de videovigilancia, centrales de alarmas, contratando empresas de seguridad y vigilancia para alcanzar la seguridad de su vivienda, también va integrando artefactos que permiten reducir el consumo eléctrico, y pagar menos, ello ayuda al propietario tener una mejor calidad de vida, todo esto apunta al concepto de domótica, la domótica es la automatización de los servicios de la edificación, confort, seguridad y gestión energética, sumados al diseño arquitectónico y constructivo de la edificación, mediante un modelo BIM de la construcción, definen plenamente a un edificio inteligente.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO**

### **1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

En una ciudad en constante crecimiento económico y comercial como es el caso de Juliaca, que enfrenta un panorama de inseguridad ciudadana, y la baja calidad de vida del poblador. Por un lado el sector inmobiliario viene ejecutando iniciativas de construcciones de viviendas y residenciales que mantienen un esquema constructivo tradicional, poco innovador, sin considerar los beneficios que obtendrían al ofrecer viviendas modernas acorde al avance tecnológico, que bien puede representar un valor agregado y ser atractivo a la hora de negociar vender las viviendas a sus clientes.

Por otro lado el poblador Juliaqueño viene implementando sobre la infraestructura de sus viviendas ya construidas, soluciones improvisadas de sistemas de videovigilancia, centrales de alarmas, e incluso contratando a empresas de seguridad y vigilancia para resguardar la seguridad de su patrimonio de vivienda y/o comercio, también integra luminarias LED para buscar una mejor iluminación y que permiten reducir el consumo eléctrico, para de alguna forma reducir la facturación de su recibo de consumo eléctrico. Los pobladores han alcanzado un nivel económico que les permite buscar soluciones de confort, es decir servicios que les facilite la vida, y les de comodidad y que al llegar a casa, les hagan sentir en un ambiente acogedor y permita recobrar energías luego de un arduo día de

trabajo, es una tendencia que cada día va aumentando, ya que de forma general el usuario busca mejorar su calidad de vida, sin embargo la infraestructura construida en la ciudad se limita a ofrecer ambientes inertes de fierro y cemento, que no satisfacen plenamente las necesidades actuales del poblador.

Lo descrito ya no es una novedad tecnológica en países europeos como americanos, ya que a nivel internacional se ha trabajado bastante en viviendas que integran la domótica es decir la automatización de los ambientes de la vivienda, para ofrecer servicios al usuario, como son seguridad, ahorro energético, confort y comunicaciones, acorde al avance tecnológico, informático y electrónico, mas aun se viene trabajando en el concepto de edificios inteligentes que formaran parte de ciudades inteligentes.

La concepción de una edificación inteligente consiste en proyectar el sistema domótico desde el diseño de la edificación, para ello el inmobiliario, constructor y proyectista debe contar con herramientas que le permitan gestionar la información, tanto del diseño arquitectónico, estructuras, instalaciones, principalmente domótico, hoy en día se cuenta con una tecnología de punta como lo es la tecnología BIM, que sin duda es una nueva filosofía en la construcción que promete ser útil desde la concepción del edificio hasta su operación, justamente en esta etapa donde se debe prestar especial atención a las instalaciones domóticas que ofrecen mejorar la calidad de vida del usuario, ofreciendo puntos importantes como son seguridad, eficiencia energética y confort, comunicaciones, garantizando la gestión de los automatismos domóticos desde dentro y fuera de la vivienda.

Las tecnologías acorde al producto de edificación inteligente que soporte todos los requerimientos tecnológicos propuestos, visto desde el punto de vista de la construcción, hoy en día una filosofía con flujos de trabajo modernos y herramientas TIC que viene revolucionando la industria

de la construcción es el BIM por sus siglas en inglés o modelado de información de la construcción.

Es necesario satisfacer las principales necesidades de costos, plazos y finalmente calidad para el cliente y el usuario final, ya que debido a los malos diseños, se tienen frecuentemente ampliaciones de plazos, y adicionales de costos, resultando proyectos de mala calidad, con información poco útil para la etapa de operación y mantenimiento de la edificación construida, considerando sobre todo el tema de instalaciones en la edificación. Es decir los diseños no resultan ser útiles en la etapa de gestión durante la operación del proyecto, ya que durante la construcción suelen producirse muchas variaciones que no se actualizan en los planos de diseño y especificaciones técnicas originales.

La elaboración del presente trabajo proporcionara un procedimiento de preinstalación domótica basado en la tecnología BIM, que constituirá una mejora a la hora de querer implementar un sistema domóticos en la vivienda, ya que la preinstalación permite diseñar las canalizaciones y ubicar los puntos para la futura instalación domótica, evitándose así costos innecesarios, partiendo de la tecnología BIM como herramienta útil para el diseño de instalaciones domóticas para viviendas, que contribuye a enlazar la idea de una edificación inteligente que implica desde el diseño de forma planificada de todos los sistemas y subsistemas que compondrán el edificio incluyendo sus automatismos, finalmente ello representa para el usuario confort, seguridad y eficiencia energética en la vivienda, durante la operación de la vivienda, siendo la domótica un primer peldaño en el camino de las edificaciones inteligentes que conlleva en un futuro no muy lejano hacia las ciudades inteligentes que no tienen otro fin que mejorar la calidad de vida del ser humano.



## 1.2 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.2.1 Delimitación espacial

El presente estudio desarrollado se encuentra delimitado según las siguientes consideraciones de localización:

- Departamento : Puno
- Provincia : San Román
- Distrito : Juliaca
- Centro : Urbano
- Altitud : 3,824 m.s.n.m.
- Coordenadas UTM : -15.488974, -70.159582

La ciudad de Juliaca es la capital de la provincia de San Román y está situada a 3,824 msnm en la meseta del Collao, al noroeste del lago Titicaca. Siendo sus coordenadas geográficas: Latitud Sur 15°29'27" y Longitud Oeste 70°08'00" del meridiano de Greenwich, en la figura puede apreciarse la localización de la ciudad del Proyecto de Investigación.



**Figura N° 01. Localización del trabajo de investigación**

Fuente. INEI -2007

### 1.2.2 Delimitación social

La investigación se desarrolla sobre un diseño de vivienda unifamiliar, se ha experimentado directamente con la aplicación de la tecnología BIM, particularmente para este caso se emplea Autodesk Revit 2017, para el diseño de las instalaciones domóticas propuestas para una edificación

de vivienda/comercio, esto no limita el trabajo de investigación ya que el mismo puede ser replicado sobre otras edificaciones tomando en cuenta las consideraciones de preinstalación domótica descrita como aporte de la presente investigación.

Esta investigación beneficiara a la ciudad de Juliaca, a las edificaciones del área urbana.

### **1.2.3 Delimitación temporal**

El estudio de investigación se desarrolló durante 06 meses contados a partir del mes de mayo hasta el mes de octubre del presente año 2016, tiempo en el cual se desarrollaron las diferentes etapas de la investigación.

### **1.2.4 Delimitación conceptual**

#### **a. Tecnologías BIM**

BIM es el acrónimo de “Building Information Modeling”, que se podría traducir como (Modelado de Información del edificio) (Picó, 2008).

El Instituto Americano de Arquitectos ha definido BIM como una tecnología basada en el modelo ligado a una base de datos de información del proyecto (Golzarpoor, 2010).

#### **b. Edificaciones Inteligentes con instalaciones domóticas**

Las instalaciones domóticas están relacionados a los servicios que se desean automatizar para ofrecer a las personas: confort y calidad de vida, seguridad, ahorro y uso eficiente de la energía e integración de las comunicaciones. (Segura, 2009).

## **1.3 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1 Problema General**

¿La tecnología BIM, contribuye en el diseño de edificaciones inteligentes con instalaciones domóticas - Juliaca - 2016?

### **1.3.2 Problemas Específicos**

- ¿Permite la tecnología BIM la preinstalación de dispositivos domóticos en el diseño de edificaciones inteligentes?
- ¿Incrementa la tecnología BIM el número de puntos de instalaciones domóticas en el diseño de edificaciones inteligentes?

## **1.4 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1 Objetivo General**

Analizar la contribución de la tecnología BIM en el diseño de edificaciones inteligentes con instalaciones domóticas - Juliaca - 2016

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Preinstalar los dispositivos domóticos en el diseño de edificaciones inteligentes aplicando la Tecnología BIM.
- Analizar el incremento en el número de puntos de instalaciones domóticas en el diseño de edificaciones inteligentes aplicando tecnología BIM.

## **1.5 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1 Hipótesis General**

La aplicación de la tecnología BIM contribuirá en el diseño de edificaciones inteligentes con instalaciones domóticas - Juliaca – 2016.

### **1.5.2 Hipótesis Específicas**

- La tecnología BIM, permite la preinstalación de dispositivos domóticos en el diseño de edificaciones inteligentes.
- La tecnología BIM, incrementa el número de puntos de instalaciones domóticas en el diseño de edificaciones inteligentes.
-

## 1.6 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.6.1 Variable independiente

- Tecnología BIM

### 1.6.2 Variable dependiente:

- Diseño de Edificaciones inteligentes con instalaciones domóticas

### 1.6.3 Indicadores:

- Número de criterios
- Número de Puntos instalados:
- Cajas de registro
- Tablero general
- Controles
- Sensores
- Actuadores

### 1.6.4 Operacionalización de Variables.

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>VARIABLE DE ESTUDIO (X)</b> Tecnología BIM	Herramienta BIM Modelo BIM	
<b>VARIABLE DEPENDIENTE (Y)</b> Diseño de Edificaciones inteligentes con instalaciones domóticas	-Criterios de preinstalación -Instalaciones domóticas	- Numero de criterios -Número de Puntos instalados: - Cajas de registro - Tablero general - Controles - Sensores - Actuadores

## **1.7 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.7.1 Tipo y nivel de investigación**

#### a) Tipo de investigación

El estudio de investigación según el proceso investigativo corresponde a una investigación cuantitativa, por el mismo hecho de que se realizara un análisis de los resultados utilizando herramientas estadísticas.

Según el propósito se puede clasificar como una investigación aplicada ya que busca mejorar el diseño de las edificaciones inteligentes con instalaciones domóticas aplicando la tecnología BIM, sin embargo no se pierde el propósito tecnológico debido a que la investigación puede ser replicada sobre objetos con similares características.

#### b) Nivel de investigación

El presente trabajo de investigación, al tratarse de una tesis de ingeniería, se encuentra en el nivel aplicativo, ya que lo que se busca intervenir en la resolución de situaciones reales donde se presenten problemas similares, debido a que se busca poner a prueba la tecnología BIM para validar su contribución en el diseño de edificaciones inteligentes con instalaciones domóticas en la ciudad de Juliaca.

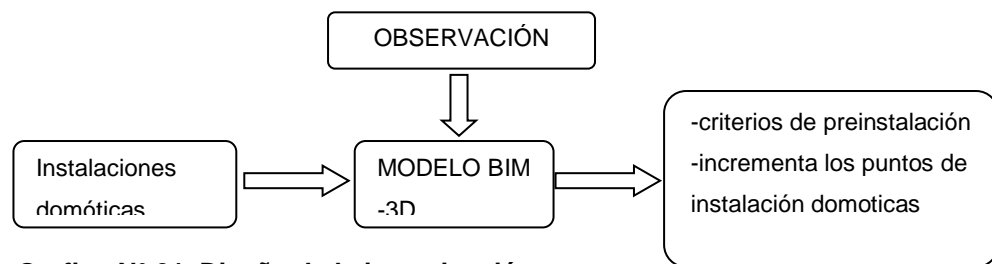
### **1.7.2 Diseño y método de investigación**

#### a) Método de investigación

Para el estudio se enmarca dentro de los métodos de investigación científica, especialmente el método deductivo, que consiste en partir del conocimiento genérico y explicar cada uno de los aspectos detallada y específicamente, y los resultados serán cuantificables, aplicando la estadística para lograr la precisión que requiere la ciencia al validar el conocimiento.

## b) Diseño de investigación

La presente es una investigación que asume el diseño no experimental, y longitudinal, ya que se toman dos mediciones sobre la misma muestra en instantes diferentes de tiempo, en un primer momento se toma mediciones sobre la muestra cuando aún no se desarrolla las instalaciones domóticas y no se aplica la tecnología BIM, y en un segundo momento cuando ya se desarrolla las instalaciones domóticas aplicando la tecnología BIM, de esta manera al final se determinara la contribución de la tecnología BIM sobre el diseño de edificios inteligentes con instalaciones domóticas.



**Grafico N° 01. Diseño de la investigación**

*Fuente: Elaboración Propia.*

### 1.7.3 Población y muestra de la investigación

#### a) Población

La población de estudio es infinita ya que está conformado por la totalidad de proyectos de construcción de edificaciones de la ciudad de Juliaca que cumplan con las especificaciones técnicas y diseños formales y con dirección técnica, ya que estos pueden abordar los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación.

#### b) Muestra

La muestra de estudio está conformada por un diseño de edificación de una vivienda ubicado en la ciudad de Juliaca, que cumple con el diseño arquitectónico modelado con la tecnología BIM. Para determinar la muestra del estudio, se utilizará el

muestreo no probabilístico, según el juicio del investigador por las características del estudio.

#### **1.7.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

a) Técnicas

Modelado: Para la elaboración del Modelo 3D de la edificación, se utiliza como herramienta BIM la plataforma Autodesk Revit 2017, sobre el modelo arquitectónico se desarrollara las instalaciones domóticas, bajo criterios de preinstalación domótica por cada ambiente.

Observación estructurada: Para la compatibilización de planos de la edificación de una vivienda con instalaciones domóticas, se realiza a partir del análisis documental, mediante la visualización en el modelado BIM-3D y con la ayuda de fichas de observación se podrá determinar los puntos de instalaciones domóticas.

b) Instrumentos

Ficha de observación: Permite tomar nota de la incompatibilidad detectada, y permitirá determinar el número de interferencias.

### **1.8 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.8.1 Justificación**

Visto del punto de vista del usuario final es muy importante lograr los beneficios que ofrece un sistema domóticos como son: confort, seguridad y ahorro energético, esto se logra cuando la edificación cuenta con automatismos que posibiliten ofrecer dichos servicios, como es el caso en países desarrollados europeos y americanos. Sin embargo para hablar de una edificación inteligente no es suficiente ya que se requiere de nuevas metodologías y herramientas que hagan posible modelar las instalaciones domóticas de la edificación considerándolas desde el diseño, es decir tomando en cuenta el diseño arquitectónico, estructural, instalaciones eléctricas, sanitarias y mecánicas. BIM es una tecnología que permite un trabajo coordinado entre todos los

especialistas optimizando el ciclo de vida de un proyecto de edificación desde etapas muy tempranas, desde la concepción del proyecto, vale decir diseño, pasando por la construcción y su posterior administración, operación y mantenimiento.

El uso del BIM en el sector de edificación y su relación con los edificios inteligentes, abre un nuevo campo de gestión del proyecto y el edificio encaminado a la optimización de la gestión de todo el proceso. Un ejemplo claro es una vivienda con instalaciones domóticas que cuenta con gestión de la información de todos sus elementos, tanto constructivos como de sistemas que la componen.

A nivel nacional y sobretodo internacional existen muchas experiencias exitosas sobre empresas constructoras que están implementando la tecnología BIM para la mejora y optimización de sus recursos y resultados de gestión de proyectos de construcción; y cada vez son más las instituciones, organizaciones y gobiernos que exigen que sus proyectos se elaboren y liciten con el uso de esta tecnología. En el Perú BIM es la herramienta con la que se van a trabajar los proyectos de ejecución en un futuro inmediato, en los próximos años. Hoy en día BIM se está difundiendo de forma rápida en nuestro país, y una de las aplicaciones a considerarse es en edificaciones que tengan instalaciones complejas.

### **1.8.2 Importancia**

La domótica o automatización de viviendas se potencia con el BIM, ya que la metodología de gestión permite identificar con claridad los puntos físicos en que estarán ubicados los dispositivos domóticos, proyectando su funcionamiento.

Muchos profesionales miran el sector de la construcción y se dan cuenta de que las herramientas de trabajo han cambiado de manera sustantiva. El BIM, ya no es anecdótico, porque los edificios inteligentes



exige gestionar un proyecto inmobiliario de manera eficiente en todas sus etapas.

En un modelo BIM podremos implementar los datos necesarios para poder gestionar todos estos elementos de un modo que aporte eficiencia a todas las etapas relacionadas: proyecto, estudio de costes, construcción, explotación y uso, hasta incluso la demolición de la edificación de la vivienda.

El modelo BIM propuesto para la vivienda deberá ser por lo tanto un modelo preparado para soportar diferentes cambios a lo largo de todo el ciclo de vida de la edificación, y creado bajo sistemas normalizados y estandarizados para que los diferentes agentes que intervendrán puedan obtener de él los datos que contiene y aportar los datos que necesiten.

### **1.8.3 Limitaciones**

Las limitaciones durante el desarrollo de la investigación fueron respecto a las limitadas fuentes de información sobre tecnología BIM, y sobre domótica, ya que ambos términos han estado divorciados, sin embargo gracias a la normatividad y bibliografía internacional se ha podido llevar a cabo la investigación.

Volvamos a la realidad, aunque el concepto de edificación inteligente va más allá del uso del BIM como herramienta para la gestión de información del edificio en todas sus etapas, en el presente trabajo de investigación nos limitamos a considerar una vivienda con instalaciones domóticas como una edificación que proporcionen confort, ahorro energético y seguridad al propietario, para lograr estos servicios, es necesario que las instalaciones sean automatizadas y de seguro se requerirá mayor precisión y criterio para definir la ubicación de los dispositivos domóticos.

La investigación alcanza a identificar los puntos instalados en el diseño de una vivienda con instalaciones domóticas y su contribución, mediante el modelamiento BIM utilizando software Revit 2017, sin considerar el modelamiento de acero, programación de ejecución de obra, cálculo de metrados, costos, verificación de cargas, análisis estructural, entre otros, dejando de lado estas consideraciones para una investigación más profunda y fáctica.

# **CAPITULO II**

## **MARCO TEÓRICO**

### **2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.1.1 Antecedentes internacionales**

Gutiérrez (2015) en su trabajo de fin de master denominado “Metodología de gestión de riesgos con Herramientas BIM integradas a los principios LEAN para la administración de proyectos en la construcción y vida útil de la edificación” concluye que al utilizar un sistema de análisis y control cualitativo de riesgos integrado a iteraciones cortas en una plataforma tecnológica como BIM que trabajará con equipos multidisciplinarios y auto gestionados, no solo se tendrá un mayor control sobre los proyectos, sino también sobre las entregas con aumento en la calidad de la información por medio de equipos altamente productivos con un alto nivel de eficiencia.

Gonzales (2014) en su tesis de pregrado titulado “Beneficios de la coordinación de proyectos BIM en edificios habitacionales” concluye: Primero, queda claro que la coordinación de proyectos es una parte fundamental en el éxito de un proyecto de construcción, pues mientras esta sea realizada de mejor manera son mayores los beneficios y menores los costos. Con el transcurso de los años los proyectos son cada vez más complejos, involucrando mayor cantidad de recursos y actores. Es por esto que se debe buscar herramientas que mejoren la gestión en los procesos de diseño, construcción, control, operación y

mantenimientos de un proyecto. Una de las herramientas que ofrece estas características es BIM. Segundo, con una coordinación BIM es posible detectar interferencias en etapas previas a la construcción, evitando costos de Obras Extraordinarias. Además de esto, con el uso BIM, gracias a su modelo único que contiene información de todas las especialidades involucradas en el proyecto, es posible mejorar la toma de decisiones, reduciendo potenciales pérdidas y tiempo de construcción.

Valdés (2014) en su tesis de pregrado titulado “Estudio de viabilidad del uso de la tecnología BIM en un proyecto habitacional en altura” concluye: Primero, el uso de la herramienta BIM en los procesos de gestión de un proyecto inmobiliario habitacional en altura favorece hasta un 13% el incremento de la rentabilidad del proyecto, al compararlo con uno que no ha utilizado la herramienta BIM en su proceso de gestión, presentándose este escenario cuando la implementación se encuentra en proceso de régimen, y considerando una reducción del 40% de los imprevistos asociados a descoordinaciones de diseño.

Hinojosa, N. & Pinilla, j. (2014) en su trabajo de posgrado de maestría titulado “Razón de costo-efectividad de la implementación de la metodología BIM y la metodología tradicional en la planeación y control de un proyecto de construcción de vivienda en Colombia” concluye: Primero, la relación de costo efectividad es satisfactoria en el caso de la utilización de la metodología BIM ya que como resultado se obtuvo el valor de 0.6 siendo este menor a 1.0. Esto se debe principalmente a que la efectividad de la metodología es mayor a la influencia en términos de costo, es decir, los costos calculados a partir de los procesos de modelación paramétrica se acercan a lo planeado y existe una utilidad que es mayor a los sobrecostos, de esta manera, la relación costo efectividad tendrá tendencia a cero, no obstante, el hecho de que la efectividad del proyecto sea mayor en términos de costo a la influencia en las mismas unidades, no quiere decir necesariamente que

el proyecto sea viable, ya que esta es una decisión que la toma los interesados en éste. Segundo, en el caso de la utilización de la metodología tradicional se puede evidenciar que la relación costo-efectividad supera el valor de 1.0 con un factor de 4.5 lo que quiere decir que lo ejecutado en los 6 cortes de obra no se ajustó a lo planeado de tal manera que esa diferencia se asocia a re-procesos administrativos y operativos, mayores cantidades, pérdida de tiempo en mano de obra etc.

Norte (2014) en su trabajo de fin de grado titulado “Modelado de información para la edificación en BIM y su aplicación frente a las exigencias de la demanda energética con LIDER y ECOTEC” concluye: Primero, con la introducción reciente en nuestro país de una nueva forma de proyectar las edificaciones, denominada BIM, que con el paso del tiempo se consolida con más fuerza, comienzan a crearse nuevas tecnologías basadas en estas técnicas BIM, como es el caso del Exportador REVIT to LIDER, que nos proporciona un método complementario (no alternativo) al establecido por el CTE, ya que los cálculos finales se realizan en LIDER por medio de un archivo CTE. Segundo, Al mismo tiempo exportar el archivo a ECOTECT, presenta ventajas comparativas importantes respecto de LIDER, ya que no solo puede calcular la eficiencia energética del edificio sino, otros cálculos que entran fuera del alcance de este estudio, pero que no son menos validos a la hora de valorar positivamente el programa. La otra cuestión es que dicho software cumple con las exigencias de la normativa americana.

Farfan, E. & Quizhpe, D. (2016) en su tesis de pregrado titulado “Diseño de un sistema domótico para facilitar la interacción de personas con discapacidad a través de interfaces remotas y mandos por voz” concluye: Primero, Las personas discapacitadas requieren de apoyo y ayuda para realizar sus actividades diarias, con el avance de la tecnología es posible satisfacer estas necesidades al brindar un servicio de atención y prevención. La domótica ha sido creada para ofrecer la

automatización de una vivienda además de una vida independiente para las personas mayores y personas con discapacidad.

Bautista, J. & Zavala, J., (2013) en su tesis de pregrado titulado “Monitoreo y control de edificios inteligentes aplicado en el edificio de la escuela de ingeniería de mantenimiento mediante el uso del software LABVIEW” concluye: Primero, se ha podido diseñar e implementar el software de monitoreo y control de edificios inteligentes aplicado al edificio de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, este proporciona un nivel óptimo de seguridad, pues tiene la ventaja de permitir la supervisión, control, y monitoreo en tiempo real del edificio. Se pudo establecer las normas necesarias que vinculan a edificios, para proveer de un sustento normativo vinculado a seguridad, accesibilidad, confort, iluminación, monitoreo y control de edificios. Segundo, se realizó un análisis y determinación de las tecnologías disponibles para la implementación en edificios inteligentes, donde se pudo deducir que un edificio inteligente es aquel que da las mejores prestaciones en cuanto a seguridad y confort dentro de un ambiente y para generar estos beneficios es necesaria la tecnología más vanguardista que al momento de la implantación exista, como es lógico la inversión se deberá hacerse según el tipo de necesidad que al momento tenga el edificio.

Pacheco (2012) en su tesis de pregrado titulado “Evaluación del diseño del sistema domótico de la vivienda domo2 y diseño de las bases para nuevas viviendas automatizadas” concluye: Primero, El estudio de investigación y su documentación han permitido a la empresa INGEIN redefinir sus objetivos con respecto a los sistemas domóticos, estructurando y revisando los sistemas ya instalados. Además permiten identificar las deficiencias tecnológicas y de oferta del mercado chileno, lo que impulsa a generar investigación y desarrollo en torno a estos conceptos, con la finalidad de obtener un producto de gran valor para los usuarios. Segundo, la falta de conocimiento técnico en la empresa y en la falta de información del mercado domótico llevan a la empresa a cometer una serie de errores que incluye contratar 2 empresas que

ejecuten el proyecto domótico sin obtener los resultados esperados, y sin capacidad de evaluar los trabajos realizados.

Gavilanes (2010) en su tesis de pregrado titulado “Diseño de un edificio inteligente para el hotel “LUCITA” en la ciudad de Lago Agrio” concluye: Primero, es factible la implementación de un edificio inteligente con tecnología de punta en la ciudad de Lago Agrio para brindar el servicio de hotelería, pues se plantea como una idea atractiva a los turistas. Segundo, El hotel ganará mucho prestigio al contar con puertas y luces automáticas en varias zonas del mismo, ya que el cliente se sentirá más seguro al saber que su integridad física y sus bienes materiales están resguardados por un sistema de cámaras de video vigilancia. Tercero, con el sistema encendido de las luces, a la par se optimiza energía, se le provee confort al usuario y contribuye al sistema de seguridad puesto que al encenderse las luces con la detección de movimiento también se tiene una mayor visibilidad a través de las cámaras IP del circuito cerrado de televisión.

Castillo (2008) en su tesis de pregrado titulado “Aplicación de la domótica e inmótica como un nuevo reto para la cálida hospitalidad venezolana” concluye: Primero, parecía lejano el periodo de tiempo donde las tecnologías servirían de seguridad y confort para el hombre. Era común que, de niños se soñara con un lugar donde todo estuviera controlado por la voz, donde las máquinas y aparatos obedecieran órdenes, pero al hacerlo, también se pensaba que era algo muy distante y que serían las generaciones futuras quienes lograrían ver tales maravillas. Pero poco a poco, a través de años de evolución, el hombre ha conseguido la forma de obtener, tanto en casa como fuera de ella, la posibilidad de controlar los sistemas que le rodean a través del empleo de computadoras, lo que le ayuda a mejorar su comodidad y seguridad. Segundo, Las tecnologías domóticas e inmóticas nacieron con este propósito, es decir, el servir como herramientas en la búsqueda del hombre por lograr ambientes confortables y seguros, agregándole las ventajas de integración, mejora de comunicación y por supuesto, ahorro

de energía. Estas son tecnologías, que, aunque tal vez en la actualidad no tenga gran auge, muy pronto dejarán de ser un privilegio de ricos para estar al alcance de muchos, no sólo en hogares, sino en edificios, urbanizaciones y hasta en grandes ciudades.

### **2.1.2 Antecedentes nacionales**

En la tesis de pregrado de (Alcantara, R., 2013), concluye que: Primero, las solicitudes de Información (RFI) son documentos de calidad de carácter legal que deben ser elaborados y controlados de forma transparente, ya que sirven como sustento ante cualquier asunto relacionado a los documentos de diseño e ingeniería no contemplados en la propuesta contractual. Segundo, el realizar un modelado BIM-3D de la edificación permite equivocarnos virtualmente en el modelo 3D y no en campo, ahorrando costos por procesos mal diseñados. El modelo no sólo se utiliza para identificar conflictos entre disciplinas, sino que se convierte en una herramienta de análisis para revisar los criterios de diseño y la adecuada funcionalidad del conjunto entre las distintas instalaciones dependientes.

En su tesis de pregrado (Poclin, 2014) concluye: Primero, la compatibilización de planos de arquitectura e ingeniería del Hospital II-2 de Jaén, mediante modelos BIM-3D permite identificar conflictos entre elementos estructurales y no estructurales tales como, muros con placas, ductos de HVAC con tuberías de agua, entre otros. Segundo, los planos del Hospital II-2 de Jaén presentan incompatibilidades producidas por un deficiente diseño, tales como: puertas y ventanas con diferentes dimensiones entre planos de arquitectura; ejes con diferentes nombres, placas, abertura de losas que no coinciden entre planos de arquitectura y estructuras. Incompatibilidades que pueden conllevar a cometer errores durante el proceso constructivo de la edificación.

En su tesis de Maestría (Ulloa,K.& Salinas, J., 2013) concluyen: Primero, el uso de BIM en las organizaciones, es una novedosa propuesta de gestión del diseño y construcción, que nos permitirá tomar



decisiones en etapas tempranas, eliminar desperdicios y obtener mejoras en la productividad como las que se han obtenido en otros países. Segundo, para obtener mejores resultados en el modelo se debe de involucrar desde etapas tempranas a los propietarios, proyectistas, proveedores estratégicos, contratistas y constructor, ya que los primeros resultados de la implementación de BIM se dan con la mejora de las comunicaciones entre todos los involucrados. Tercero, una primera etapa de la implementación de BIM comprende el paso de los planos en 2D al modelado, que es un proceso gradual que viene a ser la etapa PRE- BIM, donde la información es obtenida de los proyectistas en planos en 2D que deben ser procesados “necesariamente” por la organización (ya que nuestro mercado no está preparado para ello), y de donde se obtiene información desarticulada que va a servir para objetivos puntuales (definidos por la organización), como es la visualización, identificación de incompatibilidades e interferencias, obtención de metrados, etc. Cuarto, de la experiencia obtenida se puede establecer que se requiere de 0.058 hh / m<sup>2</sup> de área techada para el modelado de las especialidades de estructuras y arquitectura, y también se ha determinado que se requieren de 0.046 hh / m<sup>2</sup> de área techada para el modelado de las especialidades de instalaciones MEP.

En su tesis de maestría (Espinoza, J. & Pacheco, R., 2014), concluyen: Primero, de nuestro trabajo de investigación, en la etapa de revisión inicial de la constructabilidad del proyecto en estudio, tiene como resultado la poca aplicación de los principios de la constructabilidad por debajo del 20% en promedio general, es decir, que el proyecto no se ha planificado en la etapa de pre construcción. Segundo, Como resultado general del desarrollo de nuestra propuesta, aplicando herramientas BIM logramos aumentar el porcentaje de constructabilidad en un 84%, es decir, que se ha revisado de manera virtual el proyecto en todos sus especialidades, se ha corregido las incompatibilidades, se ha analizado los puntos críticos del proyecto. Tercero, Se ha realizado un comparativo económico, confrontando el

proyecto ejecutado de manera tradicional versus el proyecto ejecutado utilizando herramientas BIM y constructabilidad, obteniendo un diferencia de \$ 29,255.72 a favor del proyecto ejecutado mediante aplicación de BIM, es decir que el proyecto se puede reducir en dicho monto.

En su tesis de Maestría (Artica, P. & Lopez, M., 2013), concluyen: Primero, de acuerdo a lo observado en obra, a los resultados obtenidos en la aplicación de esta metodología y la comparación con experiencias pasadas donde la comunicación de la programación se realizó de forma tradicional por demos afirmar que la aplicación de modelos 4D facilita la comunicación de la programación y por lo tanto la secuencia constructiva acordada por el equipo que dirige el proyecto. A lo largo del desarrollo de la tesis se ha podido observar que las ventajas que ofrece esta metodología giran, en primer lugar, en torno a las posibilidades didácticas que la visualización animada de la programación ofrece. En segundo lugar está en el análisis mismo de la programación y la posibilidad de ajustar o modificarla para obtener mejores resultados y permitir al cliente visualizar si esta se ajusta a sus intereses. Segundo, en el caso de la variabilidad, la identificación temprana de errores de programación permitió su corrección, evaluación y tomar mejores decisiones lográndose aparentemente una reducción en la afectación de eventos producidos por el personal como una deficiente distribución de la llegada de materiales y la coordinación diaria de los trabajos.

Berdillana (2008) en su tesis de maestría “Tecnologías informativas para la visualización de la información y su uso en la construcción -Los sistemas 3D inteligentes-” concluye; Primero, Las tecnologías informáticas para la visualización de la información en arquitectura, ingeniería y construcción están produciendo resultados favorables que evidencian técnica, calidad y progresivamente un menor tiempo de ejecución. Los estudios sobre la integración de medios digitales de manera general se inscriben en los procesos que se hallan dentro de las áreas de la visualización, automatización, diseño, fabricación digital, productividad. En diferentes partes del mundo, la

integración de medios digitales en las profesiones ha sido gradual, progresiva y sin resistencia al cambio. Por el contrario, en la industria de la construcción, ha significado realizar grandes cambios en la estructura y en la cultura de las organizaciones, cambios que en nuestro país aun estamos intentando entender y asimilar. Segundo, la visualización de proyectos a través de la tecnología del edificio virtual reduce la incertidumbre en su manejo y aumenta las posibilidades de controlarlo, pues elimina las aproximaciones abstractas. Asimismo, la integración de las labores de diseño, planificación y construcción abre las puertas a una ingeniería, en la que los profesionales nos dedicaremos a mejorar nuestros diseños, la planificación de nuestras obras, su control y con ello reduciremos el costo de las mismas.

Guzman, M. & Burga, R. (2014) en su tesis de pregrado “Sistema Domótico de Control Centralizado con Comunicación por Línea de Poder” concluye; Primero, finalmente, a partir de la verificación de la correcta interacción de los distintos elementos implementados durante el desarrollo de la tesis, se confirma que la comunicación por línea de poder puede ser tomada en cuenta como solución frente a aplicaciones libres de cableado estructurado, lo que permite eliminar la necesidad de modificación de la vivienda y así reducir costos de instalación.

Martinez (2014) en su tesis de pregrado “Instalación domótica y ahorro energético en el pabellón “A” de la universidad nacional Tecnológica del cono sur de Lima” concluye; que la UNTECS es una Universidad accesible para las personas con discapacidad con esta tecnología lo es más, la implementación de esta tecnología generaría un ahorro en el consumo de energía eléctrica, generaría un mayor confort, y la UNTECS estaría en la vanguardia de la modernidad, se considera un aporte para los estudiantes de la UNTECS para seguir investigando.

Guerra (2013) en su tesis de pregrado “Diseño de un sistema de control domótico y video vigilancia supervisado por un teléfono móvil” concluye; Primero, el sistema, puede ser incrementado en tamaño y

funcionalidades con relativa facilidad, debido a que ocupa una parte mínima de la capacidad de la red local, así como de la capacidad en la salida a internet de la vivienda, este incremento lo puede realizar la empresa que provee el servicio, sin embargo debido a las características de los componentes utilizados, el sistema no sería apto para su instalación en exteriores, sino únicamente dentro de la vivienda. Segundo, Debido al reducido tamaño del micro controlador de dispositivos, que funciona también como servidor web y central telefónica, la instalación del sistema será sencilla y puede darse en cualquier lugar de la casa, y por el bajo costo del sistema y a utilizarse hardware y software de libre distribución, se presenta como una muy buena propuesta de negocio. Tercero, gracias a las alertas instantáneas que genera el sistema puede ayudar al usuario a prevenir que se complete un robo.

Rodríguez (2012) en su tesis de pregrado “Sistema de control domótico utilizando una central IP PBX basado en software libre” concluye; Primero, el módulo de control implementado con el microcontrolador Atmega8L permitió el control de dos actuadores y el monitoreo de un sensor. Además de poder agregar 13 dispositivos adicionales y la posibilidad de agregar un módulo Zigbee (mediante UART). Segundo, El uso del controlador ENC28J60 en el módulo de comunicaciones permitió al controlador de equipos la comunicación vía Internet o LAN. Permitiendo así eliminar cualquier limitante de distancia con el Servidor Domótico. Además, gracias a la arquitectura planteada, a la independencia entre el Módulo de Control y Comunicaciones en el Controlador de Equipos, y al estándar SPI que soporta el controlador ENC28j60 el sistema planteado es heterogéneo y escalable.

Zevallos (2011) en su tesis de pregrado “Diseño e implementación de un sistema domótico de seguridad inalámbrica para un laboratorio de telecomunicaciones” concluye; Primero, es posible utilizar la alarma de cada uno de los sensores como sistema binario ON/OFF a través de un acondicionamiento de la misma y ser enviado a

través de RF. Garantizando así el uso de cualquier tipo de sensor disponible en el mercado. Segundo, el protocolo Zigbee es el más adecuado para gobernar una red inalámbrica de sensores. Esto se debe en primer lugar a que los dispositivos que trabajan bajo este protocolo son económicos y consumen poca energía a comparación con otros protocolos inalámbricos como Wi-Fi, Bluetooth y Wimax, lo cual los hace perfectos para sistemas de seguridad.

## **2.2 BASES TEÓRICAS SOBRE LA TECNOLOGÍA BIM**

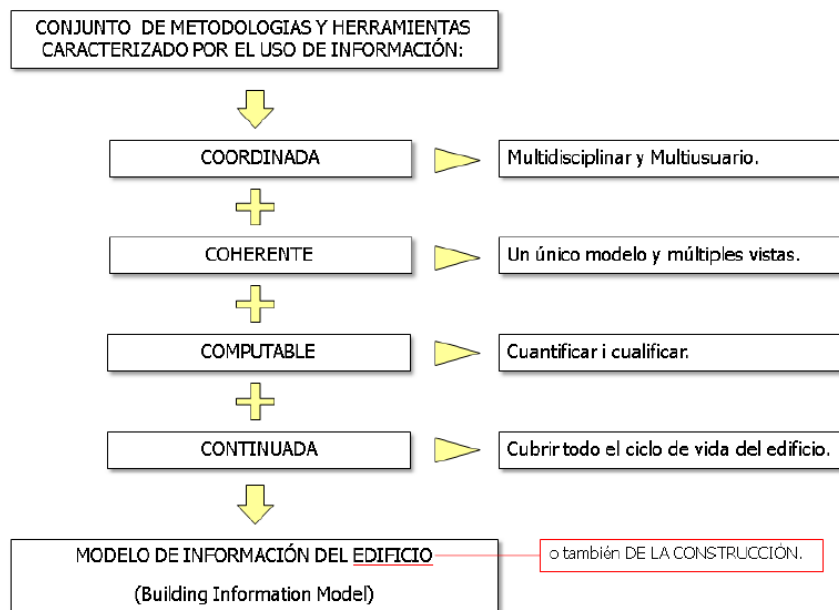
### **2.2.1 Breve historia sobre el termino BIM**

La empresa pionera en la aplicación del concepto BIM fue la empresa húngara Graphisoft, la cual lo implementó bajo el nombre de Virtual Building (Edificio Virtual) a partir del año 1987 en su programa ArchiCAD, que fue reconocido como el primer software de CAD para computadora personal capaz de crear tanto dibujos en 2D como 3D. Por otro lado la empresa Autodesk comenzó utilizar el concepto BIM desde 2002 cuando compró la compañía texana Revit Technology Corporation por 133 millones de dólares. Sin embargo la primera vez que se menciona el concepto, fue por el profesor Charles M. Eastman, del Georgia Tech Institute of Technology, que fue el primero en difundir el concepto de modelo de información de edificación, como un sinónimo de BIM, mencionó un concepto llamado “Building Description System” que se relaciona con muchas de las ideas que rodean al término BIM, como se conoce hoy en día. El arquitecto Phil Bernstein, fue el primero que usó el término actual de BIM (modelado de información BIM). Jerry Laiserin, analista industrial, ayudó a popularizar y estandarizarlo como un nombre para la representación digital de los procesos de construcción con el objetivo de intercambiar e interoperacionalizar información en formato digital (BIM Handbook, 2008).

## 2.2.2 Definiciones sobre BIM

Según el BuildingSMART que es una asociación sin ánimo de lucro cuyo principal objetivo es fomentar la eficacia en el sector de la construcción a través del uso de estándares abiertos de interoperabilidad sobre BIM para alcanzar nuevos niveles en reducción de costes y tiempos de ejecución y aumento de la calidad, define:

“Building Information Modeling (BIM) es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción. Su objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus agentes. BIM supone la evolución de los sistemas de diseño tradicionales basados en el plano, ya que incorpora información geométrica (3D), de tiempos (4D), de costes (5D), ambiental (6D) y de mantenimiento (7D).”



**Grafico Nro 02. Definición de la tecnología BIM**

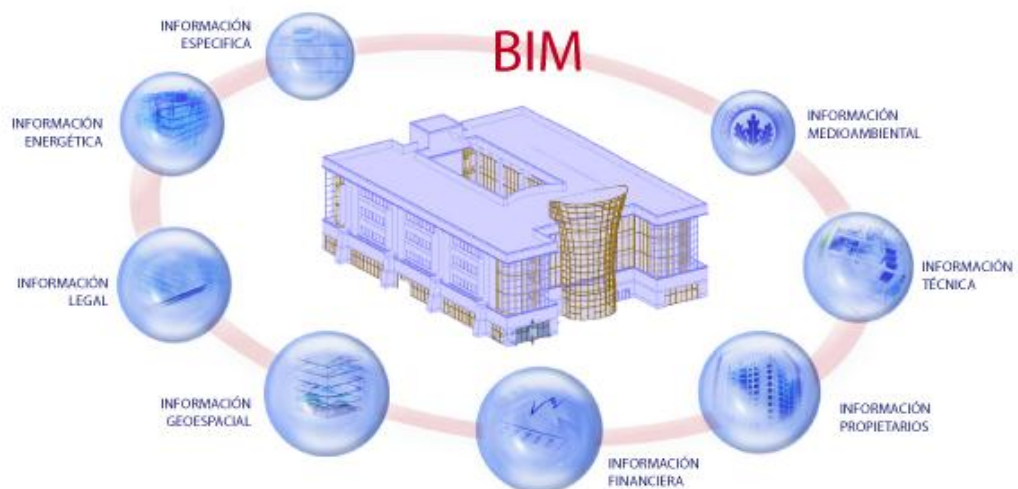
Fuente. Eloi Coloma Pico en introducción a la tecnología BIM

BIM se refiere al conjunto de metodologías de trabajo y herramientas caracterizado por el uso de información de forma coordinada, coherente, computable y continua; empleando una o más bases de datos compatibles que contengan toda la información en lo referente al edificio

que se pretende diseñar, construir o usar. Esta información puede ser de tipo formal, pero también puede referirse a aspectos como los materiales empleados y sus calidades físicas, los usos de cada espacio, la eficiencia energética de los cerramientos, etc. (Coloma, 2008).

BIM es el acrónimo en inglés de Building Information Model o Modelado de la Información para la Construcción. Como sus mismas siglas indican, el modelamiento de información del proyecto se debe entender como información no únicamente de dimensiones geométricas como largo, ancho y altura; sino de propiedades inherentes al producto tales como material, proveedor, fecha de construcción, etc. y sobre todo de información relevante para ser utilizada en la operación del negocio. En esencia, toda la información valiosa del proyecto. (CAPECO, 2014)

Jerry Laiserin, estableció que BIM, o el modelo de edificio basado en datos, es un proceso de representación que crea “vistas” multi-dimensionales, con gran cantidad de datos disponibles, para todas las fases del proyecto y su construcción. Este método repercute muy positivamente en la comunicación, colaboración, simulación y la optimización.

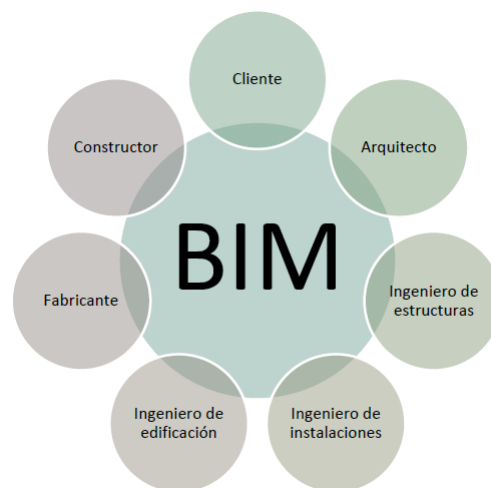


**Figura Nro 02. Información que se puede extraer de un modelo BIM**

Fuente: IDESIE Business School – clases de Master BIM

BIM es la representación virtual de la parte física y funcional de un edificio con objetos ricos en atributos, permitiendo la extracción y uso de los mismos de diferentes maneras. Así mismo, involucra la creación y el uso de varios Modelos de las diferentes especialidades que componen el Proyecto, los cuales pueden comunicarse e interactuar entre ellas en tiempo real.

BIM no es un programa de ordenador, no es un software en particular es más bien una nueva metodología a la hora de desarrollar un proyecto, y establece un proceso que involucra el uso de diversas aplicaciones, BIM es el acto de crear un modelo virtual de un edificio con la idea de visualizarlo, efectuar análisis, verificar códigos de construcción, encontrar conflictos, hacer metrados y estimados de obra entre otros. Este proceso permite el intercambio y reúso de información coordinada a tiempo real y como consecuencia de ello, incrementa la comunicación entre los arquitectos, ingenieros y constructores, entre otros agentes involucrados según se observa en la figura x, obteniendo como resultado final un proyecto de mejor calidad.



**Figura Nro 03. El trabajo en BIM es colaborativo entre todos los agentes intervinientes en el proceso constructivo.**

Fuente: Propia del TFG

BIM es un método de trabajo que se define en el contexto de la cultura colaborativa y de la práctica integrada, y supone una profunda



transformación que afecta a todos los procesos de diseño, constructivos y de gestión de activos que hemos conocido hasta ahora.

Cada agente que interviene en el proceso de edificación, es parte del método de trabajo BIM, cada uno de ellos tiene unas competencias propias y acceso a la parte de información que le es relevante. Por eso es fundamental que todos ellos conozcan el método BIM y cómo funcionan sus herramientas.

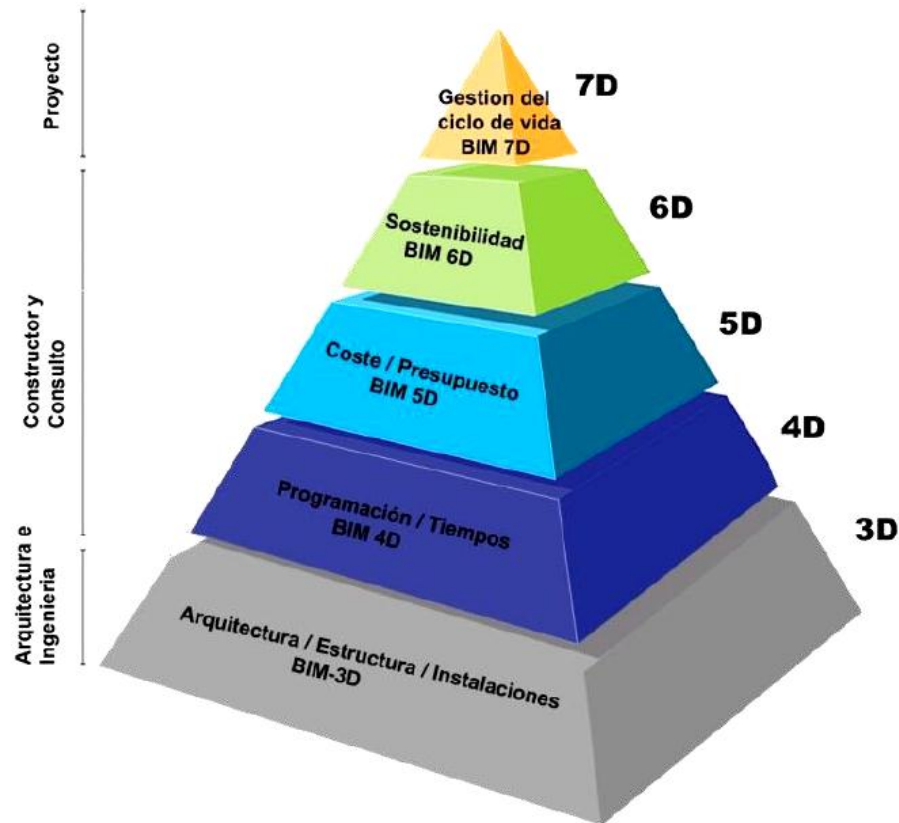
El BIM no solo se puede usar en obras de edificaciones, sino también en infraestructura como puentes y centrales hidroeléctricas, incluso en carreteras. (Quiroz, 2014. Citado por Perú Construye)

### **2.2.3 Pirámide conceptual y dimensiones de BIM**

Es importante aclarar que en general la gran mayoría desconoce la magnitud de los sistemas BIM y se comete el error de hablar siempre sobre 2D o 3D, pero BIM va más allá e implementa siete dimensiones (7D).

Entendemos que al hablar sobre **2D BIM** nos referimos a todo acerca de los planos y especificaciones, al interpretar **3D BIM** implicamos la visualización de los conflictos de diseño antes de iniciar cualquier trabajo de campo. Las dos dimensiones mencionadas anteriormente están en el consiente humano hace varios siglos, pero en la actualidad además de ambas veremos la aplicación de **4D BIM** que es una dimensión de programación, donde entra en juego el tiempo de desarrollo del proyecto, una **5D BIM** la cual incluye la definición de costos basado en modelos, con un cálculo exacto de precios basado en la información de una medición precisa. La **6D BIM** se refiere a la contratación, análisis de la propiedad y la sostenibilidad del proyecto, como último mencionamos la **7D BIM**, esta analiza el ciclo de vida del edificio, incluyendo su operación y mantenimiento.

La tecnología BIM viene evolucionando a nivel mundial, integrando diferentes aspectos de un proyecto como parte del modelo BIM, con cada nuevo desarrollo, herramienta, aplicación, información, el modelo BIM va adquiriendo una nueva dimensión, véase la figura.



**Figura Nro 04. Pirámide conceptual del BIM.**

Fuente: Tesis de fin de master de (Lopez, 2014)

**BIM-3D:** BIM-3D = Arquitectura + Estructura + Instalaciones. Representa la geometría del edificio y es una colección de objetos. Una manera perfecta de visualizar que el producto final se verá tal y como lo hemos diseñado. (Gómez, 2013)

**BIM-4D:** BIM-4D = BIM-3D + Programación/Tiempo. Es una derivación directa de la geometría BIM-3D y una optimización de los recursos. A partir de la geometría, se extraen cantidades y se asignan estas cantidades a los recursos; luego se aplican la secuencia lógica, mediante la creación de un programa optimizado para conseguir que el proyecto fluya sin problemas. (Gómez, 2013)

**BIM-5D:** BIM-5D = BIM 4D + Costo/Presupuesto. BIM-5D. Es la dimensión que permite insertar precios dentro del modelo BIM, tener una concepción del costo económico de la obra en tiempo real. Es más que la estimación basada en modelos. Es una nueva forma de trabajar con los grupos técnicos del proyecto y propietario, abarcando una gran cantidad de información y experiencias de una manera visualmente comunicativa utilizando los modelos 3D y 4D para conseguir las mediciones, corregir y coordinar cantidades. (Gómez, 2013)

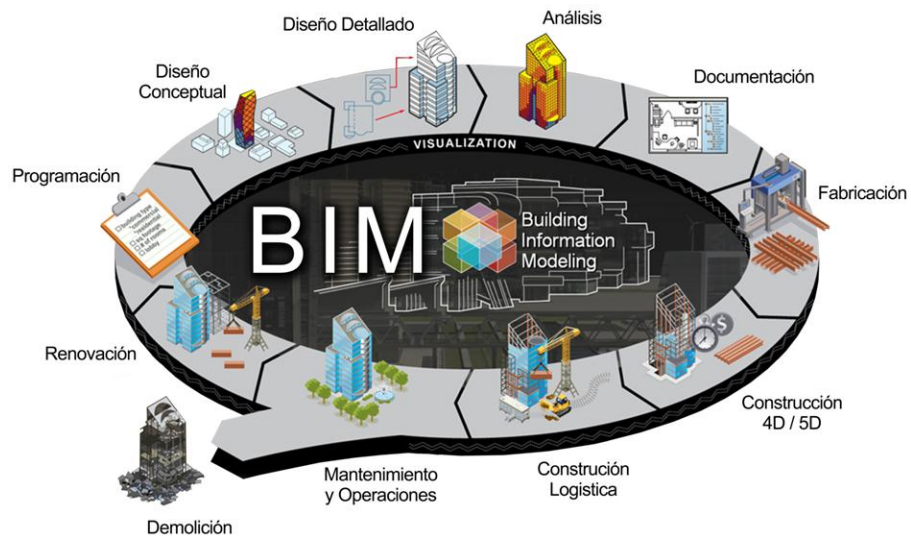
**BIM-6D:** Sexta dimensión del BIM, en ocasiones llamada Green BIM o BIM verde. Permite crear variaciones e iteraciones en la envolvente, los materiales utilizados, el tipo de combustible utilizado para enfriar/calentar la vivienda y la huella de carbono que produce la totalidad del proyecto teniendo en cuenta incluso su situación, su posición relativa con respecto a los proveedores, su orientación entre otros aspectos. (Gómez, 2013)

**BIM-7D:** Es el siguiente paso en lógico en la cadena en el uso del BIM. Se refiere a la gestión del ciclo de vida del proyecto. Lo que resta de la vida útil del edificio será el campo que abarca la séptima dimensión del BIM.

La siguiente imagen nos representa en forma sintetizada, los puntos que abordan cada dimensión.

#### **2.2.4 Beneficios de la tecnología BIM**

BIM no es solo un programa de diseño de arquitectura, ingeniería o construcción, es mucho más que una tecnología 3D donde cada objeto paramétrico tiene mucha información, se trata de una base de datos grafica de donde es posible extraer información para diferentes usos, su alcance aborda los ámbitos de todo el ciclo de vida útil del edificio.



**Figura Nro 05. Ciclo de vida del edificio, fases asistidas por el BIM.**

Fuente: Autodesk, Industria de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción

Según (CAPECO, 2014), se resaltan los principales beneficios del uso de tecnología BIM:

- ✓ Consolida múltiples procesos en una sola aplicación permitiendo obtener información más consistente de manera más rápida.
- ✓ Facilita la colaboración entre las distintas especialidades.
- ✓ Reduce los tiempos de entregas.
- ✓ Reduce errores en la obra.
- ✓ Es más eficiente en un ambiente multidisciplinario.

#### Calidad

- Precisión
- Coordinación
- Mejor control del diseño
- Herramientas de análisis
- Concentración en el diseño

#### Tiempo

- Simplificación
- Automatización
- Tiempo de entregas más cortos
- Disposición de información más consistente
- Diseño y documentación son simultáneos

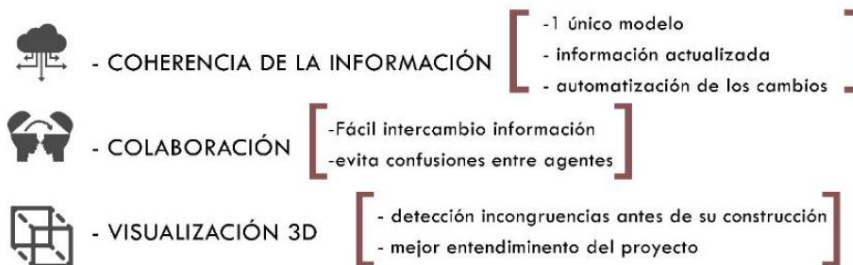
## Dinero

- Mejores resultados con menos personal
- Reducción de errores y omisiones
- Menos esfuerzo a la hora de la obra
- Reducción en cambios de obra.

### 2.2.5 Ventajas y limitaciones de BIM

#### Ventajas de BIM

La metodología BIM presenta ventajas en todas las fases del proceso y para todos los agentes intervinientes. Las podemos agrupar en tres conceptos que suponen un ahorro económico, un ahorro de tiempo y una mejor visualización y comprensión del proyecto.



#### Grafico Nro 03. Ventajas de BIM

Fuente. (Monfort, 2015) Impacto del BIM en la gestión del Proyecto y la obra de arquitectura.

- **Coherencia de la información:** Toda la información del proyecto esta contenida en un único modelo, evitando errores derivados de distintas versiones del modelo. Todo cambio que se haga en el modelo, se actualizara en todas las vistas y cálculos, haciendo que este siempre actualizada. (contiene información que no se ve en los planos, como costo, materiales, calendario de ejecución...).
- **Colaboración:** Facilita el intercambio de información entre los distintos agentes, posibilitando la cooperación y evitando las contradicciones entre las distintas partes.

- **Visualización 3D:** Además de facilitar el entendimiento del edificio y posibilitar la toma de decisiones previamente a la ejecución (materiales de acabado...) prevee y detecta conflictos e incoherencias de diseño antes de su construcción, pudiendo aportar soluciones. Es por tanto interesante para el cliente además de para el arquitecto y otros agentes que aportan su servicio. (Facilidad entendimiento del proyecto por quienes no lo han diseñado). Estas ventajas permiten un fácil seguimiento durante la vida útil del edificio, mejorando reparaciones y su mantenimiento, pero lo más significativo es que se traducen en una reducción drástica del costo y del tiempo empleado.

### Limitaciones de BIM

Si bien hemos visto que la tecnología BIM presenta múltiples ventajas frente a la tecnología tradicional, es cierto que también muestra algunas dificultades.



Figura.

#### Grafico Nro 04. Limitaciones de BIM

Fuente. (Monfort, 2015) Impacto del BIM en la gestión del Proyecto y la obra de arquitectura.

- Cambio de mentalidad: Como en todo cambio, lo que mas dificulta su implementación es el cambio de la filosofía. BIM significa una nueva forma de trabajar, dejar atrás las costumbres y aprender nuevas herramientas.
- Formación necesaria: Es por tanto necesario, destinar tiempo y dinero al aprendizaje de estas nuevas herramientas. Así mismo invertir en equipos hardware más potente, licencias de los softwares.

- Falta de perfeccionamiento: Si bien la interoperabilidad ha sido reconocida como un problema en el sector AEC debido a las muchas aplicaciones heterogéneas y sistemas generalmente en uso por los diferentes agentes, junto con la dinámica y la adaptabilidad necesarias para operar en este sector Aunque hay problemas de interoperabilidad entre diferentes paquetes de software BIM, tales cuestiones técnicas son susceptibles de ser resueltas a través del tiempo por las empresas de IT que suministran los paquetes.

Menos fácil de resolver son las cuestiones relacionadas en términos de personas que acuerdan plataformas comunes, que cooperan entre sí para compartir fácilmente sus modelos de datos BIM y no restringir el flujo de información hacia y desde otras partes, examinando para proteger la propiedad y derechos de propiedad intelectual de la salida de los archivos BIM generados.

### **2.2.6 Herramientas BIM**

Actualmente en el mercado de la industria de la arquitectura , ingeniería y construcción AEC, existe múltiples herramientas, aplicaciones y software a la hora de elegir, basados en la representación tridimensional de edificios. Sin embargo estas herramientas , si no son utilizadas de manera colaborativa y trabajas bajo estándares de calidad para la edificación, no se estaría ofreciendo un producto BIM.

De acuerdo a (Zhang, Isa y Olbina, 2010), las aplicaciones o herramientas BIM pueden clasificarse en:

- Herramientas BIM de autoría (authoring tools): permiten crear modelos; y son usadas en las etapas de diseño y construcción. Se considera que sean el centro de la aplicación BIM. Algunas herramientas son: Autodesk Revit, Bentley Architecture, Tekla Structures y ArchiCAD.

- Herramientas BIM de actualización (updating tools): permiten hacer actualizaciones específicas los modelos creados.
- Herramientas BIM de visualización (viewing tools): permiten visualizar el contenido del modelo sin hacer cambios. Por ejemplo es el programa de visualización de Autodesk Revit (IFC model viewer).

Recientemente un reporte realizado por G2 Crowd empresa líder en la revisión de software para negocios, arrojo los siguientes resultados con relación a la calidad que ofrecen estos productos, el nivel de satisfacción de los usuarios, la capacidad de interoperabilidad y la plataforma colaborativa que ofrecen.

(G2 Crowd, 2015a) El diseño de la construcción y el modelado para la información de edificios (BIM) como software incluyen diseño de productos (CAD) asistido por ordenador, de uso común dentro de las industrias de arquitectura y construcción. Muchos de estos productos ofrecen herramientas y bibliotecas destinadas específicamente para el diseño y la construcción arquitectónica, incluyendo aspectos mecánicos, eléctricos, y de plomería (MEP) y el modelado para la información (BIM).

Sort by: G2 Score	
<input type="checkbox"/>	Revit 82
<input type="checkbox"/>	AutoCAD 79
<input type="checkbox"/>	SketchUp 66
<input type="checkbox"/>	AutoCAD Architecture 58
<input type="checkbox"/>	DataCAD 58
<input type="checkbox"/>	Vectorworks Architect 51
<input type="checkbox"/>	ArchiCAD 49
<input type="checkbox"/>	AutoCAD MEP 47
<input type="checkbox"/>	MicroStation 26

**Figura Nro 06. Softwares calificados BIM**

Fuente: G2 Crowd.



Los mejores productos de software BIM se determinan por la satisfacción del cliente (basado en opiniones de los usuarios ) y la escala (basado en la cuota de mercado , tamaño del proveedor, y el impacto social) y se colocaron en cuatro categorías en el siguiente esquema.



**Grafico Nro 05.El mejor software BIM**

Fuente: Patricia Arcilla. "Report Ranks Best BIM and Building Design Platforms for 2015" 09 Feb 2015. ArchDaily.

Según el reporte los líderes del mercado son:

- Revit y Autocad ambos software de la compañía AUTODESK, seguidos de AutoCAD MEP Y AutoCAD Architecture.

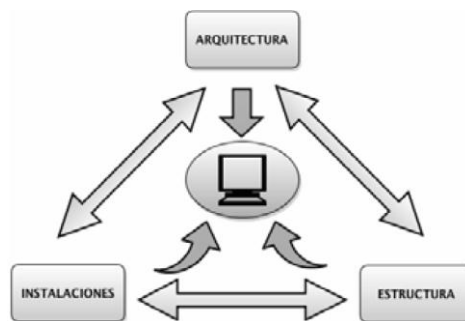
Otros mencionados como software de gran rendimiento :

- Archicad, Vectorworks Architect y Data Cad.

Las plataformas BIM que más se usan mundialmente son: Revit (autodesk), Archicad(graphisoft), AECOSim(Bentley Systems), Allplan(Nemetschek), Tekla.

✓ **REVIT (Autodesk)**

Es una herramienta BIM que permite diseñar elementos de modelación paramétricos, basados en objetos inteligentes y en tres dimensiones, de este modo Revit provee una asociación completa de orden bidireccional, gracias al motor de cambios paramétricos con que cuenta, cualquier cambio del proyecto significa un cambio en todos los lugares instantáneamente, sin que el usuario tenga que realizarlo.



**Grafico Nro 06. Revit Architecture, Structure, MEP**

Fuente. BIM la evolución natural del CAD

Esta plataforma es una familia de productos integrados que actualmente incluye Revit Architecture, Revit Structure y Revit MEP en una aplicación única que incluyen características de diseño arquitectónico, ingeniería estructural, ingeniería mecánica, eléctrica y tuberías para la construcción. (Autodesk, 2012)

#### ✓ **ArchiCAD (Graphisoft)**

Desarrollado por la empresa húngara Graphisoft, permite a los usuarios trabajar con objetos paramétricos con datos enriquecidos, usualmente llamados "Smart objects" (objetos inteligentes). Los diseños en dos dimensiones pueden ser exportados en cualquier momento, incluso en el modelo; la base de datos siempre almacena los datos en tres dimensiones. Planos, alzados y secciones son generados desde el modelo del edificio virtual de tres dimensiones y son constantemente actualizados. ArchiCAD puede importar y

exportar archivos con extensión DWG, DXF, IFC y SketchUp entre otros. (Wikipedia, 2013).

✓ **Aecosim building designer (Bentley Systems)**

Aplicación de software multidisciplinario de diseño BIM de Bentley. Ofrece de forma única un conjunto completo de capacidades en un entorno único, unificado con el fin de diseñar de manera efectiva, construir, documentar y visualizar tamaño, forma y complejidad de cualquier edificio. AECOsim Building Designer incluye las capacidades de sus antiguos productos: Bentley Architecture, Bentley Mecánica, Bentley Eléctrica y Bentley Estructural. (Bentley, 2013)

✓ **Allplan (Nemetschek)**

La plataforma inteligente CAD de Allplan es un punto de partida ideal para un método de trabajo orientado a BIM. Puede crear modelos en 3D orientados a los edificios que le permiten identificar y rectificar imprecisiones desde un primer momento. Allplan hace más fácil el trabajo interdisciplinar, y permite intercambiar datos, de ida y vuelta. (Nemetschek, 2014).

✓ **Tekla structures (Tekla Corporation)**

Es otra importante empresa en el mundo BIM, es uno de los software más especializados en el cálculo y diseño de estructuras de acero, los modelos de Tekla contienen información detallada, confiable y precisa. Hay otras muchas extensiones que complementan al software principal como Robot (cálculo de estructuras), Presto (realización de mediciones), 3DMax (modelado 3 dimensiones y renderizado), MS Project (programación de obra), entre otros.

✓ **Otros**

Entre otras plataformas BIM están Digital Project de la empresa Gehry Technologies, Edificius de la empresa ACCA Software, Vectorworks, etc.

### **2.2.7 Estándares, interoperatividad, IFC y OpenBIM**

Actualmente no hay unas normas BIM universales para todo el mundo, pero es conocido por todos que se está trabajando en ello. Hay países que tienen más tiempo trabajando con BIM y que han redactado sus propios estándares para poder seguir una ruta dentro de sus propios reglamentos (Camilo, 2016).

La norma más conocida y general que existe actualmente es el IFC de BuildingSMART International Home of openBIM, es una organización internacional cuyo objetivo es mejorar el intercambio de información entre las aplicaciones de software utilizadas en el entorno AEC.

#### **Importancia de los Estándares**

Según el Building Smart, se trata de un nuevo lenguaje digital para permitir el intercambio abierto y preciso de la información, para permitir la gestión del ciclo de vida eficiente y eficaz de nuestro entorno construido. Hay beneficios muy sustanciales, potencialmente disponibles desde el desarrollo y la adopción de estándares interoperables para BIM . Estos beneficios sólo están totalmente disponibles si estas normas están abiertas e internacionalizadas.

#### **Interoperabilidad**

La interoperabilidad es de seguro una de las mayores ventajas, es decir la capacidad de comunicarse entre programas de distintos fabricantes, para intercambiar y utilizar dicha información.

Como es habitual en el proceso del diseño constructivo, se necesita de distintos programas para llevarlo a cabo, y por tanto parece

lógico la existencia de un formato universal que permita la comunicación entre todas las plataformas, estamos hablando del formato IFC, desarrollado por el IAI, predecesor del actual Building Smart.

Todas las aplicaciones BIM que soportan IFC pueden leer y crear información e intercambiarla con otros programas. A pesar de que la funcionalidad no es total entre las aplicaciones, una herramienta eficaz a la hora de trabajar con el proyecto, permitiendo ahorrar tiempo y mejorar el proceso, de esta forma los datos relativos al modelo constructivo al ser definidos por cada agente son compartidos por el resto de agentes que intervienen en el proceso.

### **El formato IFC**

Ubicamos el IFC, dentro de la metodología BIM, como el sistema de archivo estándar, promovido por Building Smart International, que permite traspasar la información del modelo entre distintos software y las propias plataformas BIM:

- Las que generan el modelo: Revit, Archicad, Allplan, AECOsim,...
- Las de Cálculo de estructuras: CYPECAD – SAP2000 – TRICALC,...
- Las de Cálculo de instalaciones: DDS-CAD, CYPECAD MEP....
- Para chequear modelos y hacer un control de calidad: Navisworks, Tekla BIM Sight, Solibri,
- Planificación (BIM 4D) : Synchro , Vico,...
- Visualizadores : BimVision, IfcViewer,...

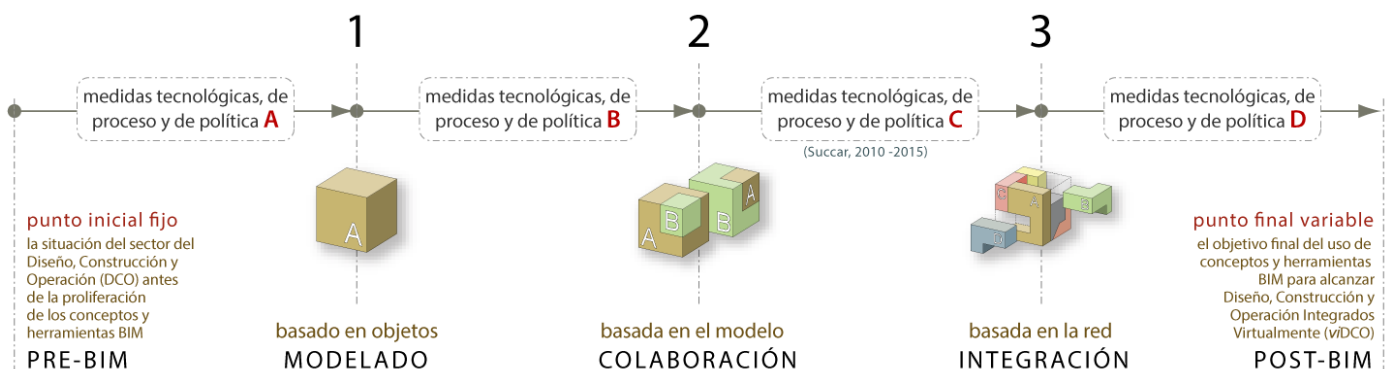
Limitaciones de IFC, por un lado se entiende que la información se transmite de unos programas a otros libremente. Sin embargo los objetos importados en cualquier plataforma BIM no son tratados como objetos “nativos”. Y luego en el software que se esta empleando no es posible hacer los cambios oportunos a ese modelo: editar las puertas y agrandar el tamaño, cambiar el tipo o diámetro de un tubo de cualquier instalación, etc...

## 2.2.8 Capacidad y madurez BIM

Los niveles de capacidad y madurez del BIM, hacen referencia directamente a calidad y aptitudes de la metodología, estos conceptos han sido expuestos por varios autores, y existen varios métodos para medirlo. Hay métodos para medir el nivel de desarrollo particularmente de los elementos dentro del proyecto, y métodos para determinar el desarrollo del conjunto. (Succar,B,2009) Ha definido la diferencia entre capacidad y madurez del BIM.

### Capacidad BIM

Se considera que una organización ha alcanzado la Etapa 1 de Capacidad BIM si utiliza con relativa facilidad un software basado en objetos. Se alcanza la Etapa 2 de Capacidad BIM cuando una organización aborda la colaboración multidisciplinar basada en un modelo. Finalmente, la Etapa 3 de Capacidad BIM se consigue cuando una organización aborda la integración de un modelo interdisciplinar basado en la red.



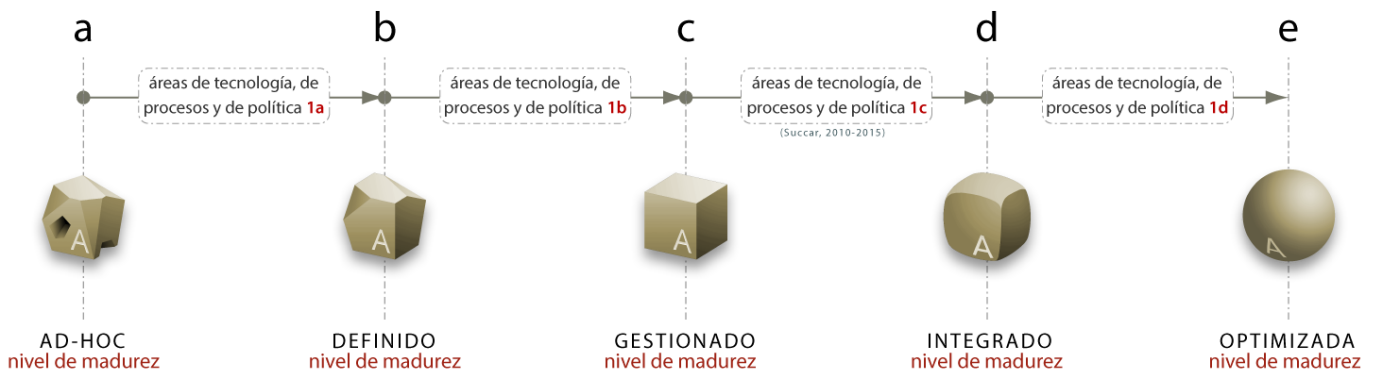
**Grafico Nro 07. Las Tres Etapas de Capacidad BIM**

Fuente: [www.bimthinkspace.com](http://www.bimthinkspace.com)

En esencia, las 3 etapas BIM son útiles para identificar las aptitudes mínimas de las organizaciones y equipos de proyecto, pero no son tan útiles para analizar o comparar cuánto mejor modelan, colaboran o integran sus prestaciones.

## Madurez BIM

El término “Madurez BIM” se refiere a la calidad, a la “repetibilidad” y a los niveles de excelencia de los servicios BIM. En otras palabras, la Madurez BIM es la aptitud más avanzada para sobresalir en la realización de una tarea o prestación de un servicio / ejecución de un producto BIM.



**Grafico Nro 08. Los Cinco Niveles de Madurez (representados en la Etapa BIM 1)**

Fuente: [www.bimthinkspace.com](http://www.bimthinkspace.com)

### 2.2.9 Flujo de trabajo tradicional con BIM

Esta metodología de modelaje está conformada por herramientas, procesos y tecnologías, para llevar a cabo un proyecto integral de edificación, desde su concepción hasta el final de su vida útil, coordinando el ambiente multidisciplinario, donde participan inversionistas, propietarios, arquitectos, ingenieros estructurales, ingenieros de instalaciones, ingenieros de obra, fabricantes, gestores y en general, todos aquellos involucrados que tienen que ver con el diseño, construcción y operación del proyecto. Esta coordinación se logra mediante una plataforma tecnológica que integra varios programas de software especializados, trabajando en conjunto sobre una única base de información, lo cual permite tener un intercambio de datos en tiempo real de manera coherente, precisa y completa, mejorando así aspectos como son la eficiencia y efectividad.

BIM va mas allá de solo un modelo geométrico en 3D, es una representación digital de las características físicas y funcionales del proyecto, e integra el tiempo como una cuarta dimensión y el costo como una quinta.

El esquema BIM, genéricamente, se muestra en la figura Nro 07 y se describe brevemente a continuación.



**Figura N° 07. El esquema BIM, representa la interacción y los sectores involucrados en la edificación.**

Fuente. Autodesk, 2013.

La metodología del modelaje BIM, contempla los pasos siguientes:

### **Fases de un proyecto en BIM**

Para la empresa Dataedro (2013), El desarrollo de un proyecto en BIM implica procesos que marcan la evolución del proyecto desde el planteamiento del problema hasta la solución ejecutiva. Ninguna de las fases de desarrollo puede ser obviada sin poner en riesgo la integridad del proyecto:

#### **Definición y Desarrollo**

##### **(a) Fase 1. Estudios preliminares**



En esta fase se recaba, analiza y procesa toda la información que tendrá incidencia de una u otra forma en el proyecto, en concreto se procede a la recogida de la siguiente documentación:

- El arquitecto nos facilita la primera información sobre necesidades espaciales y funcionales. Se crearán los primeros Modelos Tridimensionales con el nivel de detalle LOD100, LOD200 y que servirán de base a la siguiente fase del desarrollo.
- Características del sitio: entorno natural y construido, clima, topografía, constitución del suelo, escurrimientos pluviales, vegetación existente.
- Normativa: reglamentos y normas oficiales.
- Estudio geotécnico.
- Información precisa de ubicación de las distintas acometidas (luz, gas, comunicaciones, etc.)
- Se procede a la recogida de catálogos.
- Diseño de los formularios de información.
- Información de seguridad e higiene.
- Diseño del sistema de información y de proceso de datos específicos para el proyecto.
- Comienza el desarrollo de recursos (familias y elementos en Revit, ArchiCAD, etc.)
- Creación de Time Liner que se actualizará posteriormente conforme a los cambios que surjan en el Modelo.

Conocer a fondo estos aspectos resulta crucial. Para ello aplicamos herramientas particulares mediante las cuales facilitamos todo el

proceso creativo. En la fase preliminar generamos un servidor de información coherente y eficaz. Se crean los sistemas de proceso de información, la base de datos, los formularios de recogida de información, se definen los campos y registros necesarios, los recursos BIM que serán usados posteriormente (familias, elementos, texturas, etc.)

El servidor de información va mejorando a lo largo de las siguientes fases, finalmente en la fase 5 tendremos un gran soporte de recursos.

### **(b) Fase 2. Esquemas iniciales**

Con los datos obtenidos y procesados se procede a representar y facilitar al equipo de arquitectos las diversas alternativas de solución para el proyecto. Se trata de una etapa en la que se aporta al arquitecto el soporte necesario para llegar a la solución más adecuada para cumplir con todos los requerimientos planteados.

Los materiales y sistemas constructivos, así como los criterios estructurales, empiezan a definirse en un nivel preliminar.

Las variantes o alternativas propuestas se van incorporando y adaptando al Modelo y las hojas de medición. Durante la fase de trabajo y creación hay un continuo flujo de información entre el BIM Manager, el equipo de arquitectos, ingenieros, el propietario, etc.

### **(c) Fase 3. Anteproyecto**

Una vez definido el esquema óptimo se inicia la fase de anteproyecto. En esta fase se define con detalle la configuración espacial y formal del edificio, así como los sistemas estructurales y constructivos.

Fruto del cálculo estructural se definirán espesores, tipo de perfil o armaduras. Con los resultados obtenidos se actualiza el Modelo. Está

información nos permitirá ir trabajando para en la siguiente fase llegar al LOD400.

Una vez realizados los ajustes al proyecto se hace una nueva presentación, y así sucesivamente hasta llegar al anteproyecto definitivo. El Modelo sigue creciendo y va integrando mayor nivel de detalle (LOD 300), en esto las mediciones son mucho más precisas, se inicia un proceso continuado de búsqueda de conflictos constructivos tanto físicos como de espacio.

## **Implantación y Operación**

### **(d) Fase 4. Proyecto ejecutivo**

Solo cuando se cuenta con un anteproyecto definitivo, es decir, que cumpla con los requerimientos planteados inicialmente y los que hayan surgido en el proceso, se inicia la fase de proyecto ejecutivo. Ésta consiste fundamentalmente en el desarrollo de los documentos gráficos y escritos que contienen toda la información necesaria para la construcción del edificio, incluyendo el dimensionamiento preciso, especificaciones de materiales y detalles, entre otros aspectos.

Aunque la participación de los especialistas de las ingenierías (cálculo estructural, instalaciones hidrosanitarias y de gas, sistemas de climatización, voz y datos, etc.) debe iniciarse en la etapa de anteproyecto, es en la fase de proyecto ejecutivo donde su colaboración se vuelve crucial. Dada la naturaleza de las ingenierías es muy importante que se desarrollen a detalle.

En esta fase se trabaja fundamentalmente el detalle y se consigue un nivel LOD400, se verifican conflictos y fundamentalmente se corrigen las posibles carencias en el sistema de trabajo propuesto. Se entregará el Modelo BIM, en este caso Revit, para que puedan disponer de los diversos planos en 2D y las correspondientes mediciones.

Los planos desarrollados en esta etapa, con un alto contenido técnico, debe ser verificados por el equipo de la Dirección Técnica para cumplir con todos los requisitos de la normativa para ser aprobados y poder dar inicio a las obras.

En esta fase, el proceso de trabajo BIM comienza a sustentarse en el uso de Modelos 3D asociados a base de datos relacional basado en la integración de la metodología de creación BIM y sistemas VDC personalizados al proyecto.

#### **(e) Fase 5. Supervisión de obra**

En esta fase se realizan los posibles ajustes o cambios derivados de los imprevistos que surjan en obra. Cualquier cambio se representa en el Modelo de manera que se disponga constantemente actualizado. Conforme avance el proyecto el nivel de detalle del Modelo alcanzará el nivel LOD500.

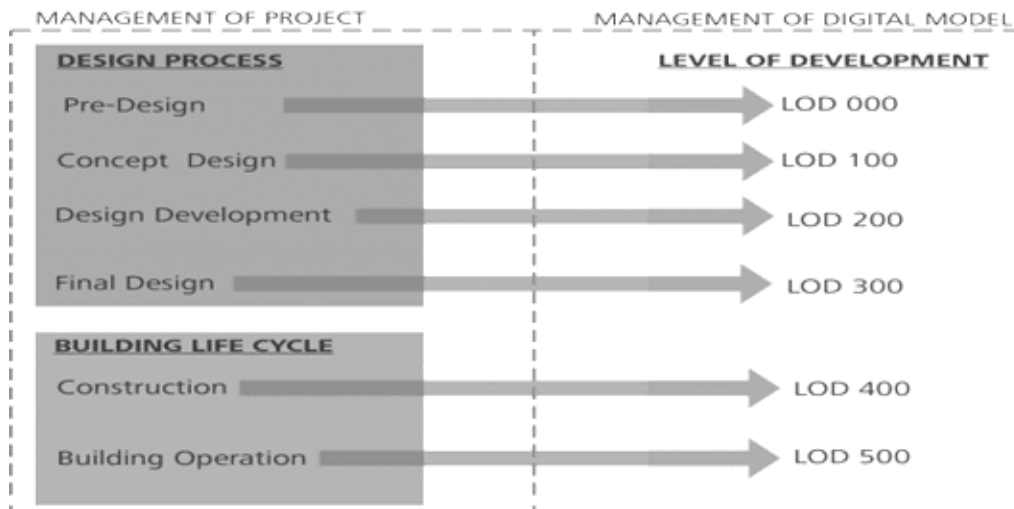
En esta fase, la forma de gestionar en todo lo referente al proyecto y al uso de modelos 3D asociados a la base de datos es totalmente operativa. Así, mediante la interfaz de usuario se podrá acceder al menú que facilitará documentos, informes, hojas de cálculo, planos y modelos 3D.

#### **2.2.10 Niveles de detalle / desarrollo (LOD) en BIM**

Solo para hacer una referencia de otros factores que intervienen en la calidad de los modelos BIM, se hace mención de los LOD Level of Developmet o Niveles de desarrollo. Para profundizar en este tema, haría falta la descripción de otros conceptos y establecer definiciones mas relacionadas a los software BIM .

Con el fin de gestionar de forma eficaz el proceso de trabajar en un flujo de trabajo BIM, la industria ha adoptado un lenguaje formal de describir la integridad de un modelo digital en un punto dado en el tiempo. Este lenguaje es el "nivel de desarrollo" (LOD) (Quora, 2016)

El nivel de diseño / desarrollo (LD) es un ciclo de vida del proyecto, descrito por las diferentes fases, incluida la pre-diseño, diseño conceptual, diseño y desarrollo y diseño final.



**Grafico N° 09. Proceso de Interacción BIM y Niveles de desarrollo**

Fuente. BIMForum, 2013, Autodesk

**LOD 100:** Este se define como un modelo conceptual y que incluye algunos parámetros básicos tales como la altura, la anchura, ubicación, etc.

**LOD 200:** Se define como un modelo general en el que cada elemento se define con el tamaño aproximado, la ubicación, las cantidades, la información no geométrica, etc.

**LOD 300:** Este modelo se define como un modelo real y exacta donde los elementos se definen con conjuntos específicos, la cantidad se detalla, tamaño, forma, ubicación, etc.

**LOD 350:** En esta etapa los elementos del modelo contienen información para la coordinación de intercambios y el diseño de la construcción.

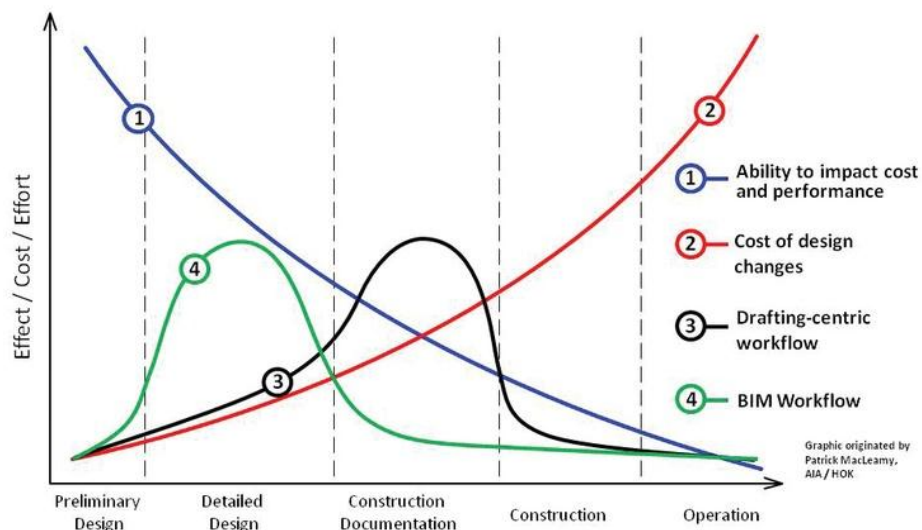
**LOD 400:** Este modelo preparado con algunas especificaciones más completa incluyendo proyecto detallado, fabricación, montaje y la información de instalación.

**LOD 500:** Esta es la etapa final del modelo en el que los elementos son representativos y pueden ser utilizados para la gestión de instalaciones en curso.

### **2.2.11 Diferencias (CAD vs BIM)**

Las aplicaciones de CAD imitan el tradicional proceso de "papel y lápiz" con dibujos electrónicos de dos dimensiones creados desde elementos gráficos 2D como líneas, tramas y textos, etc. Los dibujos de CAD, de forma similar a los dibujos en papel, son creados de forma independiente por lo que cada cambio en el diseño debe revisarse y modificarse manualmente en cada uno de ellos. Las aplicaciones BIM imitan el proceso real de construcción. Esto permite a los arquitectos diseñar edificios de la misma forma en que son construidos. Como todos los datos están guardados en el modelo virtual central, los cambios en el diseño son automáticamente detectados y realizados en todos los dibujos individuales generados desde el modelo. Con esta aproximación integrada del modelo, BIM no solo ofrece un significativo incremento en la productividad sino que sirve como base para diseños mejor coordinados y para un proceso de construcción basado en el modelo. Mientras que el cambio desde CAD a BIM está ya justificado con los beneficios obtenidos durante la fase de diseño, BIM todavía ofrece más beneficios durante la construcción y operativa de los edificios. (Graphisot, 2014).

Patrick MacLeamy, CEO de HOK (Hellmuth-Obata-Kassebaum), una de las mayores firmas de arquitectura del mundo, hizo una presentación en la sesión general de BIM en la convención nacional AIA (American Institute of Architects) de 2005 donde introdujo el gráfico universalmente conocido como la "curva MacLeamy". Introdujo en el eje de las abscisas las distintas fases del proyecto en el tiempo, desde su diseño conceptual, su desarrollo y documentación hasta su construcción, en el eje de las ordenadas represento el esfuerzo dedicado a cada una de estas fases, vease la figura.



**Grafico N° 10. Impacto del flujo de trabajo con BIM**

Fuente: Blog de ingeniería para disfrutar - MacLeamy Curve

- La línea 1 indica que el esfuerzo es mayor cuando se toman las decisiones durante el proceso de diseño y construcción.
- La línea 2 indica que el costo debido a los cambios durante la construcción es cada vez mayor a medida que avanza el proyecto. Es evidente que tener que corregir las cosas mal diseñadas es molesto, fastidioso y con una pérdida de tiempo y de dinero!!!.
- La línea 3 indica cómo el flujo tradicional de trabajo 2D CAD, distribuye la mayor parte del esfuerzo en la etapa de documentación.
- La línea 4 muestra cómo se distribuye el flujo de trabajo con BIM, la curva se desplaza hacia la izquierda, es decir el mayor esfuerzo se requiere en fases previas.

Del gráfico se concluye que con herramientas BIM, al concentrar más esfuerzo durante la fase de diseño, es posible detectar en esta etapa inconvenientes desde que se empieza a modelar en 3D, y que se evitan durante la construcción, el costo y el esfuerzo durante la construcción serán mucho menores, al haber dejado definido casi por completo el proyecto en fases previas.

Sin embargo con la metodología tradicional el mayor tiempo se invertira en retrabajos, cualquier cambio de diseño que no hubiere sido definido con anterioridad, se producira en las fases de construccion por lo que aumentara significativamente el costo y esfuerzo.

### **2.2.12 Usos de BIM**

Según (Graphisoft, 2014) BIM tiene los siguientes usos:

#### **(a) Visualización 3D**

Aunque puede haber varias metas diferentes para la creación de un modelo BIM que pueden diferir tanto en su enfoque, alcance, complejidad, nivel de detalle y la profundidad de la información incorporada al modelo 3D por supuesto, el uso más trivial de un modelo BIM es para realizar bonitas visualizaciones del edificio que se va a construir. Esto ayuda tanto a tomar una decisión de diseño mediante la comparación de diferentes alternativas como para "vender" el diseño al cliente o incluso a la comunidad local.

#### **(b) Gestión de Cambios**

Puesto que los datos se almacenan en un lugar central en un modelo BIM cualquier modificación del diseño del edificio se replicará automáticamente en cada vista, tales como planos de planta, secciones (cortes) y alzados (elevaciones). Esto no sólo ayuda a la creación de la documentación de forma más rápida sino que también proporciona la garantía de calidad rigurosa en la coordinación automática de los diferentes puntos de vista.

#### **(c) Simulación del Edificio**

Los modelos BIM no solo contienen datos arquitectónicos sino también toda la información interna del edificio, incluyendo todos los datos de ingeniería como las carga de la estructura, los conductos y tuberías de los sistemas e incluso la información sobre sostenibilidad (BIM-6D),



permitiéndonos realizar simulaciones de las características del edificio por adelantado.

**(d) Gestión de Datos**

BIM contiene información que no se ve representada en los planos. La información sobre el calendario, por ejemplo, clarifica los recursos humanos necesarios, la coordinación y todo lo que pueda afectar a la agenda del proyecto. El costo es también la parte del BIM que nos permite saber el presupuesto estimado del proyecto en cada fase del tiempo durante el cual se ejecuta (BIM-5D)

**(e) Operatividad del Edificio**

No hace falta decir que todos los datos insertados en el modelo BIM no son útiles solamente durante las fases de diseño y construcción sino que pueden utilizarse durante todo el ciclo de vida del edificio, ayudando a reducir su costo de operación y mantenimiento, la magnitud de los cuales son en definitiva mucho mayores que el costo de su construcción.

Conceptualización y Análisis	Diseño y Documentación	Construcción	Mantenimiento y Operaciones
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Programación</li> <li>▪ Análisis Geográfico</li> <li>▪ Análisis Lumínico</li> <li>▪ Análisis de Confort Climático</li> <li>▪ Análisis Estructural</li> <li>▪ Evaluación LEED</li> <li>▪ Etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Auditoria</li> <li>▪ Generación de Planos</li> <li>▪ Interferencias</li> <li>▪ Metrados</li> <li>▪ Presupuestos</li> <li>▪ Validación de Normas &amp; Códigos</li> <li>▪ Etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Constructabilidad</li> <li>▪ Planeamiento (Alineado a LEAN)</li> <li>▪ Control de Avance de Obra</li> <li>▪ Administración del Pedido de Materiales</li> <li>▪ Programación de Obra / Secuencia Constructiva</li> <li>▪ Modelo "As-Built"</li> <li>▪ Etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Administración General</li> <li>▪ Análisis de Sistemas</li> <li>▪ Control de Inventario</li> <li>▪ Planeamiento Espacial</li> <li>▪ Planeamiento de Desastres</li> <li>▪ Etc.</li> </ul>

**Grafico N° 11. Cuatro grandes áreas de BIM**

Fuente. CAPECO 2016

Según (CAPECO, 2014), Con Tecnología BIM podemos desarrollar proyectos desde la etapa conceptual hasta llegar al mantenimiento y

operaciones de la edificación. La Tecnología BIM se divide fundamentalmente en las siguientes 4 grandes áreas:

### **2.2.13 BIM en el mundo**

El cambio del modelo tradicional a un entorno BIM no solo se viene dando desde las iniciativas particulares de profesionales y empresas, sino que las administraciones públicas ya están comprobando los beneficios que puede aportar. Esto se debe a que esta metodología está demostrando su efectividad para la reducción del grado de incertidumbre que tiene todo proyecto de construcción. Si se reduce el grado de incertidumbre, se acotan las desviaciones presupuestarias y de plazo de ejecución de las obras y, además, donde de verdad se aprecia los beneficios que BIM aporta es en el posterior mantenimiento y explotación de los edificios construidos, aspecto fundamental para la administración inmobiliaria.

#### **BIM a nivel internacional**

Un referente en tecnologías BIM en América Latina es el país de Chile, que elaboró una encuesta nacional BIM 2016, donde contiene algunos puntos importantes sobre BIM a nivel internacional, expresados por algunos especialistas, véase los siguientes párrafos extraídos del documento en mención:

Charles Matta, director asociado de información GSA gobierno de EEUU, indica que en algunos países, los mandantes públicos han jugado un rol clave impulsando la implementación de BIM entre arquitectos, ingenieros y constructores (por ejemplo, en Estados Unidos, Finlandia, Noruega, Holanda, y más recientemente, Reino Unido). En estos países, las instituciones públicas, privadas y académicas han colaborado para mandar estándares abiertos en la industria del software BIM. En otros países, la adopción de BIM se ha iniciado entre profesionales de la AEC que han visto en la tecnología una oportunidad para innovar en el desarrollo de sus proyectos. En el primer caso, la

implementación de BIM está motivada principalmente por la necesidad de lograr una mayor eficiencia energética y sustentabilidad requerida por ley, un menor tiempo de desarrollo de proyecto para un mayor retorno de inversión, o una integración con la gestión de la operación (facility Management) a lo largo de todo el ciclo de vida del edificio. En el segundo caso, la implementación de BIM está motivada principalmente por la competencia de arquitectos e ingenieros por una mayor eficiencia en la generación de documentos de diseño y construcción, con menos errores y omisiones. En última instancia, la implementación de BIM, ya sea influenciada por mandantes públicos, privados o por los propios profesionales de la AEC, convergerá como la integración total de todas las disciplinas en la optimización del proceso de diseño-construcción-operación. El desarrollo de un estándar nacional BIM ayudaría a acelerar esta convergencia.

Según Adrian Malleson, jefe de investigación, análisis y pronósticos de la NBS, Reino Unido tiene una posición ventajosa en la adopción de BIM. El gobierno de Reino Unido ha mandado el uso de BIM en todos los proyectos públicos desde abril del 2016, dando un aviso con suficiente anticipación como para que toda la industria estuviera preparada. Esta acción ha dado un fuerte impulso a la adopción de la tecnología. Sin embargo, tan importante como el propio mandato, han sido las oportunidades que se han creado para mostrar los beneficios del uso de BIM. El éxito del uso de BIM en los proyectos piloto del gobierno han sido lo que ha motivado su adopción en los privados.

Según el Dr. Mohamad Kassem, consultor de EUBIM, La tecnología BIM representa una gran oportunidad para cambiar la rigidez de la actitud del sector construcción hacia el cambio y la innovación. La aplicación de BIM en proyectos de todo el mundo ha demostrado que no solo revoluciona la forma en que se desarrollan los proyectos, sino también trae reales oportunidades de innovación, de hecho, BIM es ahora considerado un factor clave de la digitalización que armoniza nuestra industria con paradigmas emergentes dentro de nuestro entorno

construido, como la internet de las cosas (IoT), edificios y sensores inteligentes, conectividad en línea y big data. Todos los participantes de la industria tienen un papel que desempeñar en la capitalización de las oportunidades que BIM ofrece, y son claves en el aumento de la probabilidad de su adopción exitosa. El sector público, las instituciones educativas, las organizaciones de la construcción, los desarrolladores de tecnología, las asociaciones industriales, las comunidades profesionales, y los promotores tecnológicos tienen papeles distintos y complementarios dentro del esfuerzo global de la adopción de BIM, entonces es muy probable que el resultado sea un cambio de raíces profundas y prolongadas. el sector

La implantación del BIM en Reino Unido ha crecido rápidamente tanto por el impulso de la administración pública, como su rápida adopción en las empresas inglesas y escocesas, así como por la presión que la llegada de empresas de EE.UU., Suecia, Finlandia, Holanda, Australia o Dinamarca, avanzadas potencias BIM, han supuesto para el mercado británico, y hoy, con números oficiales y públicos, el hecho de que en 2016 el BIM sea obligatorio es solo la constatación oficial de que en Reino Unido ya se idea, diseña, construye, gestiona, y explota económicamente los edificios en BIM, tras comprobar que todos los objetivos que leíamos en el anterior párrafo, se conseguían, e incluso se superaban.

En Suiza, existe una guía Open BIM que ayuda a los usuarios a desarrollar una metodología BIM en colaboración con unos estándares y regulaciones de la Sociedad Suiza de Ingenieros y Arquitectos. Algo que puede ser muy útil para el casi 91% de los encuestados del informe sobre BIM publicado por la Universidad Tecnológica de Génova, que prevén utilizarlo en un período de tres meses.

En España el año 2017 debe adoptarse los estándares IFC, guías, clasificaciones y procesos de entrega del modelo digital pensando en cada fase del proyecto constructivo, de su ejecución, del

mantenimiento posterior y de su integración en la ciudad. En el 2018 los equipamientos y las infraestructuras públicas de presupuesto superior a 2 M€ deberán producirse en BIM en las fases de Diseño y Construcción. Y finalmente el 2020 todos los equipamientos y las infraestructuras públicas deberán producirse en BIM en todas las fases: diseño, construcción y mantenimiento. Circunscribir este objetivo a todos los proyectos de obra nueva y rehabilitación.

El Departamento Nacional de Transportes de Infraestructuras de Brasil está adoptando el BIM con la esperanza de disminuir un 30% los costes a lo largo del ciclo de vida de un edificio. Ya se ha trazado una ruta estratégica con la intención de reajustar el acercamiento del gobierno Brasileño a los grandes proyectos, mejorando su previsibilidad y seguridad, así como el ahorro de tiempo y dinero.

El gobierno chileno ha introducido ya un plan BIM que dura 10 años y que pretende alcanzar los requisitos del BIM para proyectos públicos de cara al 2020 y para los privados, en 2025. El BIM Forum Chile es la principal referencia técnica y punto de encuentro en Chile alrededor del BIM, generando proyectos y actividades que añaden valor al negocio y a los profesionales en el sector de la construcción.

### **BIM a nivel Nacional**

A nivel nacional se tiene el Comité BIM del Perú, que pertenece al Instituto de la Construcción y el Desarrollo (ICD) de la Cámara Peruana de la Construcción CAPECO. Está integrado por profesionales con experiencia aplicando BIM en todas las etapas de un proyecto. Está conformado por profesionales tanto independientes como integrantes de las diferentes empresas de la industria de la construcción, involucrados en las diferentes etapas de la vida de un proyecto. Nace en el año 2012, desvinculada de cualquier desarrollador de software o entidad gubernamental, motivado por la necesidad de promover el ingreso de la

industria en el manejo de este sistema, para orientar este proceso de manera ordenada y programada (CAPECO, 2014).

El sector privado también ha hecho uso de las herramientas BIM, tomando impulso en renombradas constructoras en el Perú como son Graña y Montero, COSAPI, MARCAN, AESA, DCV Consultores, entre otros.

En el Perú existen cientos y miles de clientes de Autodesk, que utilizan desde el tradicional autocad hasta soluciones más sofisticadas, incluso hoy en día algunos usuarios cuentan con los productos BIM, el problema es la adopción y que lo empiecen a utilizar, esa adopción es cada vez más rápida. Ya que se viene dando impulso en capacitaciones sobre la tecnología BIM.

#### **2.2.14 Selección de la herramienta BIM**

A la hora de seleccionar una herramienta BIM, se debe pensar en que la herramienta debe soportar todo el ciclo de vida de la edificación, y sobre eso particularmente debe soportar la aplicación de instalación específica en este caso domótica.

Uno de los principales puntos para seleccionar la herramienta BIM, es que se debe contar con catálogos, familias BIM de dispositivos domóticos, listos para ser empleados en la generación de alternativas de instalaciones domóticas. Es importante también el costo de la licencia del software, aunque no es relevante. De forma general para la selección de la herramienta BIM se considera los siguientes puntos:

##### **¿Cuál es la "profundidad" soportada del modelo BIM?**

Modelos de comunicación utilizados para el diseño esquemático a través de visualización 3D, modelos de información inteligente "reales" de la construcción.

##### **¿Cubre la solución BIM el flujo de trabajo completo?**

La herramienta de creación BIM debería cubrir completamente el flujo de trabajo BIM sin tener que estar cambiando de herramienta y/o de flujos de trabajo en mitad del proyecto, empezando por el diseño conceptual hasta el desarrollo de la documentación del diseño de la construcción, la administración y gestión de la construcción y, finalmente, la gestión de instalaciones.

### **¿A qué nivel soporta la solución BIM la interoperabilidad?**

Las herramientas BIM también necesitan ser compatibles entre sí a nivel de procesos o de flujos de trabajo. Al tratarse de equipos de diseño interdisciplinarios que necesitan colaborar en diferentes aspectos del diseño del mismo edificio.

### **¿Soporta la solución BIM la colaboración basada en el modelo a tiempo real?**

De qué forma está diseñado el modelo BIM y el proceso para ser creado, de cara a que sea capaz de soportar el trabajo de diseño compartido en tiempo real para equipos y proyectos de cualquier tamaño.

### **¿Tiene la solución BIM suficiente rendimiento como para soportar proyectos grandes/complejos?**

Cual es el tamaño máximo soportado/recomendado del proyecto y de qué forma son soportados los últimos avances en tecnología como los 64bits y los multiprocesadores de forma conjunta y al mismo tiempo por la aplicación BIM.

### **¿Soporta la solución BIM los estándares locales y ofrece contenido local suficiente?**

BIM soporta los estándares de diseño locales y si tiene contenidos locales como elementos constructivos inteligentes, plantillas de listados y esquemas locales y grupos de atributos que siguen los estándares locales.

## **2.3 EDIFICIOS INTELIGENTES**

### **2.3.1 Definición de edificio inteligente**

Antes de determinar lo que es un edificio inteligente es necesario definir lo que significa el término edificio, "Por edificio se entiende una estructura o un grupo de estructuras, diseñadas como lugar de trabajo o habitación, tales como oficinas, departamentos, hospitales, universidades, edificios de gobierno, laboratorios industriales, fábricas y casas habitación." (Finley, 1991)

La razón de ser de toda infraestructura es la de proveer algún tipo de servicio y apoyo a las actividades del hombre. Pero estos servicios y actividades han ido evolucionando y han sufrido profundos cambios, donde muchos de estos cambios son adjudicados al desarrollo desmesurado de la computación en todo el mundo. De ahí que las estructuras (o edificios) han tenido que cambiar también para albergar dichos servicios y satisfacer las necesidades del hombre de hoy. Y es de aquí de donde surge un nuevo concepto: el Edificio Inteligente.

De esto se concluye que la definición es la siguiente:

“Un Edificio Inteligente se define como una estructura que ofrece a sus usuarios y administradores un conjunto coherente de herramientas y facilidades. Está diseñado para poder cubrir todos los posibles adelantos tecnológicos, siempre tomando en cuenta las necesidades reales de los usuarios y administradores del edificio. La finalidad de un edificio inteligente es la de proporcionar un ambiente de confort y seguridad, para maximizar la productividad y la creatividad así como hacer que la gente se sienta a gusto en su lugar de trabajo. Además este tipo de edificios debe proporcionar medios para un mantenimiento eficiente y oportuno, todo lo anterior, minimizando los costos.” (Kirschning, 1992)



Un edificio inteligente es el producto de la convergencia de diversas disciplinas (Finley, 1991):

- ✓ Arquitectura
- ✓ Diseño de interiores
- ✓ Diseño de muebles y equipos
- ✓ Tecnologías de acondicionamiento del aire
- ✓ Tecnologías de cableado de edificios
- ✓ Sistemas locales de comunicación
- ✓ Sistemas computacionales
- ✓ Automatización de oficina, fábrica y hogar
- ✓ Factor humano y ergonomía
- ✓ Estudios ecológicos y ambientales

Una de las principales características de un edificio inteligente es, el de ser concebido de tal forma que sea flexible a cambios futuros, como podrían ser: incorporar nuevas tecnologías, actualización de equipos y cambios en la distribución interna de las oficinas, entre otros. Incluso se dice que la única característica que tienen en común todos los edificios inteligentes es una estructura diseñada para acomodar cambios de una manera conveniente y económica.

Un edificio inteligente incorpora sistemas de manejo de información que soportan el flujo de ésta a lo largo de todo el edificio (flujo de información interno y externo). Esto permite que el edificio inteligente ofrezca servicios avanzados de:

1. Automatización de actividades.
2. Telecomunicaciones.

Ello permite además:

3. Control automatizado.
4. Monitoreo.

5. Administración y mantenimiento efectivos de los distintos subsistemas o servicios del edificio, de forma: óptima e integrada, local y/o remota.

Desde esta perspectiva, un edificio inteligente es la integración de una gran gama de servicios y sistemas que son controlados, monitoreados y administrados por un equipo central.

El diseño de un edificio inteligente requiere del trabajo de un conjunto de expertos en diversas áreas, tales como, computación y telecomunicaciones, construcción, diseño de interiores e incluso ecología. (Akimaru, 1991).

### **2.3.2 Perspectiva arquitectónica**

Los edificios inteligentes son aquellas edificaciones en la que se interviene desde la concepción del proyecto, la aplicación integral de los conceptos que nos delinea actualmente la arquitectura y la tecnología para provocar los “AMBIENTES” más funcionales y satisfactorios para sus ocupantes “hacer la vida mas facil”. Al integrar los conceptos arquitectónicos y tecnológicos en un proyecto ejecutivo y en la aplicación de todas las ingenierías necesarias para el desarrollo de la obra se está dando como resultado una edificación inteligente.

### **2.3.3 Perspectiva tecnológica**

El concepto de la alta tecnología de los edificios inteligentes fue introducido en Estados Unidos a principio de los 80's. Aunque no existe una definición formal, los edificios inteligentes usan componentes electrónicos y de alta tecnología. De hecho, la Academia Nacional de Ciencias en Washington, DC tiene un comité que se ocupa del manejo electrónico de los edificios, en el reconocimiento de los aspectos electrónicos de un edificio inteligente y se puede dividir la operación en cuatro categorías:

- Eficiencia del Consumo de Energía

- Sistema de aseguramiento de Vidas
- Sistemas de Telecomunicaciones.
- Automatización de áreas de trabajo.

#### **2.3.4 Aspectos técnicos constructivos**

La planeación, es el análisis y evaluación de todas las condicionantes de la ubicación del área o las áreas donde se desarrollará el proyecto y la edificación.

- a) Análisis y evaluación de todas las condicionantes de la ubicación del área donde se desarrollará el proyecto y la construcción.
  - Colindancia
  - Topografía y características del área o terreno
  - Tipo de suelo, capacidad de carga
  - Infraestructura existente, agua, luz, teléfono, pavimento, banquetas y otros.
  - Orientación y asoleamiento
- b) Investigación y evaluación del contenido de la edificación.
  - Investigación del contenido, espacios, necesidades, etc., de los ocupantes.
  - Elaboración del programa arquitectónico.
- c) Análisis y evaluación de sistemas y procedimientos constructivos.
  - Materiales y sistemas constructivos de vanguardia
  - Sistemas constructivos prácticos, limpios, dinámicos
  - Sistemas con materiales para aislamientos térmicos
  - Sistemas con materiales que reduzcan tiempos y costos
- d) Anteproyecto
  - Elaboración de propuestas de solución

e) Proyecto ejecutivo

- Diseño arquitectónico detallado.
- Diseño estructural – cimientos, estructura principal, entresijos y techumbres, detalle de procesos constructivos.
- Diseño de ingeniería para instalaciones hidrosanitarias, equipo hidroneumático, sistema de riego en áreas verdes, aprovechamiento de aguas residuales reutilizables en riego
- Diseño de ingeniería para instalaciones de gas (si el proyecto lo requiere), sistema estacionario o por tubería con ramificaciones internas.
- Diseño de ingeniería para instalaciones eléctricas, alumbrado exterior e interior programados, fuerza a electrodomésticos y equipos, balance de circuitos, criterios para ahorro de energía eléctrica.
- Diseño de ingeniería para instalaciones del aire acondicionado, determinación de acuerdo a cálculos, zonificación y/o individualización de espacios para cada equipo, ductería en su caso y aplicación de criterios para lograr alta eficiencia y ahorro de energía eléctrica.
- Diseño de ingeniería para instalaciones de sistema de redes.
- Diseño de ingeniería para sistema contra incendio, depósito de agua, red de distribución a salidas para mangueras en interiores, salida de aspersores en plafones, sensores de humo y calor, alarmas, rutas de evacuación.
- Integración de ingeniería de redes para lograr el modelo de edificación “CONECTADA”, aplicación de los criterios de cableado estructurado para edificios comerciales o casa habitación residencial, sistemas inalámbricos y aplicaciones constructivas para crear sistemas de navegación gráfica y subsistemas remotos

f) Acciones programadas para efectos determinados

- Iluminación externa e interna (horario programado), configuración de luces, audio y video.
- Aire acondicionado (horario programado).
- Equipo hidroneumático y sistema de riego (horario programado).
- Sistema de voz, datos, seguridad, circuito cerrado, control de acceso, alarma, etc.
- Sistema de control para el funcionamiento de electrodomésticos.

### 2.3.5 Beneficios de edificios inteligentes

A. **Para los administradores:** Un edificio inteligente proporciona a sus administradores un conjunto de facilidades para su mantenimiento, así como para la comunicación hacia dentro y hacia afuera del edificio permitiendo un control eficiente y económico, vigilancia, seguridad contra fuego, monitoreo, sistema de alarma (aviso a los ocupantes dentro del edificio, a la policía, a los bomberos y hospitales).

B. **Para los usuarios:** Un edificio inteligente ofrece a sus usuarios, en su lugar de trabajo, un ambiente seguro, diseñado ergonómicamente y en función de las personas ("People Oriented") para aumentar su productividad y estimular su creatividad. Provee también servicios sofisticados de computación y telecomunicaciones. En hoteles y residencias debe proporcionar un ambiente que sea confortable y "más humano", evitando así los entornos fríos e impersonales. (Instituto Cerdá, 1989)

### 2.3.6 Edificios domóticos e inmóticos

Asociados a las definiciones de edificio inteligente, están los conceptos, más restringidos, de domótica e inmótica.

A. Edificio Domótico, Lo principal a destacar de este término es que al hablar de domótico, nos referimos exclusivamente a edificios destinados a viviendas. Por tanto, el objetivo es asegurar en la

vivienda un aumento del confort, de la seguridad, del ahorro energético y de las facilidades de comunicación, mejorando la calidad de vida.

B. Edificio Inmótico, Si al hablar de domótica nos referíamos a viviendas, al hablar de Inmótica, nos referimos a grandes edificios, La inmótica está orientada no sólo a calidad de vida, sino a calidad del trabajo que se realiza en el edificio. La inmótica ofrece prácticamente las mismas prestaciones que las de una vivienda, pero de acción más amplia y, por lo tanto, más complejas: sensores de todo tipo, acceso desde cualquier terminal a todo el sistema, acceso remoto, preconfiguraciones de funcionamiento de ciertos dispositivos, alerta de seguridad, gestión y eficiencia de la energía eléctrica.

## **2.4 DOMÓTICA**

### **2.4.1 Definición de domótica**

“La domótica es el conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente de la vivienda, que permite una gestión eficiente del uso de la energía, que aporta seguridad y confort, además de comunicación entre el usuario y el sistema”. Esto según CEDOM.

Un sistema domótico es capaz de recoger información proveniente de unos sensores o entradas, procesarla y emitir órdenes a unos actuadores o salidas. El sistema puede acceder a redes exteriores de comunicación o información.

La domótica permite dar respuesta a los requerimientos que plantean estos cambios sociales y las nuevas tendencias de nuestra forma de vida, facilitando el diseño de casas y hogares más humanos, más personales, polifuncionales y flexibles.

El sector de la domótica ha evolucionado considerablemente en los últimos años, y en la actualidad ofrece una oferta más consolidada. Hoy en día, la domótica aporta soluciones dirigidas a todo tipo de

viviendas, incluidas las construcciones de vivienda oficial protegida. Además, se ofrecen más funcionalidades por menos dinero, más variedad de producto, que gracias a la evolución tecnológica, son más fáciles de usar y de instalar.

Paralelamente, los instaladores de domótica han incrementado su nivel de formación y los modelos de implantación se han perfeccionado. Asimismo, los servicios posventa garantizan el perfecto mantenimiento de todos los sistemas.

#### **2.4.2 Domótica en la calidad de vida del usuario**

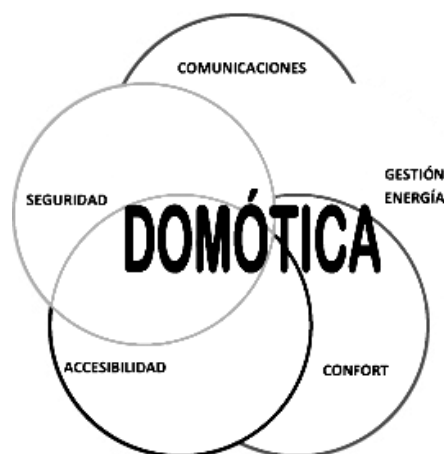
En definitiva, la domótica de hoy contribuye a aumentar la calidad de vida, hace más versátil la distribución de la casa, cambia las condiciones ambientales creando diferentes escenas predefinidas, y consigue que la vivienda sea más funcional al permitir desarrollar facetas domésticas, profesionales, y de ocio bajo un mismo techo.

- Facilitando el **ahorro energético**: gestiona inteligentemente la iluminación, climatización, agua caliente sanitaria, el riego, los electrodomésticos, etc., aprovechando mejor los recursos naturales, utilizando las tarifas horarias de menor coste, y reduciendo así, la factura energética. Además, mediante la monitorización de consumos, se obtiene la información necesaria para modificar los hábitos y aumentar el ahorro y la eficiencia.
- Fomentando la **accesibilidad**: facilita el manejo de los elementos del hogar a las personas con discapacidades de la forma que más se ajuste a sus necesidades, además de ofrecer servicios de teleasistencia para aquellos que lo necesiten.
- Aportando **seguridad** mediante la vigilancia automática de personas, animales y bienes, así como de incidencias y averías. Mediante controles de intrusión, cierre automático de todas las aberturas, simulación dinámica de presencia, fachadas dinámicas, cámaras de

vigilancia, alarmas personales, y a través de alarmas técnicas que permiten detectar incendios, fugas de gas, inundaciones de agua, fallos del suministro eléctrico, etc.

- Convirtiendo la vivienda en un hogar más **confortable** a través de la gestión de dispositivos y actividades domésticas. La domótica permite abrir, cerrar, apagar, encender, regular... los electrodomésticos, la climatización, ventilación, iluminación natural y artificial, persianas, toldos, puertas, cortinas, riego, suministro de agua, gas, electricidad.)
- Garantizando las **comunicaciones** mediante el control y supervisión remoto de la vivienda a través de su teléfono, PC..., que permite la recepción de avisos de anomalías e información del funcionamiento de equipos e instalaciones. La instalación domótica permite la transmisión de voz y datos, incluyendo textos, imágenes, sonidos (multimedia) con redes locales (LAN) y compartiendo acceso a Internet; recursos e intercambio entre todos los dispositivos, acceso a nuevos servicios de telefonía IP, televisión digital, por cable, diagnóstico remoto, videoconferencias, tele-asistencia.

Además, la domótica facilita la introducción de infraestructuras y la creación de escenarios que se complementan con los avances en la Sociedad de la Información:



**Figura Nro 08. Áreas de gestión de la domótica**

Fuente. CEDOM



- **Comunicaciones:** Transmisión de voz y datos, incluyendo textos, imágenes, sonidos (multimedia) con redes locales (LAN) compartiendo acceso a Internet, recursos e intercambio entre todos los dispositivos, acceso a nuevos servicios de telefonía sobre IP, televisión digital, televisión por cable, diagnóstico remoto, videoconferencias, etc.
- **Mantenimiento:** Con capacidad de incorporar el telemantenimiento de los equipos.
- **Ocio y tiempo libre:** Descansar y divertirse con radio, televisión, multi-room, cine en casa, videojuegos, captura, tratamiento y distribución de imágenes fijas (foto) y dinámicas (vídeo) y de sonido (música) dentro y fuera de la casa, a través de Internet, etc.
- **Salud:** Actuar en la sanidad mediante asistencia sanitaria, consultoría sobre alimentación y dieta, telecontrol y alarmas de salud, medicina monitorizada, cuidado médico, etc.
- **Compra:** Comprar y vender mediante la telecompra, televenta, telereserva, desde la casa, etc. Finanzas: Gestión del dinero y las cuentas bancarias mediante la telebanca, consultoría financiera....
- **Aprendizaje:** Aprender y reciclarse mediante la tele-enseñanza, cursos a distancia...
- **Actividad profesional:** Trabajar total o parcialmente desde el hogar, posibilidad viable para ciertas profesiones (teletrabajo), etc.
- **Ciudadanía:** Gestiones múltiples con la Administración del Estado, la Comunidad Autónoma y el Municipio, voto electrónico, etc.
- **Acceso a información:** Museos, bibliotecas, libros, periódicos, información meteorológica, etc.

### 2.4.3 Normativa de domótica

CEDOM<sup>1</sup> apuesta abiertamente por la normalización y certificación de instalaciones domóticas por su utilidad para todos: para las empresas instaladoras porque avala su trabajo, y para los clientes

---

<sup>1</sup> CEDOM Asociación Española de Domótica e Inmótica

(promotores/constructores o usuarios finales) porque la calidad avalada por AENOR<sup>2</sup> les aporta confianza y seguridad.

La certificación de instalaciones domóticas se basa en la especificación de AENOR EA0026: 2006 Instalaciones de sistemas domóticos en viviendas. Prescripciones generales de instalación y evaluación. CEDOM ha participado en la elaboración de esta especificación que prescribe los requisitos mínimos a cumplir por la instalación domótica, además de contemplar la legislación vigente aplicable a este campo. La especificación técnica EA0026, confeccionada por el Comité de Normalización AENOR 202/SC205 fue aprobada en septiembre de 2013 a nivel europeo y se convierte en documento de referencia de la futura norma europea UNE-EN 50491-6-1 "Sistemas Electrónicos para Viviendas y Edificios", que se encuentra en fase de elaboración.

La EA0026 permite certificar instalaciones domóticas de acuerdo a una clasificación de tres niveles que se han definido basándose en el principio de alcanzar un nivel considerado "básico" Nivel 1, "intermedio" o Nivel 2, y el que se corresponde con "excelente" o Nivel 3. Se considera que un sistema es domótico si alcanza el Nivel 1.

CEDOM ha creado una tabla de niveles domóticos para facilitar la evaluación de la instalación domótica a partir de los niveles descritos en la EA0026. Con esta herramienta se pretende asentar los criterios para evitar el mal uso de la palabra "domótica", que en ocasiones se usa como argumento de marketing, para posteriormente incluir unos pocos dispositivos aislados, provocando la decepción del comprador y perjudicando la imagen del sector.

#### **2.4.4 Domótica en el mundo**

La domótica se ha ido desarrollando ampliamente, y con mucha aceptación en diferentes lugares del mundo, como Europa que tiene el

---

<sup>2</sup> AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación

programa ESPRIT (European Scientific Programme for Research & Development in Information Technology), este programa ha pasado por varias fases, por cada fase se han sumado nuevas empresas y en estos momentos podemos decir que se encuentran representados todos los países de la CEE (Comunidad Económica Europea). En Francia la domótica ha alcanzado un nivel satisfactorio, se han creado diferentes protocolos como Batibus, GHS, X2D, Mediabus en Francia y EIBus. En Estados Unidos Se han orientado hacia lo que es un hogar interactivo o intercomunicado, con servicios como teletrabajo, tele enseñanza, etc. Este ha sido el primer país en promover y realizar un estándar para el hogar domótico. Este estándar se llama CEBus (Consumer Electronic Bus). En 1984 se lanzó el proyecto “Smart House” originado por NAHB (National Association of Home Builders). En Japón su orientación, a diferencia de la Norte Americana, se ha dirigido más a un hogar automatizado, no a un hogar interactivo, la asociación más representativa de Japón es la EIAJ (Electronic Industries Association of Japan) con su proyecto de bus (Home Bus System). En España se tiene mucho desarrollo y el CEDOM (Comité Español para la Gestión Técnica de Edificios y Viviendas) es el responsable de llevar adelante la domótica.

#### **2.4.5 Domótica en el Perú**

En el Perú encontramos algunas empresas que se han interesado en el rubro y que han ingresado al mercado durante la última década. Entre ellas encontramos a empresas como ABB, Grupo CONAUTI, BTICINO, LCN, ACTIVA, entre otras. La característica en común que tienen estas empresas es que los sistemas que ofrecen son conformados por equipos importados de Europa y Asia en su mayoría (Guzman, M. & Burga, R., 2014).

Existen muchas empresas en diferentes países generando gran desarrollo en la domótica, pero en el Perú ésta es una tecnología que se encuentra sin mucho desarrollo en la actualidad. Una de las principales

razones es que la mayoría de los profesionales de las carreras afines no se encuentran investigando ni desarrollando temas relacionados a este tipo de tecnología (Rodríguez, 2012).

En cuanto a las características de la comunicación de los sistemas domóticos ofrecidos en nuestro país, encontramos que estos se basan únicamente en medios inalámbricos o en sistemas de cableado estructurado, lo que origina que los equipos tengan un elevado costo de adquisición en el primer caso o un elevado costo de instalación en el segundo, ya que se hace necesario el cableado adicional para la comunicación en viviendas que ya han sido construidas sin este.

Debido a la falta de difusión de información de esta tecnología, podemos decir que no existe una suficiente cultura domótica en el Perú. El cliente, frente a la domótica, realmente no sabe que solicitar o que criterios elegir a la hora de la compra. No se conoce realmente en qué consiste y se ve como una necesidad superflua, un gasto innecesario o lujoso desde el punto de vista del cliente. Además, se percibe como algo muy costoso todo lo relacionado a la domótica. Existe también el problema de desconocimiento de la tecnología, es decir el cliente se siente incapacitado para manejar aparatos complicados en base a tecnologías demasiado complejas para ellos. Por ende, el desarrollo de la domótica tiene que ir de la mano con la correcta difusión de esta tecnología. El Perú tiene la posibilidad de adquirir y desarrollar esta tecnología, si bien se sabe esto significaría una inversión inicial, la calidad de vida del usuario se vería mejorada, incrementando la seguridad, el confort y generando un considerable ahorro.

#### **2.4.6 Aporte de la domótica al mercado inmobiliario**

##### **Al usuario final**

La domótica contribuye a mejorar la calidad de vida del usuario que estará más satisfecho, se sentirá seguro en su domicilio, disfrutará de un hogar confortable, gastará menos porque ahorrará más, y establecerá un

mayor compromiso con el medio ambiente, y como consecuencia de ello, se sentirá “orgullosa/a” de su hogar.

Asimismo, la aplicación de la domótica a las tareas cotidianas del hogar permite un mayor aprovechamiento del tiempo que pasamos en casa, que hoy día tiende a ser cada vez menor.

### **Al promotor y/o constructor**

Constantemente surgen nuevas aplicaciones fruto del desarrollo tecnológico para dar solución a nuevas necesidades. La domótica incorporada en la vivienda, como un valor diferenciador, le aportará la posibilidad de ofrecer, como promotor y/o constructor, viviendas con más y nuevas prestaciones que le ayudarán a reducir el periodo de comercialización, ya que su inclusión revalorizará el valor de tasación de la misma. Podrá implantar aplicaciones destinadas a zonas e instalaciones comunes, introduciendo la tecnología como soporte a la sostenibilidad especialmente en lo referente a la gestión de la energía.

### **2.4.7 Previsión de futuro domótico**

La Domótica y la Inmótica han experimentado una considerable evolución a nivel tecnológico ya que los sistemas de automatización y control cada vez son más fáciles de instalar, pueden realizar más funciones y son de manejo más sencillo. Además, la rápida evolución de las Tecnologías de la Información y la Comunicación ha propiciado que los sistemas de automatización y control puedan controlarse remotamente a través de dispositivos móviles como tabletas, teléfonos u ordenadores portátiles.

También se ha avanzado mucho en la integración de sistemas que funcionan con protocolos de comunicaciones distintos o para ampliarlos según las necesidades del cliente.

Todos estos progresos han generado que los sistemas domóticos e inmóticos se puedan instalar en cualquier tipo de vivienda o edificio:

protección oficial, vivienda libre, nueva construcción, existente, unifamiliares aisladas, adosadas o en bloque.

## **2.5 MARCO CONCEPTUAL**

### **Director BIM**

Es el que toma las grandes decisiones, la primera, implementar el propio sistema BIM. Es la figura que decide que programas se van a implementar en cada una de las áreas, hasta donde va a llegar la implementación y los distintos agentes que van a colaborar.

### **BIM manager**

“El maestro de llaves”, la figura clave en un entorno BIM. Es el perfil con más peso dentro de los engranajes de la maquinaria. Persona con conocimientos BIM capaz de gestionar toda la información recibida e integrada dentro de la aplicación.

### **Diseñador BIM**

Arquitecto, ingeniero o similar con los conocimientos necesarios tanto en su especialidad como en el manejo de las herramientas para desarrollar la parte del proyecto que le corresponde.

### **Modelador BIM**

Profesional que desarrolla la parte material del modelado, llevándolo al LOD necesario.

### **Incompatibilidad**

El calificativo “incompatibilidad”, es un término muy usado en la industria de la construcción para referirse a la incoherencia de cierta información proporcionada por los planos o especificaciones técnicas cuando estos documentos tienen inconsistencias, errores y omisiones (Alcántara, 2013).

## **Interferencias**

Son deficiencias encontradas en los planos, que al no ser detectadas a tiempo generan en obra (campo) una interrupción espacial debido a la ubicación de un elemento sólido que impide la correcta instalación, montaje o construcción de algún otro elemento. (Alcántara, 2013).

## **Interoperabilidad**

Intercambio de información digital entre los modelos de BIM. (Autodesk, 2013).

## **Modelo BIM-3D**

Un modelo BIM consiste en los equivalentes virtuales de los elementos constructivos y piezas que se utilizan para construir el edificio. (Graphisoft, 2014).

## **Planos**

Compendio de instrucciones que permiten la construcción o fabricación de un diseño. Es un Documento Técnico Legal que debe cumplir con estándares que garanticen su correcta interpretación. Un plano contiene información no dibujos. (Álvarez, 2012).

## **AEC**

Profesionales de arquitectura, ingeniería y construcción, por sus siglas en ingles.

## **MEP**

Extensión de Revit MEP referido al diseño de ingeniería mecánica eléctrica y de plomería (MEP)

## **Automatización**

La automatización es la ciencia que estudia y aplica métodos cuyo objetivo es sustituir a un operador humano por un operador artificial en la ejecución de una tarea física o mental previamente programada, para facilitar la vida de los seres humanos. (Segura, 2009)

## **Domótica**

Son los sistemas de automatización centralizados o descentralizados, capaces de recoger información proveniente de unas entradas (sensores o mandos), procesarla y emitir ordenes a unos actuadores o salidas, con el objeto de conseguir confort, gestión de la energía o la protección de personas, animales y bienes.

## **Nodo**

Es cada una de las unidades del sistema capaces de recibir y procesar información.

## **Actuador**

Es el dispositivo encargado de realizar el control de algún elemento del sistema.

## **Dispositivo de entrada**

Es un sensor, mando a distancia, teclado u otro dispositivo que envía información al nodo.

## **Sistemas centralizados**

Sistema en el cual todos los componentes se unen a un nodo central que dispone de funciones de control y mando.



### **Sistema descentralizado**

Sistema en que todos sus componentes comparten la misma línea de comunicación, disponiendo cada uno de ellos de funciones de control y mando.

### **BUS**

Línea de intercambio de datos a la que se pueden conectar gran cantidad de componentes, permitiendo la comunicación entre estos, los componentes que se pueden conectar pueden ser nodos, actuadores o dispositivos de entrada.

### **Punto de acceso al usuario (PAU)**

Es el elemento en el que comienza la red interior de telecomunicación del domicilio del usuario.

### **Protocolo**

Es el lenguaje de comunicación entre sistemas, con el objeto de establecer la transmisión de datos con un sistema central o entre si, de forma ordenada.

# **CAPÍTULO III**

## **PROPUESTA TECNICA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1 FUNDAMENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

Los llamados edificios inteligentes no lo son por su arquitectura revolucionaria, ni por el acabado de los materiales, sino porque integran de modo eficiente oportunidades digitales y los diferentes niveles de automatismos a sus posibilidades arquitectónicas y constructivas. Un edificio de este tipo busca tres grandes objetivos: confort, ahorro de recursos y seguridad, incluyendo la optimización de su gestión, su coste e impacto a lo largo de todo su ciclo de vida.

Hasta épocas bien recientes se consideraba que bastaba con la implementación de automatizaciones en el edificio para considerarlo edificio inteligente. Hoy en día el concepto abarca desde el diseño hasta la posterior gestión del edificio con la optimización de los recursos de forma eficiente.

La presente propuesta, plantea trabajar partiendo desde el diseño con un modelo inteligente del edificio basado en tecnología BIM, este modelo da soporte a las instalaciones domóticas, que son automatismos que responden a los servicios solicitados por el usuario, estos servicios son referidos a la gestión energética, seguridad, confort y comunicaciones.

En la presente propuesta técnica se desarrollan procedimientos que incluyen la información y especificaciones necesarias para realizar preinstalaciones domóticas en una edificación de vivienda, empleando el software Autodesk Revit 2017 como herramienta BIM, el objetivo final es obtener un modelo 3D de la edificación sobre el cual se desarrollan las instalaciones domóticas proyectadas. Es importante resaltar que la presente propuesta técnica servirá de referencia para la preinstalación de sistemas domóticos en viviendas, aprovechando las bondades del BIM, finalmente el modelo 3D tiene utilidad práctica para la documentación y ejecución de las instalaciones domóticas propuestas, que tarde o temprano deben concretarse, ya que es el usuario final quien se interesa en los beneficios de contar con una vivienda domótica.

Retomando la noción de edificios inteligentes, para el caso aplicativo de la propuesta será una casa inteligente o vivienda domótica, es conocido que BIM aporta en el diseño, construcción y operación de la edificación, es importante hacer hincapié en la etapa de diseño y en la especialidad de instalaciones domóticas, aclarando se dice:

- Diseño inteligente basado en tecnología BIM, ya que los objetos tridimensionales paramétricos cuentan con toda la información y esta puede ser extraída cuando sea requerida.
- Documentación inteligente basada en BIM, ya que se genera de manera automática y rápida, y es útil a la hora de plantear alternativas.
- Construcción / Instalación inteligente, ya que todos los sistemas están bien definidos, a nivel incluso de prefabricación e industrialización.
- Operación inteligente, servicios/procesos orientados al usuario como es este caso (DOMOTICA/ INMOTICA).

Cabe recordar que al elaborar el proyecto de diseño de una edificación de vivienda, los especialistas participantes elaboran sus diseños individualmente, es decir a partir del diseño arquitectónico, se entrega

los planos a los diferentes especialistas para que continúen con el diseño, el principal inconveniente es que cada uno trabaja por su lado, sin embargo con la tecnología BIM, para este caso Revit, permite trabajar colaborativamente entre todos los profesionales, sobre un único modelo integrado.

Por otro lado el mayor inconveniente es que no se considera al especialista en instalaciones domóticas. Posiblemente porque en nuestro país no está establecida una normativa específica sobre instalaciones domóticas, Y como consecuencia se viene desarrollando instalaciones de sistemas de seguridad, o gestión energética, todo de forma improvisada, lo cual repercute en costos innecesarios para el usuario al momento de implementar algún sistema automatizado en su vivienda.

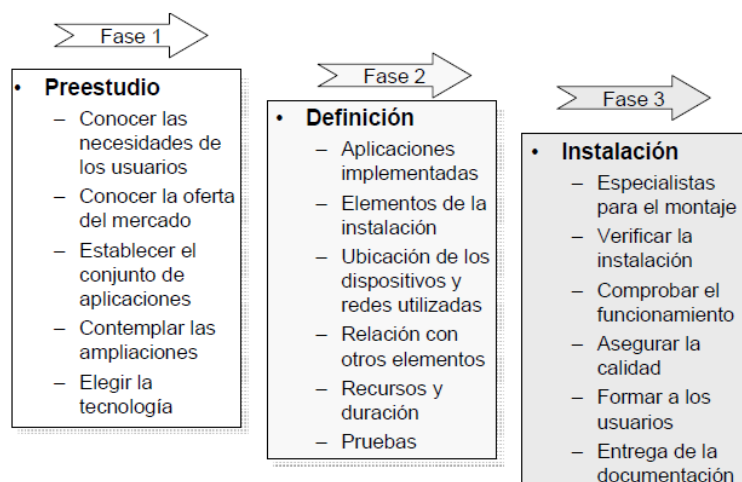
Es momento de retomar un flujo de trabajo integral, basado en el proceso de diseño tradicional, cuya primera etapa es el diseño arquitectónico, hasta llegar al punto donde son necesarias las instalaciones, remarcar que es en esta etapa donde se debe hacer especial énfasis, y poner atención al diseño de instalaciones domóticas, que por su puesto, al ser una especialidad más, tiene su propio flujo de trabajo desde su concepción, documentación y presupuesto.

Como primer requisito para iniciar con las instalaciones domóticas, debe tenerse el diseño arquitectónico en modelo BIM, sobre el cual se proyectara la instalación domótica, el modelo resultante de proyectar las instalaciones domóticas, puede emplearse para extraer información gráfica (renders, planos) e información cuantitativa (tablas de planificación), que permitan documentar un expediente técnico completo sobre el diseño de la edificación, y que permitan continuar con la siguiente etapa que es la instalación del sistema domótico sobre la construcción proyectada.

## 3.2 DESARROLLO TECNICO DE LA INVESTIGACION

### 3.2.1 Proyecto domótico

A la hora de proyectar instalaciones domóticas, es importante conocer la normativa nacional, según el RNE<sup>3</sup> se tiene la EM 020 “instalaciones de comunicaciones”, aclarando que no se tiene una normativa nacional propia específica, para la presente propuesta se referenciara algunos puntos a la normativa española, ya que España es un referente mundial en instalaciones domóticas y cuenta con normativa en idioma español, específicamente las prescripciones establecidas por el CEDOM<sup>4</sup> establecen que las instalaciones domóticas deben seguir la especificación de AENOR<sup>5</sup> EA0026:2006 “Instalaciones de sistemas domóticos en viviendas. Prescripciones generales de instalación y evaluación” y la instrucción técnica complementaria ITC-BT-51 “Instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios”.



**Grafico Nro 12. Fases y criterios en un proyecto domótico**

Fuente. Elaboración del autor

Se debe tener en cuenta de las fases y criterios a la hora de plantear un proyecto domótico, véase la figura 12. La etapa de diseño considera las dos primeras fases y estas comprenden; fase 1 preestudio

<sup>3</sup> Reglamento Nacional de Edificaciones

<sup>4</sup> CEDOM es la Asociación Española de Domótica e Inmótica

<sup>5</sup> AENOR es la Asociación Española de Normalización y Certificación

y fase 2 definicion, estos puntos deben ser estudiadas antes y durante la elaboraci3n del dise1o del sistema dom3tico

### **3.2.2 Determinar las necesidades del usuario**

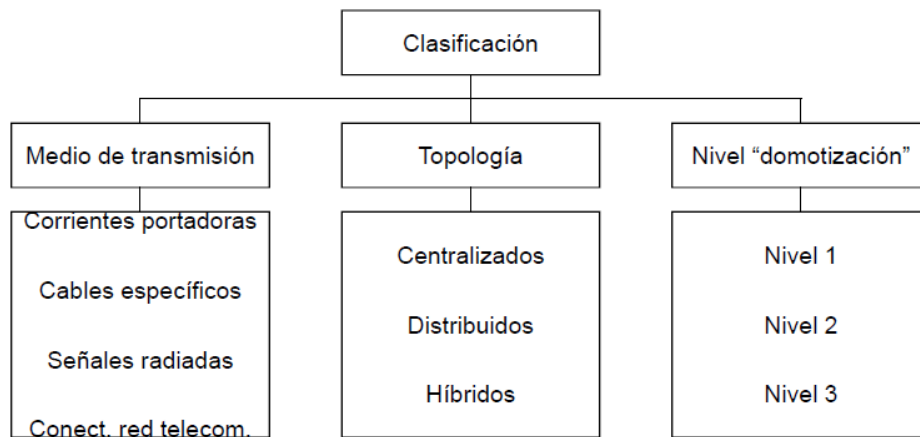
Para determinar las especificaciones del sistema domotico que requiere el usuario, es necesario estudiar el perfil del usuario final del sistema dom3tico que inevitablemente se ver1 influido por el tipo de vivienda que haya proyectado: n1mero de metros cuadrados, de habitaciones, ubicaci3n y orientaci3n, etc. Todo ello determina si la vivienda ser1 habitada por familias con hijos o monoparentales, personas que vivir1n solas, j3venes, personas mayores, una dom3tica dirigida hacia el usuario tendr1 en cuenta esos factores; por ejemplo, si el usuario viaja con frecuencia, le ser1 imprescindible un control de su vivienda a trav1s del tel1fono, simulaci3n de presencia, alarmas.

Mediante la utilizaci3n de un sistema dom3tico, las personas con discapacidad pueden obtener una mejora en el desarrollo de sus actividades que les permita realizar tareas de forma segura, c3moda y sencilla. Del mismo modo, el uso de la teleasistencia y la telemedicina pueden ser de gran ayuda para todas aquellas personas que lo necesiten.

En nuestra sociedad cada vez hay m1s personas de tercera edad, que gracias al uso de un sistema dom3tico adaptado a sus necesidades, pueden disfrutar de su hogar con un alto grado de autonom1a, confort, seguridad e incluso entretenimiento.

### **3.2.3 Tipos de sistemas**

Una vez definido las necesidades de los usuarios, es necesario clasificar el sistema dom3tico propuesto, en funci3n del medio de transmisi3n de las se1ales, topolog1a de la red, nivel de domotizaci3n.



**Grafico Nro 13. Clasificación sistema domotico**

Fuente. Elaboración propia

Los medios de transmisión en un sistema domótico pueden combinar varios de los mismos como son cableados o inalámbricos, véase la figura, debiendo cumplir los requisitos aplicables a cada parte del sistema, de la misma forma la topología que puede ser en estrella, anillo o en bus, da lo mismo decir centralizados, distribuidos y/o mixtos.

### 3.2.4 Niveles de domotización

Para que una vivienda pueda considerarse que dispone de una instalación domótica, el sistema de automatización y control debe cumplir, como mínimo, con el nivel 1 de la tabla de niveles de CEDOM, disponible en [www.cedom.es](http://www.cedom.es).

**Cuadro Nro 01.**

*Niveles de domotización*

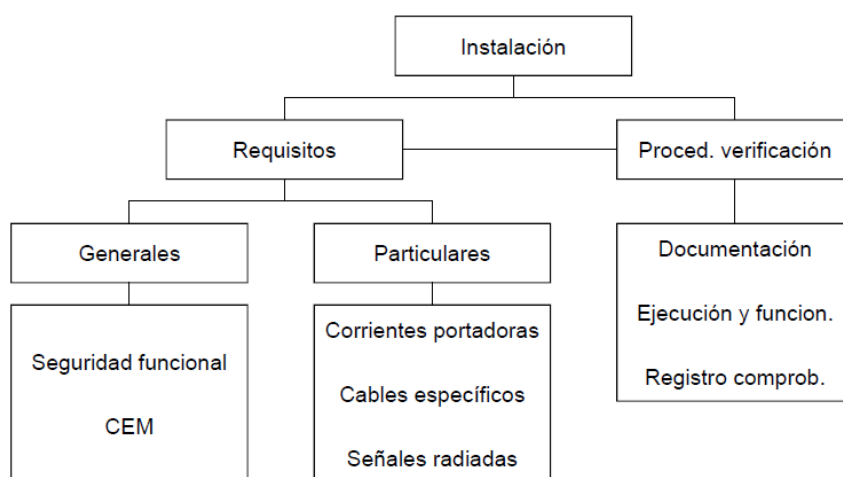
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
<b>Grado domotización</b>	Mínimo	Medio	Alto
<b>Suma mínima ponderada</b>	13	30	45
<b>Funcionalidades mínimas a incluir</b>	3	3	6

Fuente. Elaboración propia

CEDOM ofrece una tabla de evaluación del grado de domotización de las instalaciones domóticas que está basada en la experiencia y conocimientos de expertos en automatización de viviendas y edificios. Un sistema se considera domótico si alcanza el Nivel 1. Su uso es para conocer o definir el nivel de domotización que se desea incorporar en una vivienda.

### 3.2.5 Requisitos generales de la instalación

Todos los nodos, actuadores y dispositivos de entrada deben cumplir, una vez instalados, los requisitos de seguridad y compatibilidad electromagnética CEM que le sean de aplicación.



**Grafico Nro 014. Requisitos generales de instalación**

Fuente. Elaboración propia

Todos los nodos, actuadores y dispositivos de entrada que se instalen en el sistema, deben incorporar instrucciones o referencias, ejemplo, tipos de cable a utilizar, aislamiento mínimo, apantallamientos, filtros.

### 3.2.6 Grados de automatización

Con el fin de satisfacer los niveles de servicios y confort de los usuarios, se establecen dos grados de automatización en las instalaciones domóticas: básico y normal, indicando en cada uno de ellos el número de dispositivos mínimos a utilizar en cada área de aplicación de la vivienda.



## Cuadro Nro. 02

### Grado de automatización básico

FUNCIONALIDAD	APLICACIÓN	DISPOSITIVOS
Seguridad	Intrusión	- Dos detectores de presencia.
	Alarmas técnicas	- Detección de inundación en zonas húmedas (baños, cocina, lavadero, garaje...) asociada a electroválvula de agua
		- Detección de concentraciones de gas butano o natural (si hay suministro de gas), asociada a electroválvula de gas
		- Detección de incendios en cocina.
Confort y ahorro energético	Control de climatización	- Un crono-termostato o equivalente en salón-comedor.
	Control de iluminación	- Detector de presencia para control de la iluminación en zonas de paso
	Control de persianas	- Motorización y control de persianas en el salón y dormitorio principal

Fuente. Elaboración propia

## Cuadro Nro. 03

### Grado de automatización normal

FUNCIONALIDAD	APLICACIÓN	DISPOSITIVOS
Seguridad	Intrusión	- Un detector de presencia por estancia - Contactos magnéticos en las ventana - Detectores de impactos en las ventanas
	Alarmas técnicas	- Detección de inundación en zonas húmedas (baños, cocina, lavadero, garaje...) asociada a electroválvula de agua
		- Detección de concentraciones de gas butano o natural (si hay suministro de gas), asociada a electroválvula de gas
		- Detectores de humo en todas las estancias
Simulación de presencia	- Sistema programable de encendido y apagado de luces	
Confort y ahorro energético	Control de climatización	- Varios crono-termostatos (o equivalente) zonificado la vivienda por estancias
	Control de iluminación	- Detector de presencia para control de la iluminación en zonas de paso - Regulación luminosa en salas de estar con elección de ambientes de iluminación predefinidos
		- Control de los puntos de luz y tomas de corriente más significativas de la vivienda (mínimo 80% de los puntos de luz y el 20% de las tomas de corriente)
	Control de persianas	- Motorización y control de las persianas
	Programación	- Posibilidad de realizar programaciones horarias sobre los equipos controlados (mínimo 12 temporizadores) - Sistemas de gestión de energía
Control de iluminación exterior	- En viviendas con jardín o grandes terrazas se instalará un detector crepuscular o un interruptor horario astronómico para el control de la iluminación exterior	

Fuente. Elaboración propia

### 3.2.7 Documentos de la instalación

La documentación técnica debe incluir, como mínimo, el manual del usuario y el manual del instalador, con los contenidos mínimos establecidos en la guía técnica de aplicación de la ITC-BT-51 "Instalaciones de sistemas de

automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios”.

a) Manual de usuario

El usuario final debe saber las funcionalidades del sistema domótico que le ha sido instalado y cómo funcionan. Los contenidos que deben incluirse en el manual del usuario son:

a) Instrucciones para el correcto uso y mantenimiento de la instalación, en las que se incluyan:

- El esquema unifilar de la instalación del sistema domótico.
- Relación de los dispositivos instalados con sus características técnicas fundamentales.
- Trazado de la instalación del sistema domótico indicando la ubicación de los dispositivos.
- Parámetros y especificaciones de funcionamiento del sistema domótico.

b) Datos para la programación del sistema, incluyendo las explicaciones necesarias que permitan al usuario final cambiar los parámetros preestablecidos por el fabricante o el instalador.

c) Posibilidades de ampliación de la instalación.

d) Declaración de entrega firmada por el instalador, incluyendo la dirección y teléfono de la empresa instaladora y del servicio de mantenimiento o posventa.

b) Manual de instalador

Los contenidos que deben incluirse en el manual del instalador son:

a) Identificación de la instalación: emplazamiento, características básicas, y datos particulares relevantes de la misma.

b) Planos de la instalación:

- Planta general de la vivienda o edificio (la EA es sólo para viviendas).
- Indicación del trazado de los sistemas de conducción de cables, tanto de la red de control del sistema domótico como de la red eléctrica asociada.
- Trazado de la instalación domótica en el que se indique la ubicación de los dispositivos.
- Esquema unifilar de la instalación, con la identificación de los circuitos de control del sistema domótico y los de la red eléctrica asociada, incluyendo las secciones de los cables.

c) Relación de los dispositivos instalados: características técnicas fundamentales e instrucciones de instalación del fabricante de dichos dispositivos.

d) Asignación de entradas y salidas de cada uno de los nodos: entradas y salidas utilizadas con sus direcciones físicas y tipos de señal, localización en la topología del sistema, incluyendo también las no asignadas disponibles para futuras ampliaciones.

e) Parámetros del sistema que se han establecido de acuerdo con las especificaciones de funcionamiento del fabricante de cada dispositivo.

f) Programación de los niveles de aviso y de alarma.

g) Instrucciones del fabricante del sistema completo o de los subsistemas y componentes para la empresa instaladora ya que será ella la que haga la puesta en marcha y verificación del correcto funcionamiento, indicando las etapas apropiadas para asegurar que las partes, componentes, subconjuntos, cableados, etc., están de acuerdo con las normas de instalación.

h) Relación de disposiciones legales y normas con las que se declara el cumplimiento de la instalación.

i) Condiciones y requisitos a cumplir en caso de ampliación o modificación de la instalación.

Ambos manuales deben formar parte de las “instrucciones de la instalación para el correcto uso y mantenimiento”, que se entregarán al usuario de la instalación y deberán estar disponibles para la empresa que realice el servicio de mantenimiento o de posventa de la instalación.

### **3.2.8 Preinstalación de los sistemas domóticos**

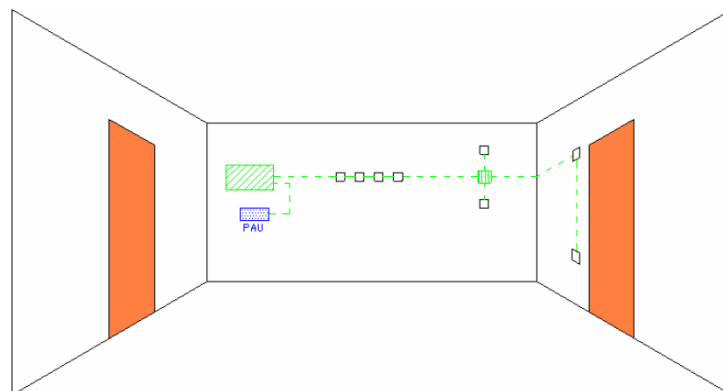
El avance y desarrollo de las nuevas tecnologías hace recomendable que las instalaciones eléctricas en viviendas y edificios estén preparadas para incorporar sistemas domóticos.

En los proyectos de obra nueva en los que no se contemple la instalación de sistemas domóticos se recomienda, con el objeto de evitar costosas obras de instalación posteriores, realizar una preinstalación que facilite la adecuación del sistema domótico a las necesidades del usuario, así como a sus futuras demandas en este campo. Los elementos de la preinstalación recomendada son los siguientes:

- Canalización desde el punto de acceso de usuario a las instalaciones de telecomunicación (PAU) hasta la caja de distribución.
- Caja de distribución: el nodo junto a su fuente de alimentación y protecciones, se podrá instalar en el cuadro general de distribución previsto para los dispositivos generales de mando y protección de la instalación eléctrica o en una caja de distribución independiente. Se recomienda que se instale una caja de 24 módulos DIN por cada 100m<sup>2</sup> o por planta, si se trata de viviendas de más de una planta.
- Cajas de registro: se instalara una junto a cada caja de empalme y derivación de la instalación eléctrica o bien, la caja de empalme y derivación se ampliara en superficie al menos un 50%, para poder ubicar los dispositivos del sistema domótico.

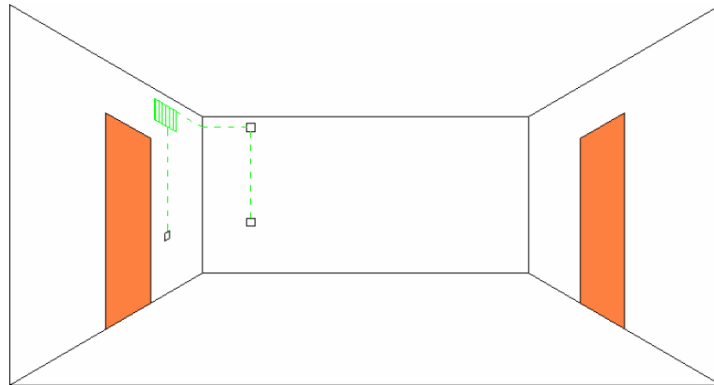
- Canalizaciones: se instalara una canalización independiente (de sección equivalente a la de un tubo de diámetro 20 mm) entre las cajas de registro específicas para la instalación domótica o, en caso de utilizarse las cajas de empalme y derivación eléctricas para la instalación domótica, se aumentara la sección de la canalización, como mínimo en 200mm<sup>2</sup>.
- Cajas de mecanismos domóticos: se instalaran cajas para alojar los componentes domóticos de la instalación (accionamientos, detectores, alarmas, etc.), junto con sus correspondientes canalizaciones, hasta la caja de registro.

En las siguientes figuras se muestra un ejemplo de trazado de preinstalación del sistema domótico en cada ambiente de una vivienda, así como el número mínimo de elementos a preinstalar, para un grado de automatización mínimo, sin embargo lo que aquí se muestra es orientativo, ya que cada instalación debe adaptarse a las necesidades del usuario y a la infraestructura de la vivienda.



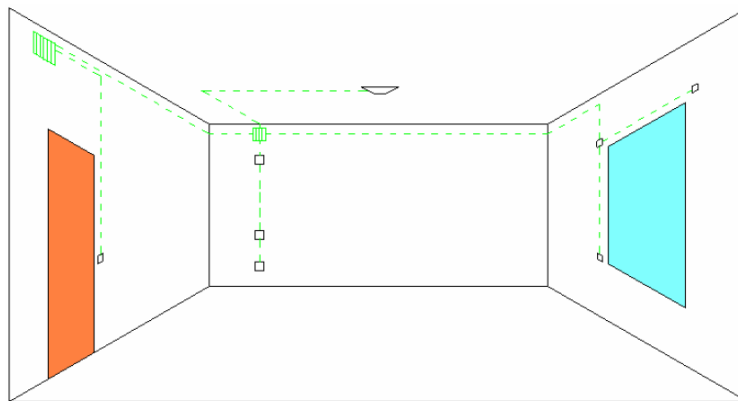
**Figura Nro. 09. Vestíbulo**  
Fuente. Elaboración propia

En la figura Nro 09 se puede apreciar que las instalaciones principales, así como el punto de acceso PAU y el tablero principal domotico deben de ir en el ambiente tras de la puerta de ingreso, que es conocido como vestíbulo.



**Figura Nro. 10. Pasillo**  
Fuente. Elaboración propia

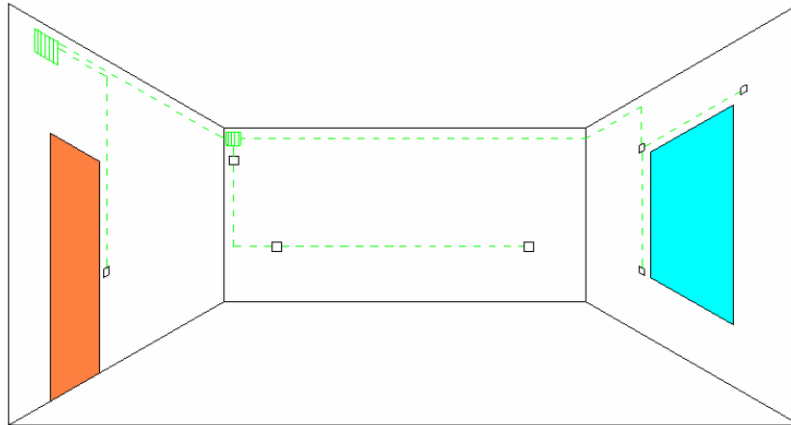
En la figura Nro 10 se puede apreciar que las instalaciones sugeridas para el pasillo, en ella resalta la instalación, referido al detector de presencia, de tal manera que las luces se enciendan, durante la noche siempre y cuando haya presencia de personas.



**Figura Nro. 11. Cocina**  
Fuente. Elaboración propia

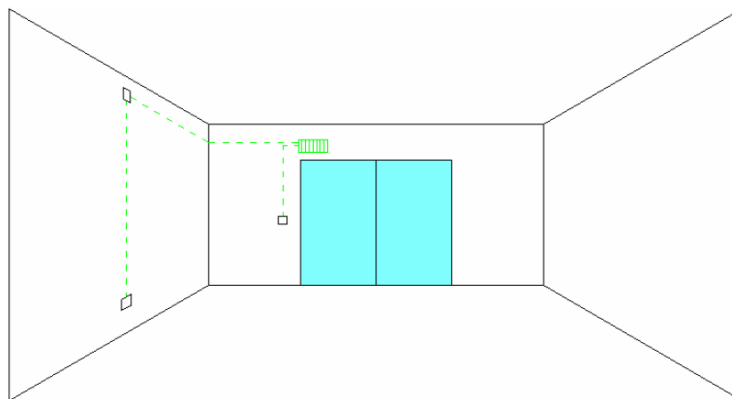
En la figura Nro 11 se puede apreciar que el mayor número de instalaciones se encuentra en la cocina, debido a que las instalaciones tendrán sensores de fuga de agua, de humos y de incendios, en ella resalta la instalación, referido al detector de presencia, de tal manera que las luces se enciendan, durante la noche siempre y cuando haya presencia de personas.





**Figura Nro. 14. Dormitorio**  
Fuente. Elaboración propia

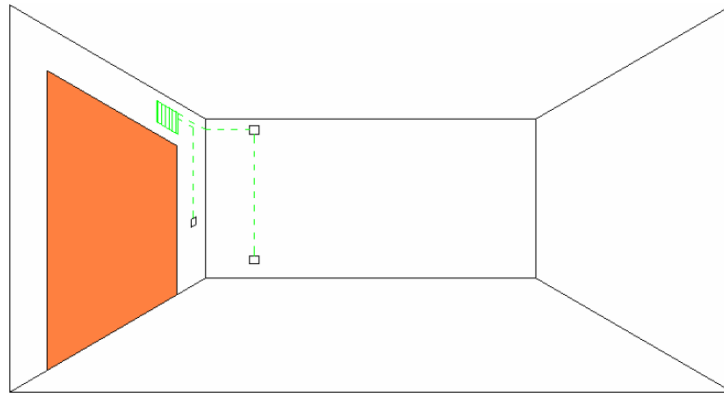
En la figura Nro 14 se puede apreciar que en este ambiente se debe presentar un sistema que permita regular la calefacción, ya que en Juliaca hace bastante frio, por ende debe tenerse presente un sistema de climatización, persianas motorizadas para despejar la ventana al amanecer, entre otros.



**Figura Nro. 15. Terraza**  
Fuente. Elaboración propia

En la figura Nro 15 se puede apreciar que en este es presente hacia el exterior, representaría el patio, es aquí donde se debe tener una estación meteorológica, para que el sistema pueda saber, si es de día, o de noche, dirección del viento, si está lloviendo, nublado, despejado, la temperatura, para poder tomar las decisiones adecuadas respecto del estado de los actuadores y sensores.





**Figura Nro. 16. Garaje**  
Fuente. Elaboración propia

En la figura Nro 16 se puede apreciar que en este ambiente debe considerarse un sensor de presencia sobre todo para cuidar el automóvil que ahí ha de resguardarse, para dar seguridad al propietario, así como la iluminación que debe ser automática y temporizada.

### **3.3 VIABILIDAD DEL ESTUDIO**

#### **3.3.1 Viabilidad técnica**

En los últimos años Juliaca, está experimentando una elevada dinámica inmobiliaria, hay un levado auge de construcción de viviendas y edificios estas construcciones nuevas son de 4 a más niveles, tienen un uso mixto, (residencial y comercial) y se ubican sobre todo en la zona central de la ciudad y en avenidas.

Según el Plan de Desarrollo Urbano de Juliaca, predomina la tipología vivienda comercio, con distintas variantes y niveles, oficinas y departamentos. Con alta densidad de construcción y por edificios de 3, 4 ó 5 pisos de oficinas y departamentos. Uno de los grandes problemas de la vivienda en Juliaca es la calidad técnico constructivo, debido principalmente a: la limitada supervisión técnica, la baja calificación de la mano de obra en la construcción y el escaso control urbano en la calidad constructiva y estructural.

Existe un déficit de viviendas calculado en base a las proyecciones de población elaboradas por el equipo técnico y los datos

estadísticos del INEI, que fijan el índice familiar en 4.3 hab/familia, obteniéndose los siguientes resultados:

**Cuadro Nro. 04**  
*Déficit de viviendas en Juliaca*

DEFICIT Y REQUERIMIENTO DE VIVIENDA				
INDICADOR	2004	2005	2010	2015
Población urbana	202,247	208,314	241,493	279,956
Índice familiar	4.5	4.5	4.5	4.5
Nro. De hogares	47,034	48,445	56,161	65,106
Nro. De Viviendas	45,797			63,394
<b>Déficit de Vivienda</b>	<b>1,237</b>		<b>1,477</b>	

Fuente: Varias  
Elaboración: Equipo Técnico PD/JUL

En una época en la que la crisis ha colapsado el sector de la construcción, los promotores y constructores buscan nuevas formas de distinguirse frente a la competencia. Instaladores e ingenierías buscan la manera de satisfacer una demanda progresivamente más exigente, mediante la aplicación de nuevas tecnologías que permitan aumentar el ahorro energético, la seguridad y el confort de sus instalaciones.

En los últimos años, estas poblaciones vienen comprendiendo la importancia del uso de tecnología moderna y orientación científica, los mismos que conjugados con tecnologías ancestrales vienen mejorando sus actividades tradicionales. (Wikipedia, 2015)

### 3.3.2 Viabilidad económica

Juliaca es una ciudad en constante crecimiento demográfico y económico, que es capital de la provincia de San Román, Juliaca desde el siglo XIX, desarrolló una gran industria relacionadas con el comercio, constituyendo además un centro de cambio e intermediación, sirviendo de nexo a toda la región sur del Perú. Ostenta una importancia comercial y geopolítica por su fluida comunicación con las principales ciudades del sur del Perú. A fines del 2012, la Cámara de Comercio - Puno ha estimado que Juliaca será la Cuarta economía más importante del Perú para el año 2020.

En la ciudad de Juliaca se hizo un estudio sobre los segmentos económicos de la consultora Ipsos Perú que fue elaborado con información del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) detalla que, en las ciudades con más de 200 mil habitantes, el 3.7% pertenece al segmento A; el 16.2%, al B, y el 35.2%, al C. por consiguiente el 55% de los hogares urbanos pertenece a clase media y alta, el informe establece cinco niveles socioeconómicos. El segmento A, con ingresos familiares mensuales de S/.10,622, en promedio; el B, con S/.5,126; el C, con S/.3,261; el D, con S/.1,992, y el E, con S/.1,027. De esto existe una diferencia de gastos, el informe consigna que el gasto en entretenimiento es el cuarto después de la alimentación, la vivienda y la salud. El segmento A gasta un promedio de S/.910 al mes en diversión; el B destina S/.434; el C desembolsa S/.220; el D, S/. 99, y el E solamente S/.47.

De lo mencionado en los párrafos anteriores se resalta que las tasas de crecimiento económico del distrito se reflejan en una mayor capacidad adquisitiva de la población e implica mejora de la calidad de vida del ciudadano y por otro lado tiene que ver directamente con el aumento de la inseguridad y la delincuencia.

Por ello el poblador ha tomado la decisión de adquirir los módulos ya que cuenta con la capacidad económica, a que viene invirtiendo en soluciones improvisadas, que resultan ser más costosas.

### **3.3.3 Viabilidad social**

El poblador, en su preocupación por contar con el servicio de telecomunicaciones, ya sea para satisfacer su necesidad de entretenimiento o por optimizar sus actividades económicas contrata servicios que le ofrezcan mayor beneficio tanto en el trabajo como en el hogar, un claro ejemplo es el servicio de telecomunicaciones, veamos, según datos publicados por OSIPTEL 2012-2013, Juliaca cuenta con cerca de 7000 conexiones a Internet entre públicos y domiciliarios, además concentra el 47% de las líneas fijas del departamento de Puno,

el 39,6% de la conexiones a Internet y el 44.3% de la televisión por cable desplegada en la región Puno.

Por otro lado una gran preocupación del poblador, es el tema de seguridad, Según el Plan de Seguridad Ciudadana Juliaca 2016, muestra un cuadro donde se refleja el hurto a viviendas, además el 85.1% de la población considera que su localidad es un lugar poco o nada seguro para vivir, con lo cual se percibe una sensación de inseguridad importante en el distrito, a la par se ha perdido la confianza en las fuerza policiales, conlleva a buscar otras alternativas de seguridad.

#### **Cuadro Nro. 05**

##### *Delitos cometidos en la ciudad de Juliaca*

<b>¿De qué tipo de delito fue víctima?</b>	
Atracos Robos al paso	38.10%
Robos en las viviendas	28.90%
Robos con agresión personal	21.60%
Robo de vehículos u objetos de vehículo	3.10%
Amenazas e Intimidaciones	3.10%
Abusos y coacciones de la autoridad	3.10%
Actos de vandalismo	1.00%

Fuente. Plan de seguridad ciudadana Juliaca 2016

# **CAPÍTULO IV**

## **PRESENTACIÓN, ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

### **4.1 EXPERIMENTACIÓN Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

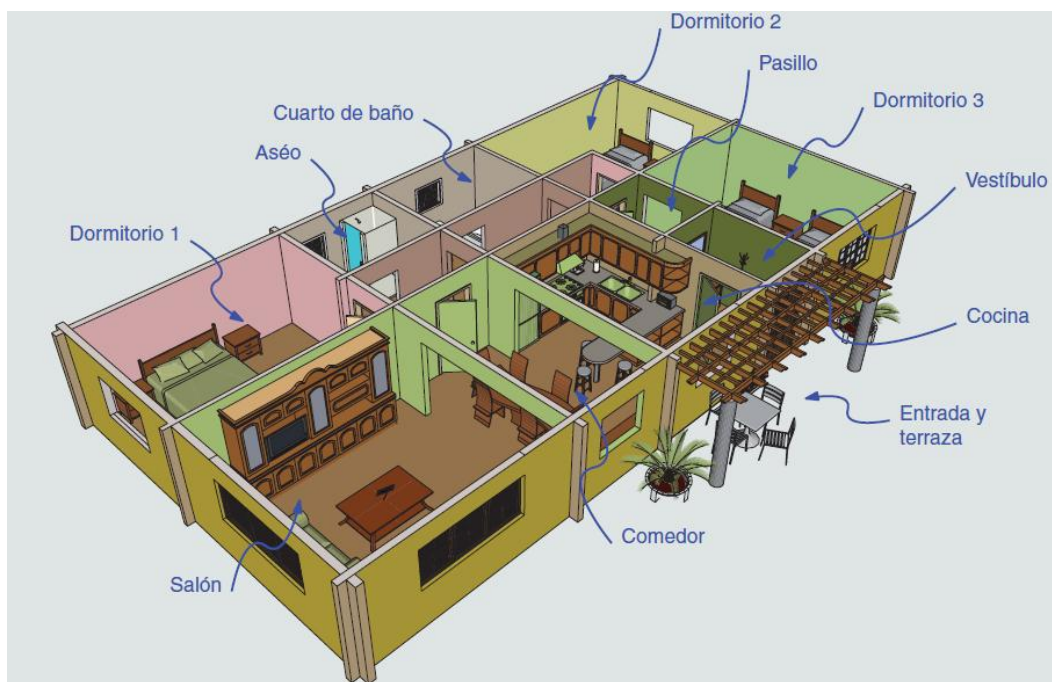
Se tomó como punto de partida una vivienda unifamiliar para la experimentación de la metodología, se ha planteado considerar las instalaciones en función de las necesidades tecnológicas actuales, sobre todo en lo que refiere a las instalaciones eléctricas, de comunicaciones y principalmente las instalaciones domóticas que permitirán realizar tareas automatizadas en la vivienda, ahorrando energía y aumentando la seguridad, de este modo el manejo es más sencillo, tanto en las áreas de confort de la vivienda, como en los enlaces de telecomunicaciones con el exterior.

Una vez que el propietario ha comprendido todas las posibilidades de la técnica domótica, su interés ha sido notable y ha solicitado un presupuesto para automatizar toda o parte de su vivienda. Por motivos que aquí no es necesario explicar, el propietario ha decidido de momento no automatizar su vivienda, pero si dejar la preinstalación para un futuro montaje de este tipo, teniendo en cuenta que debe primar la fiabilidad en el

funcionamiento, de forma que si un dispositivo dejara de funcionar, no lo hiciera todo el sistema.

#### 4.1.1 Modelo arquitectónico

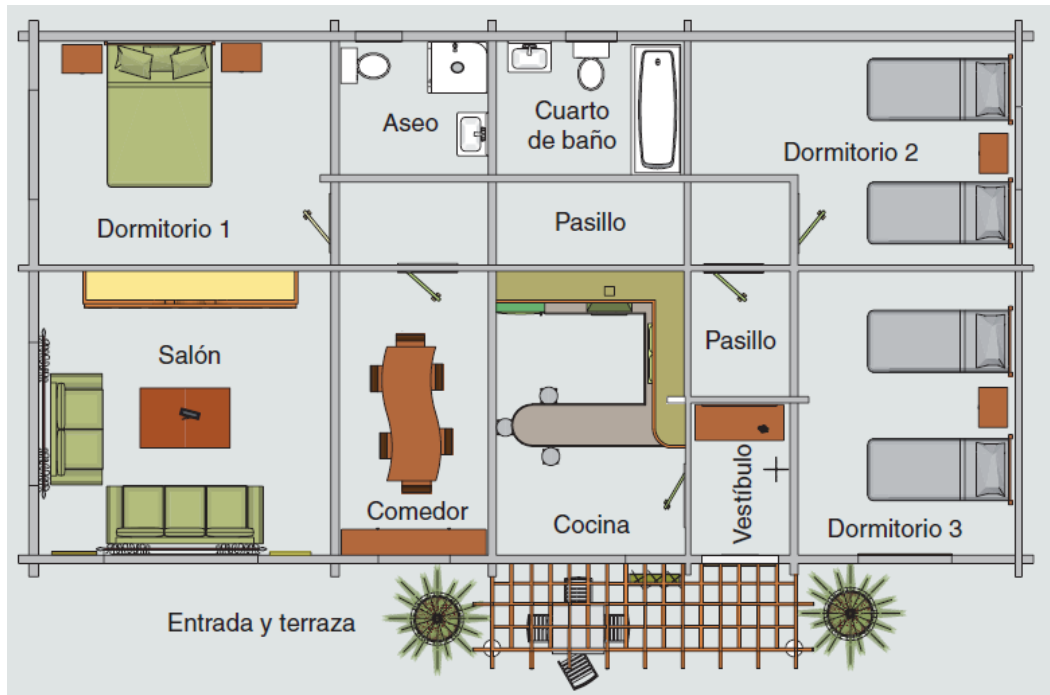
A partir de la herramienta Autodesk Revit, ha sido posible desarrollar el modelo arquitectónico de la vivienda, obteniéndose el modelo virtual en 3D de la vivienda, según se muestra los resultados del modelamiento, como son la vista en isométrico, la vista en planta, y algunas secciones, como insumos previos al desarrollo de las instalaciones domóticas.



**Figura Nro. 17. Perspectiva interior de las estancias de la vivienda**

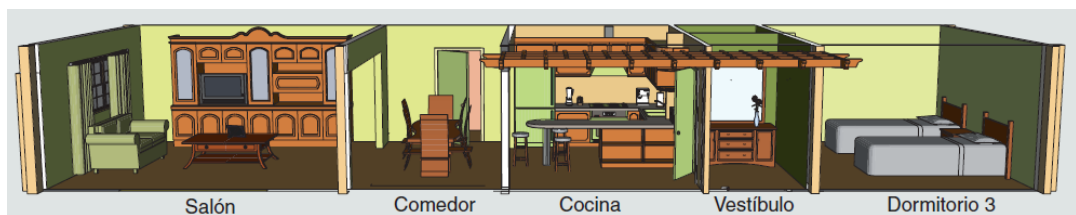
Fuente. Elaboración propia

En la figura Nro 17, se presenta el resultado del modelo BIM, en este caso se muestra los ambientes en 3D de la vivienda unifamiliar trabajada para este propósito, se puede generar una serie de secciones, gráficos, cortes, etc.



**Figura Nro. 18. Plano en planta de la vivienda**  
Fuente. Elaboración propia

En la figura Nro 19, se aprecia un corte de la vivienda tridimensional en isométrico.



**Figura Nro. 19. Detalles del interior de la parte delantera de la vivienda**

Fuente. Elaboración propia

En la figura Nro 20, se presenta el resultado del corte o sección de la vivienda, en el otro sentido, ya que es necesario estudiar bien los ambientes, antes de plantear una propuesta domótica la usuario, con este tipo de información exacta, precisa de fácil entendimiento, es posible plantear de mejor manera una propuesta domótica al cliente, el siguiente paso es identificar las necesidades del cliente.



**Figura Nro. 20. Detalles del interior de la parte posterior de la vivienda**

Fuente. Elaboración propia

#### **4.1.2 Especificaciones técnicas y necesidades del usuario**

- Todas las estancias con ventana, excepto el cuarto de baño y el aseo, disponen de persianas motorizadas.
- Los lugares en los que hay tomas de agua se deben disponer de sensores de inundación.
- Los lugares en los que hay tomas de agua se deben disponer de sensores de inundación.
- La iluminación principal de cada habitación debe actuar con sensores de presencia que serán utilizados también para el sistema de seguridad anti intrusión.
- En todas las estancias se instalan detectores de incendios.
- Además, en la cocina se instalarán sensores de gases.
- El cuarto de baño y el aseo deben disponer de un sensor sanitario.
- La calefacción se controlará mediante cronotermostatos desde el salón-comedor, el cuarto de baño y el dormitorio 3.
- La iluminación de la terraza se gestiona con un interruptor crepuscular.
- En la época estival en la terraza se despliega un toldo que es controlado con un sensor de luz y un sensor de viento.
- En el salón se instalará un panel táctil para la gestión y supervisión de todos los procesos de la vivienda.
- Además de las aplicaciones aquí nombradas, puedes implementar aquellas que se te ocurran o eches en falta.



### 4.1.3 Preinstalación de la vivienda propuesta

Las siguientes figuras muestran la preinstalación de cada uno de los ambientes realizados en Autodesk Revit.

#### Vestíbulo

En él se encuentra la caja general distribución y el PAU (Punto de acceso de usuario). En el primero se instalan los dispositivos de protección de la instalación eléctrica junto con el nodo domótico si el sistema es centralizado. En el segundo se instalan todos los dispositivos necesarios para dar servicios de telecomunicaciones a la vivienda (TV, banda ancha, telefonía, etc.).

Como ya se ha visto anteriormente, ambas cajas deben estar unidas mediante canalización para una posible integración del sistema domótico con los servicios de telecomunicación.

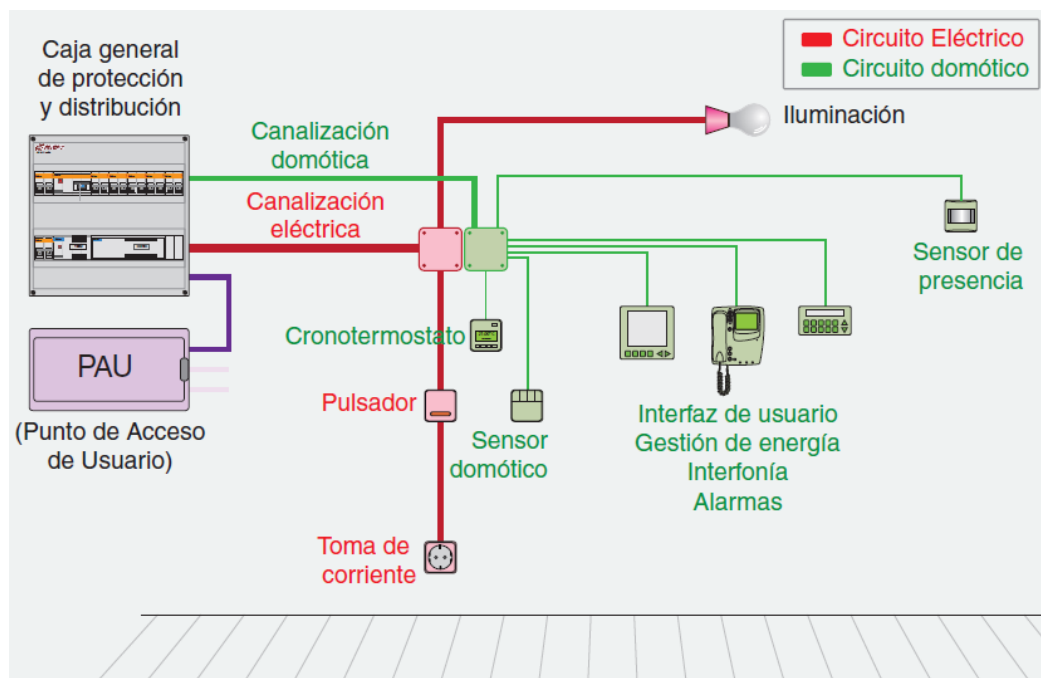


Figura Nro. 21. Preinstalación del vestíbulo

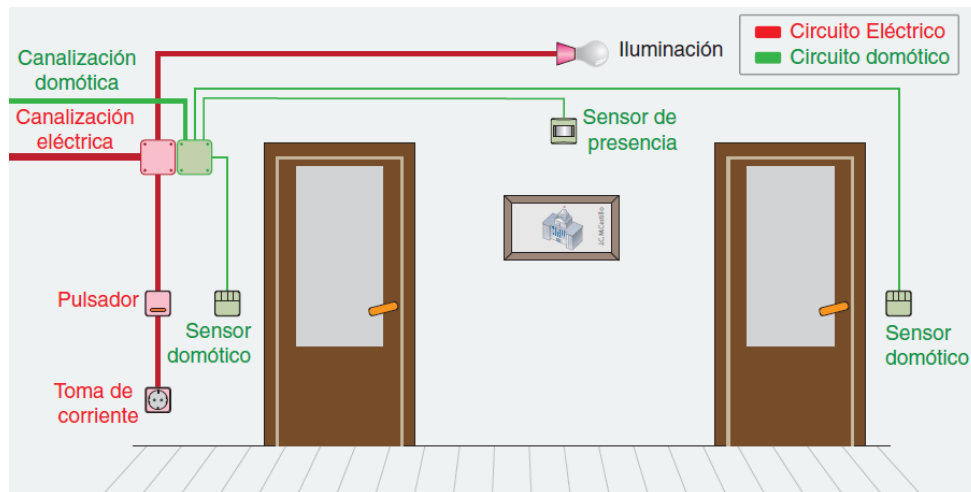
Fuente. Elaboración propia

El PAU, o cerca de él, puede ser un buen lugar para la instalación de la pasarela residencial. En esta zona se instalarán elementos de control centralizado como pueden ser: paneles de control y supervisión,

centrales de alarmas, centrales de gestión de energía, dispositivos de intercomunicación, etc.

## Pasillo

El pasillo es una de las estancias que menos elementos requiere en la preinstalación.



**Figura Nro. 22. Preinstalación del pasillo.**

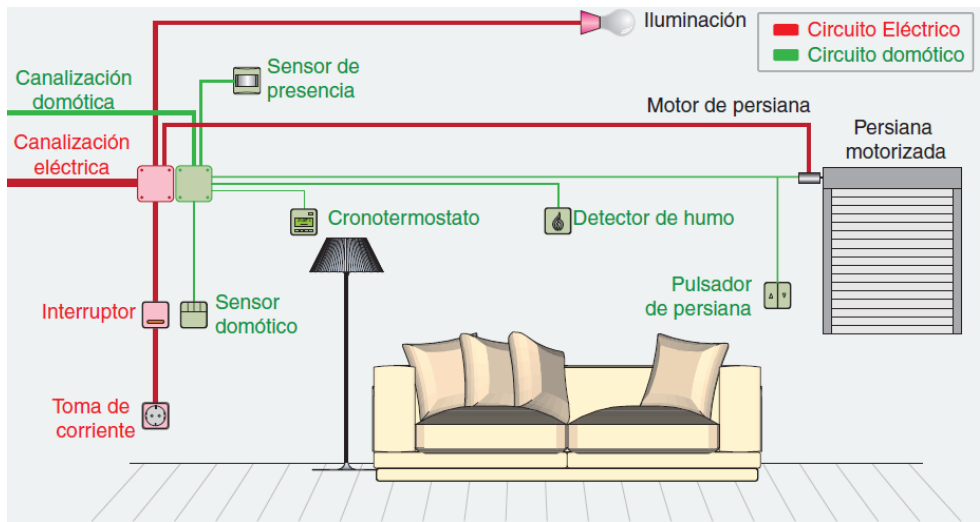
Fuente. Elaboración propia

En la parte eléctrica será necesario prever la instalación de una o más tomas de corriente. La iluminación puede controlarse de forma manual mediante pulsadores electromecánicos o mediante elementos domóticos como sensores de pulsador o de presencia.

## Salón

En el salón, además de controlar la iluminación de forma manual (mediante pulsadores) o automática (mediante sensores de presencia), será necesario gestionar:

- La temperatura ambiente mediante un termostato o cronotermostato.
- Subida y bajada de persianas de forma manual o remota.
- Detección de humo o incendio para el disparo de alarmas de seguridad técnica.

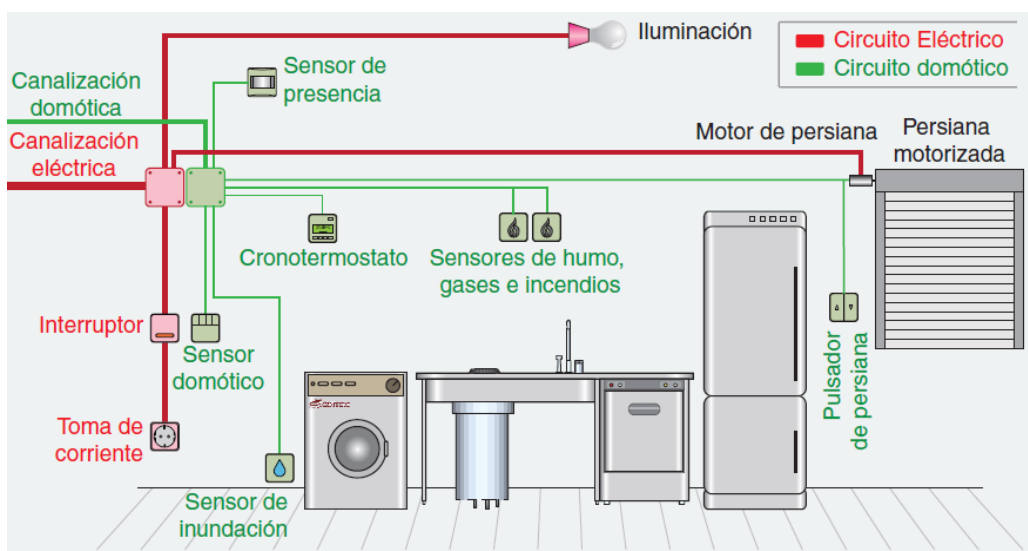


**Figura Nro. 23. Preinstalación del salón.**

Fuente. Elaboración propia

## Cocina

La cocina es uno de los lugares críticos de la vivienda, ya que en un espacio muy reducido se encuentran instalaciones eléctricas de potencia, canalizaciones de gas y canalizaciones de agua. Por tanto, además de gestionar el confort (iluminación, control de persianas, etc.) como en otras estancias de la vivienda, hay que prestar especial importancia a todo lo relacionado con alarmas técnicas para la detección de incendios, humos, gases e inundación.

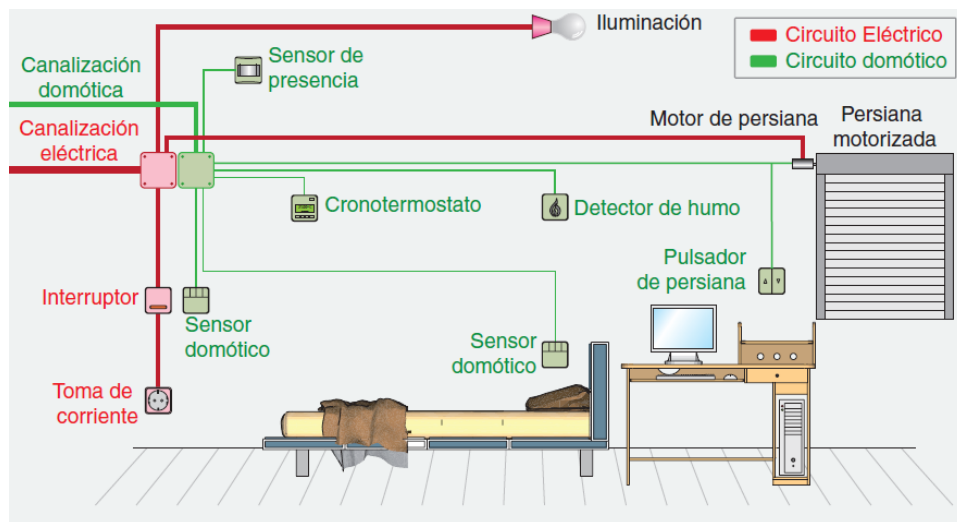


**Figura Nro. 24. Preinstalación de la cocina.**

Fuente. Elaboración propia

## Dormitorio

La preinstalación de los dormitorios es similar a la del salón. En ella se debe prever la instalación de elementos para el control manual y automático de la iluminación y persianas, siendo muy recomendable la instalación de algún tipo de alarma técnica para la detección de humos o incendios.

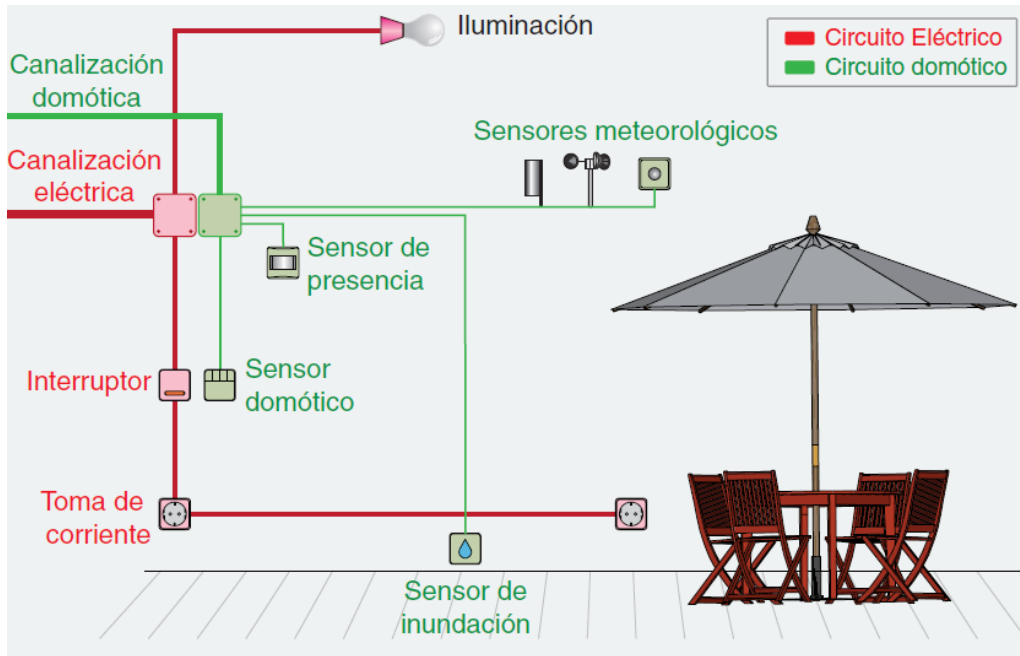


**Figura Nro. 25. Preinstalación de dormitorios.**

Fuente. Elaboración propia

## Terraza

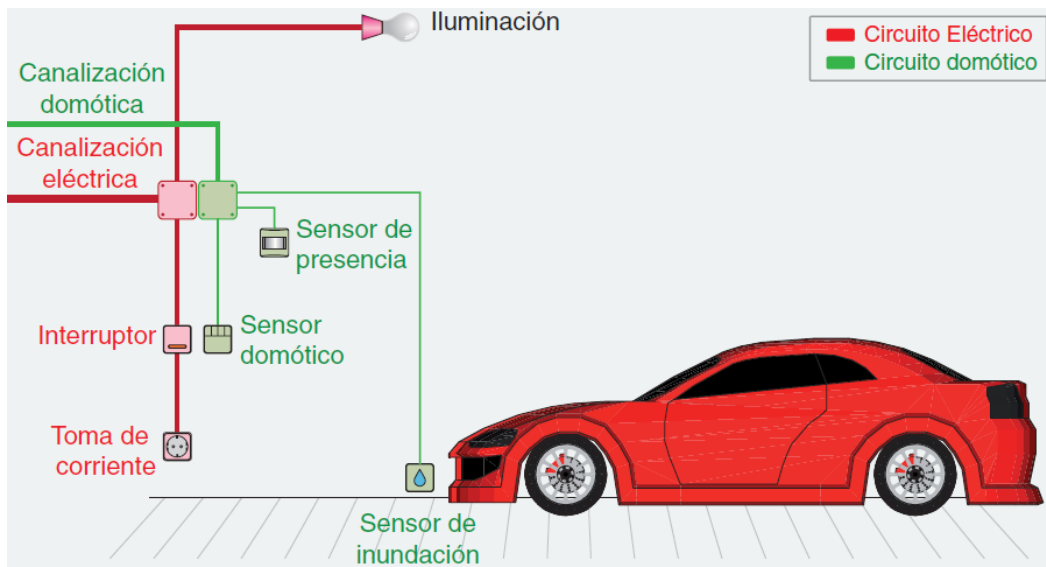
La preinstalación del sistema domótico de una terraza depende de las características de la misma. En ella, además del control manual o automático de la iluminación, pueden instalarse desde sistemas de riego automático para plantas y jardines (si es que existen), hasta equipos de sensores meteorológicos, que permitan enviar señales al nodo domótico para la gestión de la climatización interna de la vivienda o el control de persianas y toldos, en función de las inclemencias meteorológicas externas.



**Figura Nro. 26. Preinstalación de terraza.**  
Fuente. Elaboración propia

## Garaje

Se realizará la preinstalación para el control manual y automático de la iluminación. Además es aconsejable la instalación de sensores de inundación, ya que los garajes suelen disponer de tomas de agua.



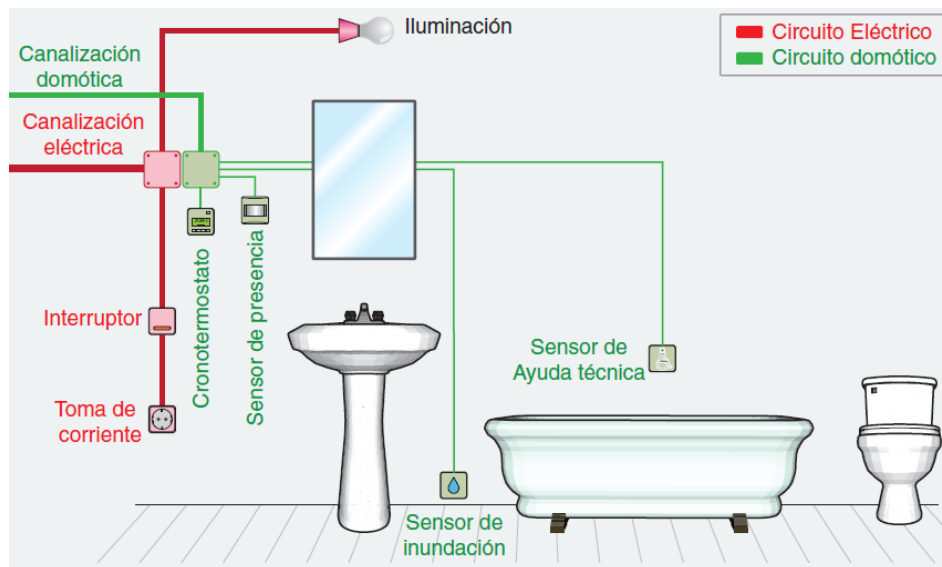
**Figura Nro. 27. Preinstalación del garaje.**  
Fuente. Elaboración propia

El automatismo de puerta del garaje también se puede integrar plenamente en el sistema domótico.

### Cuarto de baño

En los cuartos de baño y aseos se realizará la preinstalación para:

- Un cronotermostato que permita controlar la temperatura ambiente.
- Sensores manuales o automáticos para gestión de la iluminación.
- Sensores de inundación.
- Sensores de ayuda técnica para el disparo de alarmas sanitarias.



**Figura Nro. 28. Preinstalación del baño.**

Fuente. Elaboración propia

## 4.2 ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES

Para el análisis cuantitativo de variables, se hizo necesario tomar en cuenta cuantos puntos de instalaciones eléctricas se tienen sin preinstalación y con preinstalación, tomando en cuenta que los puntos de la preinstalación domótica representaría un costo adicional en caso de no proyectarse, desde ese punto de vista se determinara la contribución de la tecnología BIM en el diseño de instalaciones domóticas para edificaciones inteligentes.

El modelo BIM, permite extraer la información de la cuantificación de los puntos de instalaciones sin el sistema domótico lo que es equivalente a decir las instalaciones eléctricas IIEE, este punto representa un antes, por otro lado muestra la cantidad de instalaciones domóticas IIDD, lo que representa la cantidad total de puntos que se obtienen al final.

### Cuadro Nro 06

*Puntos de instalación/ ambiente*

ID	Ambiente	Sin domotica (Ptos)	Solo domótica (Ptos)	Total de puntos (Ptos)
1	Vestibulo	4	7	11
2	Pasillo 1	4	4	8
3	Pasillo 2	4	4	8
4	Salón	5	7	12
5	Cocina	7	9	16
6	Comedor	4	4	8
7	Dormitorio 1	5	8	13
8	Dormitorio 2	5	8	13
9	Dormitorio 3	5	8	13
10	terracea	5	7	12
11	Garaje	4	3	7
12	Cuarto de Baño	4	4	8
13	Aseo	4	4	8

Fuente. Elaboración propia

El cuadro de frecuencias, se puede apreciar la frecuencia absoluta simple **fi**, la frecuencia absoluta acumulada **FI**, la frecuencia relativa simple **hi**, la frecuencia relativa acumulada **HI**.

### Cuadro Nro 07

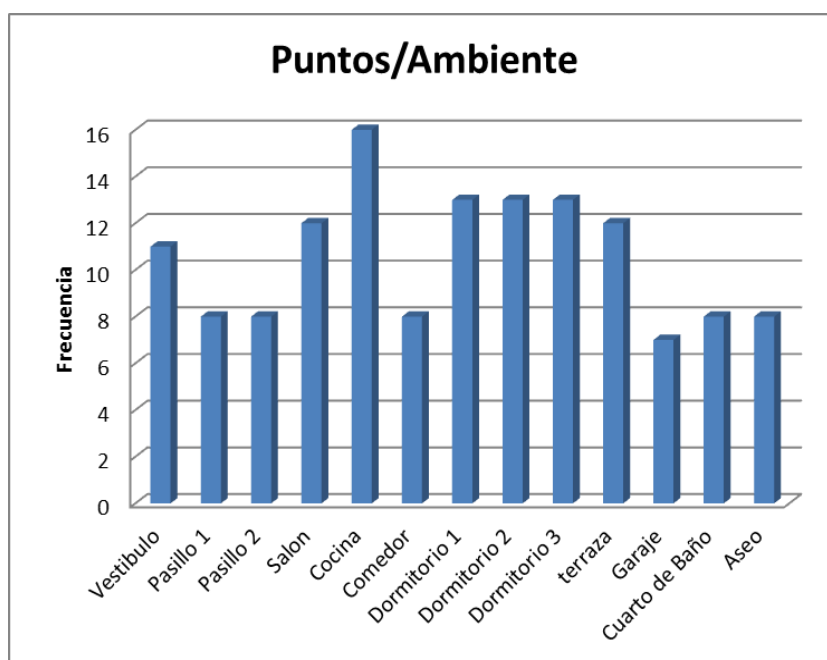
*Frecuencia de puntos /ambiente*

FRECUENCIA VARIABLE (puntos de instalacion por ambiente)				
	fi	hi	FI	HI
<b>Vestibulo</b>	11	8.03	11	8.03
<b>Pasillo 1</b>	8	5.84	19	13.87
<b>Pasillo 2</b>	8	5.84	27	19.71
<b>Salon</b>	12	8.76	39	28.47
<b>Cocina</b>	16	11.68	55	40.15
<b>Comedor</b>	8	5.84	63	45.99

<b>Dormitorio 1</b>	13	9.49	76	55.47
<b>Dormitorio 2</b>	13	9.49	89	64.96
<b>Dormitorio 3</b>	13	9.49	102	74.45
<b>terrace</b>	12	8.76	114	83.21
<b>Garaje</b>	7	5.11	121	88.32
<b>Cuarto de Baño</b>	8	5.84	129	94.16
<b>Aseo</b>	8	5.84	137	100.00

Fuente. Elaboración propia

Para la vivienda analizada, según la cuadro Nro 7, se puede apreciar que la mayor cantidad de dispositivos de instalaciones domóticas está en el ambiente de dormitorio, seguidamente los ambientes que presentan la mayor cantidad de instalaciones son los ambientes de pasillo, cocina y baño.



**Grafica Nro. 15. Frecuencia de puntos / ambiente**

Fuente. Elaboración propia

De la gráfica Nro 14, se puede apreciar, que el ambiente que mas instalaciones domóticas adquiere es la cocina, debido a que ahí se incorporan sistemas de seguridad técnica como detectores de inundación, detector de incendio, de humo, pulsadores, entre otros, ya que es un ambiente donde se debe tomar la mayor cantidad de precauciones, por la seguridad de las personas el patrimonio.



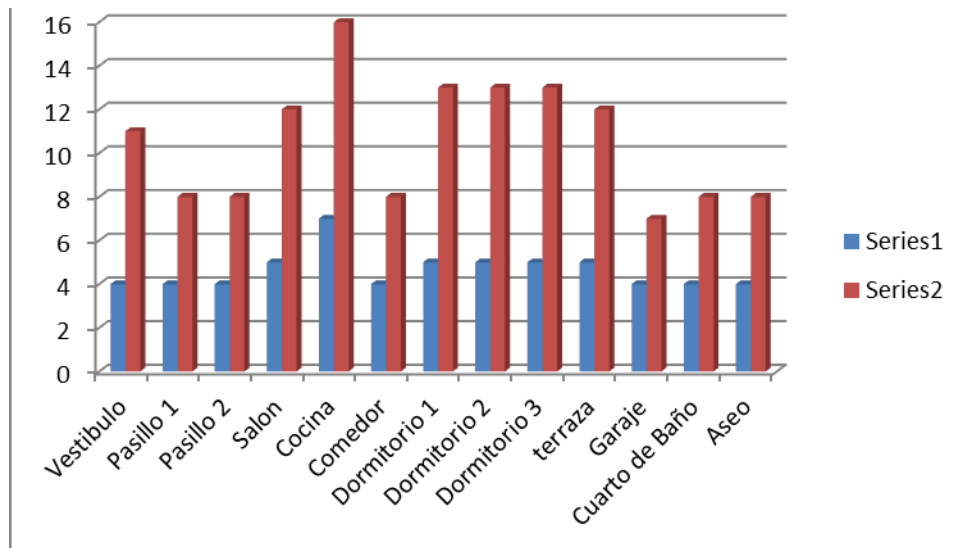
### Cuadro Nro 08

Comparativa, puntos sin y con domótica (aplicación BIM)

Ambientes	sin domótica (Ptos.)	con domótica (Ptos.)
Vestibulo	4	11
Pasillo 1	4	8
Pasillo 2	4	8
Salon	5	12
Cocina	7	16
Comedor	4	8
Dormitorio 1	5	13
Dormitorio 2	5	13
Dormitorio 3	5	13
terrazza	5	12
Garaje	4	7
Cuarto de Baño	4	8
Aseo	4	8

Fuente. Elaboración propia

En la gráfica Nro 15, es un versus, se trata de una gráfica de barras comparativa a partir del cuadro Nro. 07.

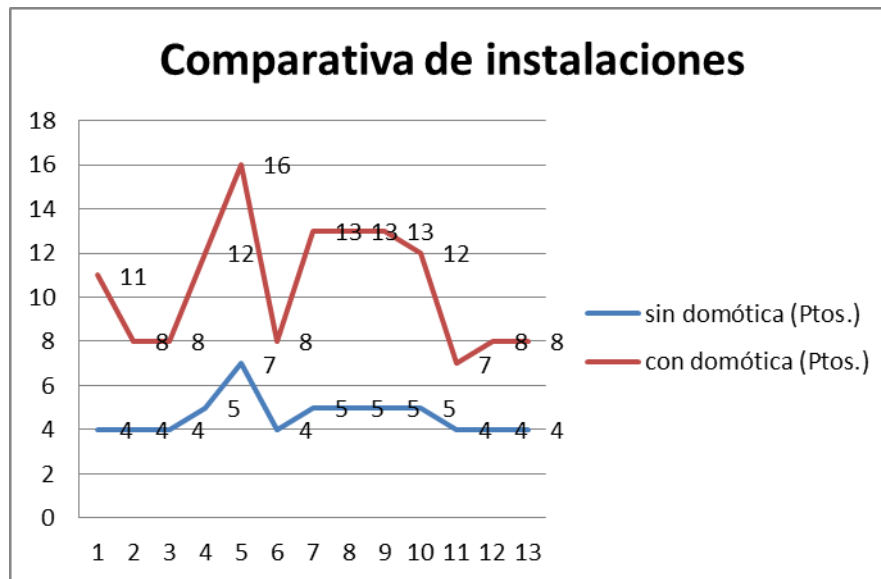


**Gráfica Nro. 16. Comparación de puntos instalados**

Fuente. Elaboración propia

En el cuadro Nro. 07 y en la gráfica Nro 15 se puede apreciar una comparación entre el sistema con aplicación de tecnología BIM (con domótica) y sin la aplicación de la misma, se puede apreciar una

comparativa, resultando mayor las instalaciones de puntos domóticos cuando se aplica la tecnología BIM (con domótica).



**Gráfica Nro. 17 Comparativa instalaciones**  
Fuente. Elaboración propia

En la gráfica Nro 7, se puede mostrar gráficamente como se diferencia el Número de puntos instalados, sin embargo la estadística descriptiva no es suficiente para poder comparar dos grupos de variables, sin embargo, la estadística inferencial determinara si existe el incremento de puntos instalados y si este incremento es significativo.

### 4.3 CONTRASTACION DE LA HIPOTESIS

En esta tesis se está evaluando la contribución de la **tecnología BIM** sobre las **instalaciones domóticas** en edificaciones inteligentes, para tal objetivo se parte de una vivienda unifamiliar (muestra) donde se tienen 13 ambientes, y se toma dos mediciones y consiste en determinar el **número de puntos** de instalaciones sobre la vivienda:

- Primera medición, se realiza sobre la vivienda que no tiene instalaciones domóticas (es decir solo cuenta con instalaciones eléctricas), debido a que no se aplica la tecnología BIM en su diseño.
- Segunda medición, se realiza sobre la vivienda con instalaciones domóticas debido a la aplicación de la tecnología BIM en su diseño.

### 4.3.1 Hipótesis del investigador

“La aplicación de la tecnología BIM contribuirá en el diseño de edificaciones inteligentes con instalaciones domóticas - Juliaca – 2016”

Para su demostración se empleara las mediciones del número de puntos instalados sobre la vivienda con instalaciones domóticas antes y después de la aplicación de la tecnología BIM, si hay un incremento y si este es significativo, es decir:

- Primero, si la aplicación de la tecnología BIM ha producido un impacto positivo (Contribución/Beneficio/Incremento) sobre el número de puntos instalados.
- Segundo, si se ha producido un incremento significativo luego de la aplicación de la tecnología BIM sobre el número de puntos instalados.

La hipótesis será contrastada mediante 5 pasos, con lo cual se determinara si se acepta o se rechaza la hipótesis:

### 4.3.2 Paso 1. Hipótesis nula “Ho” y alterna “H1”

**Ho: no hay diferencia** en las medias del número de puntos instalados antes y después de la aplicación de la tecnología BIM.

**H1: hay un incremento significativo** en las medias del número de puntos instalados antes y después de la aplicación de la tecnología BIM.

### 4.3.3 Paso 2. Determinar el nivel de significancia

El nivel de significancia representa el riesgo y/o probabilidad de rechazar una hipótesis nula verdadera, en este caso se toma el 5% de significancia o dicho de otra manera el 95% de confianza de no rechazarla:

$$\alpha = 5\% = 0.05$$

Este valor se recomienda a partir de la línea de investigación y el campo de conocimiento, y es dado por expertos.

### 4.3.4 Paso 3. Elección de la prueba estadística

Se eligió la prueba estadística t de Student para muestras relacionadas, por tratarse de la misma muestra evaluada en dos ocasiones diferentes y por ser variables numéricas.

Variable Aleatoria Variable Fija		PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS			PRUEBAS PARAMÉTRICAS
		NOMINAL DICOTÓMICA	NOMINAL POLITÓMICA	ORDINAL	NUMÉRICA
Estudio Transversal Muestras Independientes	Un grupo	X <sup>2</sup> Bondad de Ajuste Binomial	X <sup>2</sup> Bondad de Ajuste	X <sup>2</sup> Bondad de Ajuste	T de Student (una muestra)
	Dos grupos	X <sup>2</sup> Bondad de Ajuste Corrección de Yates Test exacto de Fisher	X <sup>2</sup> de Homogeneidad	U Mann-Withney	T de Student (muestras Independientes)
	Más de dos grupos	X <sup>2</sup> Bondad de Ajuste	X <sup>2</sup> Bondad de Ajuste	H Kruskal-Wallis	ANOVA con un factor INTERSujetos
Estudio Longitudinal	Dos medidas	Mc Nemar	Q de Cochran	Wilcoxon	T de Student (muestras Relacionadas)
Muestras Relacionadas	Más de dos Medidas	Q de Cochran	Q de Cochran	Friedman	ANOVA para medidas repetidas (INTRASujeto)

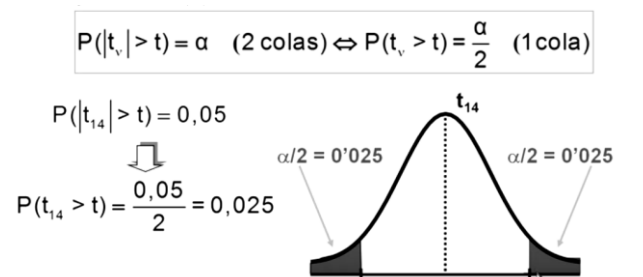
Grafica Nro. 18. Elección de la prueba estadística

Fuente. Elaboración propia

### T de Student para (muestras relacionadas)

La distribución t de Student se usa en los cálculos y procedimientos en la inferencia estadística respecto de la media de una población normal.

La tabla da para diferentes valores de  $\alpha$  (nivel de significancia) y  $\nu$  (grados de libertad), el valor  $t_\alpha$  (t critico) tal que la probabilidad de que una variable  $t_\nu$  (t de student con  $\nu$  grados de libertad) sea mayor que  $t_\alpha$  es igual a p.



Grafica Nro. 19. Distribución t de Student

Fuente. Elaboración propia

La primera diferencia que existe entre esta prueba t de student para muestras relacionadas, respecto de la t de Student para muestras independientes, es la hipótesis, en los grupos independientes, es saber si hay diferencias entre un grupo u otro, y en la t de Student de muestras relacionadas es saber si ha incremento o disminución y si es significativo.

Aclarando que en la prueba t de Student, antes se estimaba la probabilidad p en función de un t calculado y una t teórica, en base al número de grados de libertad que era hasta un límite de 30, sin embargo hoy en día el software estadístico calcula p hasta con 15 decimales, es decir ya no se usa las tablas de t de Student ni la limitación de los grados de libertad, esas cuestiones son ahora cuestiones de museo (bioestadístico, 2016).

#### 4.3.5 Paso 4. Estimación del p-valor

Como datos de entrada se tiene los datos las dos mediciones, tal como se aprecia en el cuadro Nro 08.

#### Cuadro Nro 09

*Datos de entrada para el análisis t de Student*

Ambientes	Sin domótica (Ptos.)	Con domótica (Ptos.)
Vestibulo	4	11
Pasillo 1	4	8
Pasillo 2	4	8
Salon	5	12
Cocina	7	16
Comedor	4	8
Dormitorio 1	5	13
Dormitorio 2	5	13
Dormitorio 3	5	13
terracea	5	12
Garaje	4	7
Cuarto de Baño	4	8
Aseo	4	8

Fuente. Elaboración propia

Con la ayuda de la herramienta análisis de datos del Microsoft Excel 2010, se calcula la “prueba t para medias de dos muestras emparejadas” que es como Excel conoce la prueba, y cuyo resultado se muestra en el cuadro Nro 09.

### Cuadro Nro 10

#### *Datos de salida del análisis t de Student*

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
	<i>Sin domótica (ptos.)</i>	<i>Con domótica (ptos.)</i>
Media	4.62	10.54
Varianza	0.76	8.10
Observaciones	13	13
Coeficiente de correlación de Pearson	0.90	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	12	
Estadístico t	-10.1692	
P(T<=t) una cola	0.000000149330162	
Valor crítico de t (una cola)	1.7823	
P(T<=t) dos colas	0.000000298660324	
Valor crítico de t (dos colas)	2.1788	

Fuente. Elaboración propia

Algunos descriptivos que nos muestra la salida del software según el cuadro Nro 09, es el promedio del número de puntos instalados sin y con sistema domótico que son 4.62 y 10.54 respectivamente, si hacemos la diferencia vemos que resulta un incremento de  $(10.54 - 4.62 = 5.92)$ , ahora la siguiente pregunta es si esta diferencia representa un incremento es significativo gracias a la aplicación de la tecnología BIM sobre el diseño de instalaciones domóticas.

Para responder ello, tenemos la prueba t para muestras relacionadas, y nos muestra según el cuadro Nro. 09 es el estadístico t de -10.1692, los grados de libertad de 12, y el p-valor de 0.000000298660324 y es lo que más nos interesa.

#### 4.3.6 Paso 5. Toma de decisión

El criterio para decidir es:

- Si la probabilidad obtenida **p-valor**  $\leq \alpha$  , rechace **Ho** (Se acepta **H1**)
- Si la probabilidad obtenida **p-valor**  $> \alpha$  , no rechace **Ho** (Se acepta **Ho**)

En definitiva el p-valor resulto 0.000000298660324 y tiene un valor que está por debajo del nivel de significancia de  $\alpha$  que es 0.05, entonces se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ , y se acepta la hipótesis alterna (se acepta la hipótesis del investigador) que en este caso no solo busca ver si hay diferencias si no busca saber si hay un incremento y si este es significativo.

**Decisión:** hay una diferencia significativa en las medias del número de dispositivos domóticos instalados antes y después de la aplicación de la tecnología BIM, por lo cual se concluye que la aplicación de la tecnología BIM si contribuye sobre el diseño de edificaciones inteligentes con instalaciones domóticas.

De hecho el número de instalaciones domóticas en los ambientes de la vivienda en promedio se incrementó de 4.62 a 10.54 es decir en 5.92 puntos instalados por ambiente.

#### 4.4 DISCUSION DE RESULTADOS

De acuerdo a los resultados obtenidos, mediante la estadística descriptiva se pudo ver gráficamente que la tecnología BIM permite manejar mas puntos de instalaciones, por otro lado mediante la estadística inferencial se comprueba que la tecnología BIM contribuye en el diseño de edificaciones inteligentes con instalaciones domóticas, incrementando significativamente los puntos de instalación domóticos.

Por otro lado la automatización se puede apreciar desde el diseño arquitectónico es decir aplicando la tecnología BIM y esta será soporte para poder desarrollar las instalaciones domóticas, como parte del proceso de diseño, hasta los servicios que el edificio ofrecerá gracias a la automatización, como son confort, seguridad, ahorro energético, que son los pilares de la domótica, además este modelo puede ser compatibilizado, puede simularse su consumo energético, puede simularse la iluminación de la vivienda, puede simularse la cobertura de las cámaras de seguridad, puede simularse el análisis solar de la orientación de la vivienda, entre otras muchas posibilidades, que ofrece la tecnología BIM.

Finalmente esta tesis ha querido demostrar que es importante ver la infraestructura de vivienda desde otro ángulo de vista, como es este caso desde el ángulo de cliente, cuáles son sus necesidades actualmente, ya que hoy en día las necesidades no son las mismas que hace años cuando bastaba con una infraestructura básica, hoy en día debido al avance tecnológico, se han generado nuevas necesidades, por consiguiente no solo se mira el fierro y cemento de la obra, sino más bien se ha tratado de ver los servicios que la edificación de vivienda ofrecerá, y que verdaderamente permita elevar la calidad de vida del propietario, en este caso para los pobladores de la ciudad de Juliaca.



## **CONCLUSIONES**

**PRIMERO:** Las tecnologías BIM contribuyen en el diseño de edificios inteligentes con instalaciones domóticas.

**SEGUNDO:** La aplicación de los criterios de preinstalación permite definir los puntos de instalaciones domóticas sobre una vivienda, sobre un modelo arquitectónico desarrollado mediante la aplicación de la tecnología BIM.

**TERCERO:** La aplicación de la tecnología BIM, permitió determinar la contribución en el incremento significativo de los puntos de instalaciones domóticas en 5,92 puntos por ambiente.

## RECOMENDACIONES

PRIMERO: A los propietarios se recomienda realizar la preinstalación domótica de sus viviendas durante el diseño y construcción, de este modo la infraestructura queda preparada para recibir las instalaciones domóticas en el momento que el propietario crea conveniente, de no ser así su posterior implementación genera costos de inversión incensarios.

SEGUNDO: A los proyectistas se recomienda aplicar la tecnología BIM en edificaciones, donde se requiera proyectar gran cantidad de instalaciones y de diferentes especialidades, ya que permite el trabajo colaborativamente entre los especialistas sobre un mismo modelo 3D.

TERCERO: A los fabricantes se les recomienda, elaborar familias, catálogos y herramientas BIM para ser incorporados en el modelo BIM.

CUARTO: A los investigadores se recomienda seguir trabajando en esta línea de investigación de edificios inteligentes, ya que el futuro son las ciudades inteligentes.

## BIBLIOGRAFÍA

- Akimaru, H. (1991). *Intelligent Buildings: Myth, Reality, or Wishful Thinking?* U.S.A.: IEEE Communications Magazine.
- Alcantara, R. (2013). *Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basadas en la construcción virtual usando tecnologías BIM*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Artica, P. & Lopez, M. (2013). *Aplicación de modelos 4D para la comunicación de la comunicación durante la construcción de estructuras de concreto armado*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- AT&T. (1989). *AT&T Intelligent Building Systems - A Smart Structure Concept*. U.S.A.: AT&T Network Systems.
- Bautista, J. & Zavala, J. (2013). *Monitoreo y control de edificios inteligentes aplicado en el edificio de la escuela de ingeniería de mantenimiento mediante el uso del software LABVIEW*. Riobamba: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo .
- Berdillana, F. (2008). *Tecnologías informáticas para la visualización de la información y su uso en la construcción -Los sistemas 3D inteligentes-*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- CAPECO. (2014). *Comite BIM del Perú - CAPECO*. Obtenido de <http://www.comitebimdelperu.com/2014/bim.html>
- Castillo, J. (2008). *Aplicación de la domótica e inmótica como un nuevo reto para la cálida hospitalidad venezolana*. Mérida: Colegio universitario hotel escuela de los andes venezolanos.
- Coloma, E. (2008). *Introducción a la tecnología BIM*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Espinoza, J. & Pacheco, R. (2014). *Mejoramiento de la Constructabilidad mediante Herramientas BIM*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Farfan, E. & Quizhpe, D. (2016). *Diseño de un sistema domótico para facilitar la interacción de personas con discapacidad a través de interfaces remotas y mandos por voz*. Cuenca: Universidad de Cuenca.

- Finley, J. ,. (1991). *Survey of intelligent Building Concept*. U.S.A.: IEEE Communicatios Magazine.
- Gavilanes, R. (2010). *Diseño de un edificio inteligente para el hotel "LUCITA" en la ciudad de Lago Agrio*. Ambato: Universidad Tecnica de Ambato.
- Gonzales, F. (2014). *Beneficios de la coordinación de proyectos BIM en edificios habitacionales*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Graphisoft. (2014). *A cerca de BIM*. Obtenido de [https://www.graphisoft.es/archicad/open\\_bim/about\\_bim/](https://www.graphisoft.es/archicad/open_bim/about_bim/)
- Guerra, F. (2013). *Diseño de un sistema de control domótico y video vigilancia supervisado por un telefono movil*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Gutiérrez, C. (2015). *Metodología de gestion de riesgos con Herramientas BIM integradas a los principios LEAN para la administración de proyectos en la construcción y vida util de la edificación*. Barcelona: Universidad Politecnica de Catalunya.
- Guzman, M. & Burga, R. (2014). *Sistema Domótico de Control Centralizado con Comunicación por Linea de Poder*. Lima: Pontificia Universidad Catolica del Perú.
- Hinojosa, N. & Pinilla, j. (2014). *Razón de costo-efectividad de la implementación de la metodología BIM y la metodología tradicional en la planeación y control de un proyecto de construcción de vivienda en Colombia*. Bogota: Pontificia Universidad Javeriana.
- Instituto Cerdá. (1989). *Edificios y Areas Inteligentes - Definición de un concepto emergente*. Barcelona, España.: Fundación Privada Ildefons Cerdá , 1a. Edición,.
- KAIZEN. (2015). *Que es el BIM?* Obtenido de <http://www.kaizenai.com/bim/que-es-el-bim/>
- Kienyke. (27 de Octubre de 2010). *Verdes e inteligentes*. Obtenido de <http://www.kienyke.com/historias/verdes-e-inteligentes/>
- Kirschning, I. (Junio de 1992). *Edificios Inteligentes. Tesis presentada para obtener el grado de "Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Computacionales"* . Puebla, México: Universidad de las Américas Puebla.

- Lopez, F. (2014). *Elaboración de modelos de edificios a partir de nubes de puntos con software BIM, análisis y comportamiento*. Valladolid: Universidad de Valladolid.
- Martinez, J. (2014). *Instalación domótica y ahorro energético en el pabellón "A" de la universidad nacional Tecnológica del cono sur de Lima*. Lima: Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur.
- Norte, E. (2014). *Modelado de información para la edificación en BIM y su aplicación frente a las exigencias de la demanda energética con LIDER y ECOTEC*. Barcelona: Universidad Politecnica de Catalunya .
- Pacheco, P. (2012). *Evaluación del diseño del sistema domótico de la vivienda domo2 y diseño de las bases para nuevas viviendas automatizadas*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Poclin, E. (2014). *Evaluación del diseño del hospital II-2 de Jaén con el uso de tecnología BIM*. Jaén: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Quora. (2016). *What is level of detailing/development (LOD) in BIM (building information modeling) modeling?* Obtenido de <https://www.quora.com/What-is-level-of-detailing-development-LOD-in-BIM-building-information-modeling-modeling>
- Rodríguez, W. (2012). *Sistema de control domótico utilizando una central IP PBX basado en software libre*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Saldías, R. (Mayo de 2010). *Estimación de los beneficios de realizar una coordinación digital de proyectos con tecnologías BIM*. Santiago: Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Civil.
- Ulloa, K. & Salinas, J. (2013). *Mejoras en la implementación de BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa Marcan*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Valdés, A. (2014). *Estudio de viabilidad del uso de la tecnología BIM en un proyecto habitacional en altura*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Zevallos, A. (2011). *Diseño e implementación de un sistema domótico de seguridad inalámbrica para un laboratorio de telecomunicaciones*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

# ANEXOS

**Anexo N° 01****FICHA DE OBSERVACIÓN**

PROYECTO:						
REVISADO POR:					FECHA:	
	Puntos de instalación					
	ARQ.	ESTR.	IIEE.	IISS.	(otros)	(otros)
(comentario)	FOTO (captura de pantalla)					
BLOCK (LÁMINAS):	(N° de plano)					
UBICACIÓN:	(Describir ubicación entre ejes)					

TITULO	Anexo N° 02 MATRIZ DE CONSISTENCIA						
	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLGÍA
TECNOLOGÍA BIM Y SU CONTRIBUCIÓN EN EL DISEÑO DE EDIFICACIONES INTELIGENTES CON INSTALACIONES DOMÓTICAS JULIACA 2016	<b>Problema General:</b> ¿La tecnología BIM, contribuye en el diseño de edificaciones inteligentes con instalaciones domóticas Juliaca, 2016?	<b>Objetivo General</b> Analizar la contribución de la tecnología BIM en el diseño de edificaciones inteligentes con instalaciones domóticas - Juliaca - 2016	<b>Hipótesis General</b> La aplicación de la tecnología BIM contribuirá en el diseño de edificaciones inteligentes con instalaciones domóticas - Juliaca – 2016.	<b>Variable Independiente:</b> Tecnología BIM	-Herramienta BIM -Modelo BIM		<b>METODO</b> - Método Científico - Cuantitativo - Deductivo  <b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b> Aplicada – Evaluación  <b>DISEÑO</b> No experimental - Longitudinal
	<b>Problemas Especifico:</b> ¿Permite la tecnología BIM la preinstalación de dispositivos domóticos en el diseño de edificaciones inteligentes?	<b>Objetivos específicos</b> Preinstalar los dispositivos domóticos en el diseño de edificaciones inteligentes aplicando la Tecnología BIM.	<b>Hipótesis Especifica</b> La tecnología BIM, permite la preinstalación de dispositivos domóticos en el diseño de edificaciones inteligentes.	<b>Variable Dependiente:</b> Diseño de Edificaciones inteligentes con instalaciones domóticas	- Criterios de preinstalación  - Instalaciones domóticas	- Numero de criterios  - Número de Puntos instalados: - Cajas de registro - Tablero general - Controles - Sensores - Actuadores	<b>POBLACIÓN</b> Viviendas de la ciudad de Juliaca  <b>MUESTRA</b> Una vivienda unifamiliar  <b>TECNICAS</b> Modelo Observación estructurada  <b>INSTRUMENTOS</b> - Ficha de observación  <b>PROCEDIMIENTO</b> - Descriptiva - t de Student para medias relacionadas
	¿Incrementa la tecnología BIM el número de puntos de instalaciones domóticas en el diseño de edificaciones inteligentes?	Analizar el incremento en el número de puntos de instalaciones domóticas en el diseño de edificaciones inteligentes aplicando tecnología BIM.	La tecnología BIM, incrementa el número de puntos de instalaciones domóticas en el diseño de edificaciones inteligentes				



**Anexo N° 03****PRESUPUESTOS DE PROYECTO DOMÓTICO****COTIZACIÓN PRODUCTOS DOMÓTICOS**

<b>ID</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio Unit. (S/.)</b>	<b>Sub Total (S/.)</b>
1	Central domótica y de alarma, modulo ethernet, modulo telefonico, interfaz tactil de usuario, dos detectores volumétricos y un contacto magnético para puerta/ventana.	1	1200.00	1200.00
2	Detector de presencia	10	30.00	300.00
3	Dispositivos actuadores, drivers de potencia	1	500.00	500.00
4	Dispositivos de entrada, pulsadores, sensores pack	1	350.00	350.00
5	Detector de incendios/humo	2	200.00	400.00
6	Módulo de control de iluminación on/off	10	50.00	500.00
7	Módulo de control de iluminación dimerizado	3	80.00	240.00
8	Módulo de control de persiana motorizada	3	200.00	600.00
<b>Total bienes domótica</b>				<b>4090.00</b>

**COTIZACIÓN SERVICIOS DOMÓTICOS**

<b>ID</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio Unit. (S/.)</b>	<b>Sub Total (S/.)</b>
1	Proyecto, Planos, Documentación, Marcación, Seguimiento y Supervisión de Obra	0.5	1500.00	750.00
2	Instalación detectores, sensores y elementos domóticos (por Punto)	35	50.00	1750.00
3	Cajas, Entubado, Tubos, Cableado y Cables (para cada punto)	35	40.00	1400.00
4	Configuración y Puesta en marcha del Sistema (entrega a usuario completa y formación)	1	200.00	200.00
<b>Total servicios domótica</b>				<b>4100.00</b>

<b>TOTAL SOLUCION DOMÓTICA / VIVIENDA</b>				<b>8190.00</b>
---	--	--	--	----------------

## Anexo N° 04

### COTIZACIÓN DEL PROGRAMA AUTODESK REVIT 2017



LISTA DE PRECIOS 2017  
Autodesk®

Revolucionando el mundo de  
la construcción, entretenimiento y manufactura:  
Colecciones

AV. COYOACÁN 1622, EDIFICIO 2 PB AMORES, COL. DEL VALLE, DEL. BENITO JUÁREZ, C.P 03100 CDMX | +52 (55) 5574 8357 | www.DaSoft.mx | marketing@dasoft.com.mx

PRODUCTO AEC*	LICENCIAS NUEVAS EN RENTA			RENOVACIÓN
	SINGLE-USER		MULTI-USER	PLAN DE MANTENIMIENTO
	TRIMESTRAL	ANUAL	ANUAL	ANUAL
<b>NUEVO</b> Architecture Engineering Construction Collection IC	\$670.00	\$1,790.00	\$2,325.00	No disponible
<b>Revit®2017</b>	\$500.00	\$1,335.00	\$2,005.00	\$575.00
<b>Robot™</b> Structural Analysis Professional	No disponible	\$2,520.00	\$630.00	\$630.00
<b>Navisworks®</b> Manage 2017	\$520.00	\$1,380.00	\$2,070.00	\$630.00
<b>Navisworks®</b> Simulate 2017	\$210.00	\$560.00	\$840.00	\$210.00
<b>Vault®</b> Office 2017	No disponible	No disponible	\$170.00	\$55.00
<b>Vault®</b> Professional 2017	No disponible	\$425.00	\$640.00	\$200.00
<b>Vault®</b> Workgroup 2017	No disponible	\$225.00	\$340.00	\$105.00
<b>Infrastructure®</b> Map Server	No disponible	No disponible	\$1,680.00	\$525.00
<b>Infrastructure®</b> Map Server 5 Activations	No disponible	No disponible	No disponible	\$3,150.00
<b>InfraWorks®</b> 360 2017	\$395.00	\$1,050.00	No disponible	\$1,050.00
<b>AutoCAD®</b> Civil 3D 2017	\$525.00	\$1,400.00	\$2,100.00	\$615.00
<b>AutoCAD®</b> Map 3D 2017	\$525.00	\$1,400.00	\$2,100.00	\$615.00